

Diplomadolgozat

SALLAI VILMOS
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNŐK
MESTERKÉPZÉS

Keszthely 2025



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
GEORGIKON CAMPUS
Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnök mesterképzés**

**Rovarfehérje etethetőségének hatása
brojlercsirkék termelésére**

Belső konzulens: Dr. Dublecz Károly

Készítette: Sallai Vilmos
DPA58N
Levelező

Intézet/Tanszék: Élettani és Takarmányozástani intézet

Készthely 2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Irodalmi áttekintés.....	2
2.1 A baromfi fajok emésztési sajátosságai	2
2.1.1 Fehérje és aminosav szükséglet	3
2.2. Brojlercsirke hibridek	4
2.2.1 A brojlercsirke hizlalás technológia	5
2.2.2 A brojlercsirke takarmányozása	5
2.3 Fontosabb fehérjetakarmányok	8
2.3.1 Brojler nevelés során használt növényi alapanyagok fehérje értékelése.....	8
2.4 A szója jelentősége.....	11
2.4.1 A szója termesztés nehézsége	11
2.4.2 A szója takarmányozási jelentősége	11
2.5 Alternatív fehérje források	13
2.5.1 Rovarok	13
2.5.2 A rovarok tápláló értéke.....	14
2.5.3 Rovarfehérjék etetése a gyakorlatban.....	15
2.5.4 Ízhibák lehetséges okai.....	15
2.5.5 Rovar alapú fehérje fenntarthatósága a szójához képest	15
3. Anyag és módszer	17
3.1 Alhitobius diaperinus lárva liszt, mint takarmány	17
3.2 A kísérleti állatok és elhelyezésük	18
3.3 Az állatok takarmányozása.....	18
3.4 Adat és mintagyűjtés	23
3.5 Statisztikai módszerek	24
4. Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	25
4.1 Az állatok egészsége	25
4.2 Termelési paraméterek	25
4.3 Húsminőség.....	27
4.4 Organoleptikus vizsgálatok.....	28
5. Következtetések és javaslatok	29
6. Összefoglalás	31

1. Bevezetés

Napjainkban a húsfogyasztás világszerte csökkenő tendenciát mutat. A jelenség hátterében több tényező áll, köztük a fenntarthatósági megfontolások és az állattenyésztés környezeti terhelésével kapcsolatos aggodalmak. Bár az állattenyésztés üvegházhatású gázkibocsátása nem elhanyagolható, annak racionalizálása és csökkentése ma már a szakpolitikai és tudományos fejlesztések egyik kiemelt célja.

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az ember mindenevő élőlény, akinek szervezete igényli a húsban található esszenciális aminosavakat, vasat és B₁₂-vitamint a fizikai és mentális egészség fenntartásához. A fenntarthatóság kulcsa ezért nem a húsfogyasztás teljes elhagyása, hanem annak mérséklése és a termelés hatékonyságának növelése.

A világ több mint 8 milliárd emberének fehérjeigényét napjainkban is nagyrészt a pecsényecsirke-előállítás segíti kielégíteni. Ennek oka, hogy a brojlercsirke rendkívül jó takarmányhasznosító képességű, rövid felnevelési idejű, jó technológiai tűrésű, és kedvező térkihasználású gazdasági állat. Ugyanakkor a csirkék magas, mintegy 20%-os nyersfehérje-igényének fenntartható biztosítása komoly kihívást jelent.

A brojler takarmányozásában a fehérjeszükségletet jelenleg döntően szójabab és szója melléktermékek felhasználásával fedezik. A hazai szója-termelés azonban nem elegendő, így az ország jelentős mértékben importszójára szorul. Bár ez jelenleg biztosítja az ellátást, a szállítás és feldolgozás többlet-kibocsátást eredményez, ami rontja az ágazat környezeti mérlegét. Ezért célszerű célként kitűzni az importszója-felhasználás csökkentését, amely nemcsak környezetvédelmi, hanem élelmezésbiztonsági és gazdasági szempontból is előnyös lehet.

Az import szója kiváltása azonban összetett feladat, és várhatóan több, egymást kiegészítő megoldás együttes alkalmazását igényli. Ilyen lehet a kristályos aminosavak kiegészítése, alternatív növényi fehérjehordozók beépítése, valamint új, nem hagyományos fehérjeforrások feltárása. Ezek között ígéretes lehetőség a rovarfehérjék takarmányozási célú felhasználása, amelyet az Európai Unió az utóbbi években szabályozott formában engedélyezett.

A rovarok a legtöbb gazdasági állat természetes táplálékában mindig is fontos fehérjeforrást jelentettek. Ipari szinten történő előállításuk jelentősen csökkentheti a környezetterhelést, mivel mezőgazdasági melléktermékeken is tenyészthetők, ezáltal körforgásos gazdálkodásba illeszthetők. Ezzel a megközelítéssel új, fenntartható alapokra helyezhető az állatok fehérjeellátása, amely hosszú távon az állattenyésztés környezeti lábnyomának csökkentéséhez is hozzájárulhat.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A baromfi fajok emésztési sajátosságai

A madarak a csőrükkel veszik fel a táplálékot, fogak híján aprítás nincs. Nyelvükön ízlelőbimbó nem található, csak a szájgaratüregben található ízlelőbimbók biztosítják a kezdetleges ízérzékelést. A madarak takarmány felvételében és válogatásában a fizikai formája és színe jelentős szerepet játszik. A tyúkfélék szívesebben fogyasztják a világosabb színű, fénylő takarmányokat. (HUSVÉTH, 2000)

A nyelést a mucinban gazdag nyál segíti. Tyúkokban, takarmányozástól függően, naponta átlagosan 20-30 ml nyál termelődik. A nyelés aktív formában történik, a nyelv és a garat izmai segítségével halad tovább a takarmány a begy felé. (HUSVÉTH, 2000)

A legelső része a takarmánynak mely a begybe érkezik, szinte azonnal tovább is halad és a gyomrot telíti, így a további takarmány pár óráig betárolásra kerül a begyben, ahol vízzel és nyállal keveredve felpuhul a száraz takarmány. A begyben emésztő mirigyek nincsenek viszont idő, testhő, nedvesség és baktériumok vannak mely feltétel rendszer teljesülése lehetőséget teremt a tárolt takarmány bizonyos mértékű fermentációjára, így csekély mennyiségű energiát szolgáltatva az állat számára illó zsírsavak formájában. A begyben zajló folyamat némileg hasonló a kérődzőkéhez, de koránt sem foglal el olyan jelentős szerepet a madár emésztésében (HUSVÉTH, 2000).

A madarak gyomra kettős funkció ellátásáért felelős. Első sorban a gyomorban alapozódik meg a kémiai feltárás, mely folyamatban az emésztőnedv nélkülözhetetlen szerepet tölt be. Egy kifejlett tyúk óránként 5-30ml emésztőnedvet termel, az emésztőnedv erősen savas karakterű, 0,5-2,5 pH, savasabb az emlősök gyomornedvéénél. Összetételét tekintve hasonló az emlősök gyomornedvééhez csak jelentősebb a sósav koncentrációja és proteolitikus aktivitása. A mirigyos gyomor kapacitása kicsi, így a tartalom csak rövid ideig tartózkodik itt (HUSVÉTH, 2000).

A gyomor másik fontos feladata a fizikai aprítása mely folyamat a zúzógyomorban, erős összehúzódások hatására történik, az aprítás eredményességében jelentős segítséget nyújthatnak apróbb kövek, illetve a takarmányhoz kevert gritt is. A zúzó az aprítás mellett össze is kever a tartalmat az emésztőnedvekkel és a kémiai feltárás jelentős része is itt történik. A zúzóban az áthaladás jelentős mértékben függ az elfogyasztott takarmány fizikai féleségétől, az apróra őrölt részek viszonylag gyorsan áthaladnak, míg a szemek akár órákat is elidőzhetnek a zúzóban (HUSVÉTH, 2000).

Az emésztés a vékonybélben folytatódik, a zúzóból savas kémhatású chymus érkezik melyet kis mértékben pufferel a hasnyálmirigy váladéka és az epe melyek a duodenum kémhatását 3-4 pH

értékre emelik, ami savas közeg, lehetőséget teremt a pepszin további proteolitikus tevékenységére. A savas kémhatás tovább fokozza a hasnyálmirigy termelését, így a bélnedv és a pancreas nedv pufferoló hatása miatt az éhbél kezdetére 6-8 pH értékű chymus fog érkezni. Ez a közel neutrális, enyhén lúgos kémhatás kedvez a pancreas proteolitikus enzimejeinek mint tripszin, kimotripszin, karboxipeptidáz. Míg a zsírbontó lipáz és szénhidrát bontó α -amiláz neutrális kémhatáson aktívak (HUSVÉTH, 2000).

A vastagbél kezdeti szakaszán található a vakbél, melyben enzimek nem termelődnek, ugyanakkor mikrobiális fermentáció útján felszabaduló illó zsírsavak járulnak hozzá az állat energia ellátásához. A vakbél szerepe a madarakban nem kiemelkedő, a chymus majdnem csak 10 százaléka kerül be. A vakbél után a remese bél továbbítja a chymust a kloáka fel, közben víz és elektrolit felszívódása lehetséges (HUSVÉTH, 2000).

2.1.1 Fehérje és aminosav szükséglet

Az állatok a szöveteikhez szükséges fehérjét aminosavakból látják el, melyekhez a takarmányból és metabolikus úton jutnak hozzá. A takarmány eredetű fehérjék hasznosulásának feltétele, hogy a vékonybélben aminosav formában legyenek jelen. A bélből az erekbe kerülve jutnak el az aminosavak a felhasználási helyre, ami nem használódik fel az dezaminálást köszönhetően energiát szolgáltat, a maradék a húgysavval távozik. (forrás: internet1)

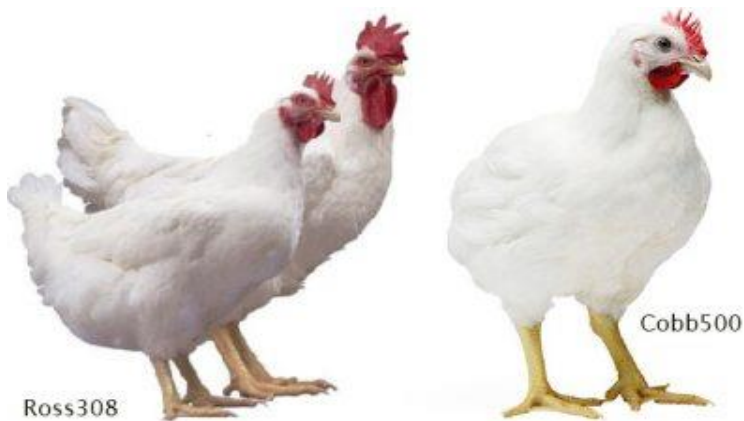
Az aminosavakat három csoportba szokták osztani, ezek a *nem esszenciális aminosavak*, amiket a madár maga is elő tud állítani, a *félleg esszenciális aminosavak* melyek valamely másik aminosavból elő tud állítani, és az *esszenciális aminosavak* melyeket a baromfi nem tud magának előállítani, ezeket táplálkozás során tudja felvenni és sok esetben a feltételes aminosavak feltételei is. Ezek: *Lizin, metionin, treonin, triptofán, arginin, hisztidin, leucin, valin, izoleucin, glicin* és *prolin*. (forrás: internet1)

Takarmányozási szempontból kifejezetten fontos, hogy a baromfi hozzá jusson az esszenciális aminosavakhoz, kellő mennyiségben, mivel annak többlete gazdaságtalan módon energiát ad az állatnak és a húgysavval távozó nitrogén csak a környezetet terheli. (forrás: internet1)

A baromfi fehérje szükséglete több tényezőtől is függ, mint a hőmérséklet, az energiaellátás, aminosavak aránya és a kor. A fiatalabb állatok melyek még növésben vannak, még fejlődnek a szerveik és gyarapodnak az izomszövetek, ahol még a beépülés a jellemzőbb, nagyobb a fehérje igény, mint az idősebb, kifejlett állatoknál, ahol már a szervezet anabolikus és katabolikus folyamataik kiegyenlítettebbek, így kevesebb fehérjét igényelnek (forrás: internet1).

2.2. Brojlercsirke hibridek

A brojlercsirke intenzíven hizlalt csirke melyet 1500-2500g súlyra hizlalunk. Magyarországon általában 42 nap, a világ más országaiban 36-45 nap a hizlalás. Napjainkban a két fő fajta csoport a ROSS és a COBB melyek együttesen a világ húscsirke termelésének a 82-84% -át teszik ki. A két fő csoport, vagyis a három hibrid mutatóit szemlélteti az 1. táblázat. Az adatokból kiderül, hogy a három fő brojler hibrid a testtömeg gyarapodásban, az elfogyasztott takarmány mennyiségében és a fajlagos takarmány fogyasztásban csak minimálisan térnek el egymástól. Jellemzően a ROSS 708 és COBB 700 hibrideket nagy, 3,5-4 kg/egyed végsúlyra hizlalják (BÁRÁNY, 2013).



1.kép. Ross és Cobb csirkék (forrás: internet2)

1. táblázat. ROSS és COBB mutatói

Élet- nap	Testtömeg (g)			Élet- nap	Összes takarmány fogyasztás (g)			Élet- nap	Fajlagos takarmány felhasználás (g)		
	ROSS 708	ROSS 308	COBB 500		ROSS 708	ROSS 308	COBB 500		ROSS 708	ROSS 308	COBB 500
0	42	42	42	-	-	-	-	-	-	-	-
7	176	185	176	7	153	166	150	7	0,87	0,90	0,85
14	447	473	456	14	499	538	465	14	1,12	1,14	1,02
21	864	916	884	21	1098	1182	1053	21	1,27	1,29	1,19
28	1398	1479	1425	28	1977	2122	1961	28	1,41	1,43	1,38
35	2005	2113	2050	35	3118	3331	3212	35	1,56	1,58	1,57
42	2639	2768	2712	42	4475	4757	4652	42	1,70	1,72	1,72
49	3264	3407	3347	49	5996	6341	6177	49	1,84	1,86	1,85

(BÁRÁNY, 2013)

2.2.1 A brojlercsirke hizlalás technológia

A sikeres brojler nevelés elengedhetetlen feltétele a zárt tartású intenzív rendszerek kiépítése és a szigorú biosecurity. A megfelelő minőségű csibe vásárlásán túl figyelemmel kell lenni a telepi higiéniai viszonyokra, a személyi higiénia részére a fekete fehér öltöző biztosítása a dolgozók részére, a vendégek védő öltözetének biztosítása és fertőtlenítésük lehetőségének biztosítása. Továbbá figyelemmel kell lenni a telepre behajtó járművek fertőtlenítésére, a váltásonkénti fertőtlenítésre és figyelemmel kell lenni a takarmány és alomanyag szennyezettségtől való mentességére, továbbá, hogy az állatok a lehető legkevesebb kockázati tényezővel érintkezzenek így célszerű a telep körbekerítése is. (BÁRÁNY, 2013; internet3)

2.2.2 A brojlercsirke takarmányozása

A pecsenyecsirke előállításánál a bevett gyakorlat az ad libitum etetés. A technológiai hibák és betegségek elkerülése végett a takarmány mennyiséget célszerű naponta ellenőrizni.

Takarmánykeverékek beállításánál figyelembe kell venni, hogy a fokozott energia tartalom egy bizonyos határig segíti a növekedést, de aztán egyre csak csökkenő mértékben támogatja. Ezzel szemben a fajlagos takarmányértékesítést javítja. Eltérő energiával rendelkező takarmányokból a brojlerek mindig a számukra kedvező mennyiséget veszik fel. Viszont alacsony energiatartalmú takarmányok esetén nem képesek a szükséges mennyiség felvételére. Ezzel szemben a túlzottan nagy energia tartalmú takarmányokból csekély mennyiség felvétele miatt nem tud hozzá jutni a növekedéshez szükséges fehérjékhez, ami szintúgy testtömeg elmaradást okoz. Granulálással biológiailag hasznosabbá tehető a kis energiatartalmú takarmányok mivel a térfogategységre jutó energia tartalmuk kedvezőbb lehet. (forrás: UBM baromfi)

Brojlerek takarmányozását általában több fázisra osztják. Általában 3 de van, hogy 5 fázist alkalmaznak. Ennek oka a brojlerek fejlődési potenciáljának kiaknázása és a takarmányozás gazdaságossága. A brojlerek fázisonként más tápanyag igényel rendelkeznek, amit azt a 2. táblázat szemlélteti. A 3 fázis az indító, nevelő és befejező. A brojlercsirke hizlalás során a kívánt testtömeget (3. táblázat) szokás alapul venni, amihez hozzá tudják igazítani, például a takarmány összetételét vagy a fázis hosszát.

Indító fázisban, a tojásból kikelve az előindító (5-6 napos korig) és az indító takarmányok biztosítják a csirkék számára a megfelelő fejlődéshez a tápanyagot melynek időtartama 10 vagy akár, ha az állomány nem éri el a kívánt testtömeget 14 napos korig adható. Ilyenkor a legérzékenyebbek a csibék a betegségekre és a stresszhatásokra.

Nevelő fázis, ebben a fázisban térünk át a morzsázott takarmányokról a granulált takarmányok etetésére. Fontos az átmenet nélküli takarmányváltás elkerülése. A nevelő takarmányon átlagosan 25 napos korig tartjuk.

Befejező fázis, 42 napos korig, vagy vágásig tart. A befejező takarmány adja a költségek jelentős részét.

Az indító fázis után célszerű a kakasokat és jércéket elkülönítve takarmányozni. Gazdaságosabb, ha a jércék kevesebb ideig kapják a nevelő és befejező takarmányokat. További gazdasági tényező az egész szemű takarmányok etethetősége, úgy, mint búza, zab vagy hántolt árpa. Az egész szem takarmány csökkenti az őrlés okozta költséget, 7 napos kortól kezdve lehet adni a csirkéknek, akkor még 1-5% mennyiséget lehet bekeverni aztán fokozatosan el lehet jutni, elméletileg 30 százalékig is. Arányaiban a kakasok jobban hasznosítják a szemestakarmányt (forrás: UBM baromfi).

2.táblázat. A Ross 308 brojlercsirke fázisonkénti tápanyagigénye

Megnevezés	Indító	Nevelő	Befejező I.	Befejező II.
nap	0-10	11-24	25-39	40-kivágásig
Nyers fehérje	23	21,5	19,5	18,3
Energia (MJ/kg)	12,55	12,97	13,39	13,39
AMEn Kcal/kg)	3.000	3.100	3.200	3.200
em. lizin (%)	1,28	1,15	1,02	0,96
em. metionin (%)	0,51	0,47	0,43	0,40
em. metionin +cisztin (%)	0,95	0,87	0,80	0,75
em. triptofán (%)	0,2	0,18	0,16	0,15
em. treonin (%)	0,86	0,77	0,68	0,64
em. arginin (%)	1,37	1,23	1,09	1,03
em. valin (%)	0,96	0,87	0,78	0,73
em. izoleucin (%)	1,41	1,27	1,12	1,06
Kalcium (%)	0,96	0,87	0,78	0,73
Nem fitin foszfor (%)	0,48	0,435	0,39	0,375
Nátrium (%)	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Klór (%)	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Kálium (%)	04,1,0	0,4-0,9	0,4-0,9	0,4-0,9
Linolsav (%)	-	-	-	-

(forrás: UBM baromfi)

3. táblázat. Vegyes ivarú brojlerek kívánt testsúlya

Nap	Testömeg (g)	Átlagos napi súlygyarapodás (g)
7	208	23,5
14	519	44,5
21	985	66,5
28	1573	84,1
31	1851	
33	2041	94,47
35	2235	
37	2430	
39	2625	
40	2723	97,67
41	2821	
42	2918	
43	3015	
45	3207	
47	3397	95,04
49	3583	

(forrás: UBM baromfi)

2.3 Fontosabb fehérjetakarmányok

A brojlercsirke takarmányozása során leggyakrabban használt fehérje hordozók növényi eredetűek, mint a szója, de más hüvelyes, például a csillagfürt, vagy borsó is használható. Olajos magvak darái közül a napraforgó, repce az elterjedtebbek. Állati eredetű termékek közül a hús- és csontliszt és a halliszt használható, bár ezen utóbbi csak limitáltan mivel kellemetlen mellékíz adhat a húsnak. Továbbá alkalmazhatók a kristályos aminosavak a teljes értékű fehérje ellátása érdekében. (SCHMIDT, 2015)

2.3.1 Brojler nevelés során használt növényi alapanyagok fehérje értékelése

A csirkék hizlalása során a gabona magvak (mint kukorica, búza) adják a takarmány vázát. Ezekre első sorban, mint energia hordozó használjuk, főleg a kukoricát mivel annak a legmagasabb az energia tartalma. Viszont a búza és árpa használata a kedvező Standardizált Illeális Emészthető (Röviden SID) Lizin tartalma miatt csökkentheti a drágább fehérjehordozók felhasznált mennyiségét a keverékben. (forrás: internet4)



2. Kép. Fontosabb gabonák (forrás: internet5; internet6; internet7)

Melléktermékek közül a brojler nevelés során használt és a legjelentősebb fehérje tartalommal a keményítő gyártása során keletkező kukorica glutén a legjelentősebb. Magas fehérje tartalommal rendelkezik, ugyan Lizin tartalma alacsony, de metionin tartalma kifejezetten magas, emellett rost tartalma alacsony. (forrás: internet8)



3. Kép. Kukorica glutén. (forrás: internet9)

Olajipari melléktermékek közül hazánkban a legtöbbet használt takarmány alapanyagok a napraforgó dara és a repce dara. Általánosságban elmondható, hogy kedvező metionin és cisztein arányuk, magas

a fehérje tartalmuk, de annak mennyiségét, illetve az alapanyag minőségét meghatározza az olaj sajtolásának minősége. A napraforgó dara elsődleges limitáló tényezője a rost, azon belül is a lignin tartalma, a repce esetében a glükoszínolát tartalom limitál. (forrás: internet10; internet11)



4. Kép. Extrahált repce és napraforgó. (forrás: internet12; internet13)

Hazánkban kevésbé elterjedt fehérjehordozó takarmánynövények a borsó és a csillagfürt melyek jelentős fehérjetartalommal rendelkeznek, metioninban szegények. A csillagfürt valamivel jobb metionin tartalommal rendelkezik, mint a borsó, sárga virágú változata kevesebb alkaloidát (lupanin és lupinin) tartalmaz, 15%-ban bekeverhető. A borsó 15-25%-os részben keverhető, de kényes természetűsége miatt az ára nem teszi lehetővé, hogy a kívánt mennyiséget tegyük a keverékbe. Mindkét hüvelyes jó alternatívája lehet a szójának. (SCHMIDT, 2015; internet14; internet15)



5. Kép. Borsó és csillagfürt (forrás: internet16; internet17)

A brojlercsirkék takarmányozásában a legnagyobb mértékben felhasznált fehérjehordozó növény a szója, mely fehérjében gazdag és jelentős mennyiségben tartalmaz lizint, viszont metionin tartalma limitáló, így ennek kiegészítését, főleg indító keverékekben, gyakran kristályos formában kell elvégezni. Hüvelyes társaihoz képest megkülönbözteti, hogy jelentős mennyiségben tartalmaz olajokat. Antinutritív anyagai (mint tripszininhibitor), amik nyersen fogyasztva csökkentik a fehérje emészthetőségét, hőkezelní kell mivel ezen anyagok hőlabilisak. A hőkezelés formája lehet tósztolás, extrudálás vagy pelyhesítés. A takarmány minősége szempontjából fontos, hogy a hőkezeléssel ne rontsuk a beltartalmi értékeket, hogy ha túl sokáig tart (10 percnél tovább) a hőkezelés kialakulnak aminosav-szénhidrát komplexek jönnék létre melyek emészthetősége jelentősen rosszabb fehérje

hasznosulást eredményez. A teljes zsírt tartalmazó szóját (full-fat) is használjuk takarmányozási céllal, többnyire viszont a szója olaját humán fogyasztásra használjuk és az így kapott extrahált mellékterméket használjuk takarmányozási célra. (SCHMIDT, 2015)



6. Kép. Szója és extrahált szójadara. (forrás: internet18; internet19)

4. Táblázat Néhány takarmány fehérjetartalma

Alapanyag	Nyers fehérje	Megjegyzés
Búza	12-15%	Kukoricához képest nagyobb lizin tartalom.
Kukorica glutén	65-70%	Magas metionin tartalom, viszonylag alacsony lizin, ami monogasztrikusoknál limitáló.
Extrahált napraforgó	29-39%	Relatív alacsony lizin tartalom, kéntartalmú aminosavak aránya kedvező.
Extrahált repce	30-34%	Lizin tartalma közepes, viszont jó a metionin+ cisztein arány.
Borsó	20-28%	Metionin viszonylag kevés, viszont jó lizin tartalom.
Csillagfűt	30-40%	Alacsonyabb metionin tartalom, lizin tartalma elfogadható.
Extrahált szója	47-55%	Lizinben az egyik leggazdagabb növény, metionin alacsony.

(forrás: SCHMIDT, 2015; internet20)

A 4. táblázat szemlélteti a brojler nevelésben használt fontosabb növényi eredetű takarmány komponensek nyers fehérje tartalmát. A megjegyzés rovatban pár gondolattal az aminosav összetételükről.

2.4 A szója jelentősége

A szója (*Glycine soja*) az egyik legfontosabb fehérjehordozó takarmányunk, a legtöbb gazdasági állat takarmány keverékében szerepel és a humán vonatkozása is jelentős. A hazai szója felhasználás 90%-a a keverék takarmány gyártásban, mint fehérjehordozó történik (forrás: internet23). 2024-es adatok szerint a Hazai termésátlagok 2,2 tonna körül alakulnak, melyek nem minősülnek kiemelkedő mennyiségnek. Megközelítőleg 112 ezer hektáron termesztünk szóját melyről 250 ezer tonna körüli az éves betakarított szója mennyiség. (forrás: internet21) A belföldi szója kereslet olyan 900 ezer tonna körül van évente, melyet a hazai termés nem tud, illetve csak kis részben tud kielégíteni, így a fennmaradó hiányt import szójából kell fedezni. (forrás: internet22)

2.4.1 A szója termesztés nehézsége

A hazai szója termesztés versenyképességére sok tényező gyakorol jelentős hatást, ami behatárolja a szója belföldi igények nagyobb részének kielégítését. Éghajlati szempontból elmondható, hogy a szója meleg és víz igényes növény és ugyan az évi csapadék mennyiség elégséges lenne a szója termesztéshez annak eloszlása igencsak kedvezőtlenül hat a szója termésátlagokra. Legnagyobb vízigénye június-júliusra tehető, a virágzás és a szentelítődés idején van. A hőmérséklet kedvező a szója termesztéshez, a késő tavaszi fagyok, csak úgy, mint más kultúrákban itt is kedvezőtlenül hatnak. (forrás: internet24)

A jó minőségű vetőmag és jól megválasztott hibrid itt is kulcsfontosságú a sikeres termesztéshez mely azonban drága a nehézkes előállítás miatt. Az évek közötti különbség rendre megnehezíti a vetőmag előállítását. (forrás: internet25) Továbbá az input anyagok, mint műtrágya, gép, munkaerő, növényvédelem, gyomirtás és a betakarítást követően a szárítást és a feldolgozás is tovább növelik a szója költségét, melyek a szója esetén magasabb technológiai színvonalat és precizitást igényelnek. (forrás: internet26)

A szója termesztésünk versenyképességét a sajátos ökológiai és ökonómiai korlátainkon túl, jelentősen behatárolja, hogy sok esetben az import GMO szója, melyet olcsóbb munkaerővel, kedvezőbb támogatási és vagy éghajlati tulajdonságok mellett termesztnek. (forrás: inetrnet27)

2.4.2 A szója takarmányozási jelentősége

Mint már említésre került, hazánkban a szója 90%-a takarmány keverő üzemekben kerül felhasználásra. Ennek egyik, kisebb, de ugyan nem elhanyagolható oka a full-fat szója 20%-ot is meghaladó olaj tartalma, amellyel komoly energia mennyiséget is szolgáltathat a takarmányozás során. Az olajának kedvező a zsírsav összetétele, megközelítőleg 1:4-hez a telített, telítetlen zsírsav aránya, olaja 7-10% linolénsavat is tartalmaz. (forrás: internet28)

Legfontosabb oka, amiért hazánkban fehérjehordozóként és nem olajnövényként tartjuk számon, a magas fehérje tartalma, a extrahált szója dara 47-55% nyers fehérje tartalma. (forrás: internet29) Az extrahált szója fehérjének, a baromfi számára fontosabb, aminosav tartalmát szemlélteti a 4. táblázat az extrahált napraforgó és a halliszttal együtt. A táblázat adataiból kiderül, hogy ugyan az állati eredetű halliszt az aminosavak jelentős részéből többet tartalmaz, de a növényekhez képest kimagasló fehérje, és annak aminosav összetételében is meghatározóbb.

5. Táblázat. Aminosav tartalom néhány takarmányban

Baromfi takarmány	em. Lizin (%)	em. Metionin(%)	em. Met+Cisz (%)	em. Treonin (%)	em. Triptofán (%)	em. Arginin (%)	em. Isoleucin (%)	em. Valin (%)
Extr. Napraforgó (47%)	1,29	0,86	1,48	1,29	0,54	3,85	1,73	1,98
Extr. Szójadara (48%)	2,6	0,57	1,11	1,57	0,57	3,26	1,94	1,98
Halliszt (60%)	3,48	1,29	1,62	1,84	0,45	2,73	1,95	2,25

(forrás: SCHMIDT, 2015)

2.5 Alternatív fehérje források

A szóját a többi növényi fehérje hordozóval csak részleges lehet kiváltani, ahogy az enzimes takarmány kezeléssel, vagy a kristályos aminosav kiegészítéssel is csak kis mértékben csökkenthető az import szója függőség. További lehetőségek az állati eredetű takarmányok, melyek általában jelentős biológiai értékkel és fehérje tartalommal, kedvező formában vannak jelen különböző vitaminok, mint A, D és B₁₂, mellesleg jó kalcium és foszfor források is. Értékes takarmányok lehetnek, de sok esetben kényesek, könnyen romlanak, fertőzés veszélyesek és csak nagy energia befektetéssel ártalmatlaníthatók. (SCHMIDT, 2015)

Egyik nagy csoportja a húsipari melléktermékek, mint a húsliszt, mely a szabályozás okozta nehézségek miatt inkább csak elméleti lehetőség. (forrás: internet30) A húsliszttel további probléma, hogy a felhasznált vágóhídi melléktermékek, mint szőr, toll, csont, belsőségek és egyéb melléktermékek eltérő aránya elemileg befolyásolja a liszt minőségét, így annak beltartalmi értékei jelentősen eltérőek lehetnek. (SCHMIDT, 2015) Egyéb lehetőség a vérliszt, mely szárazanyagában 91-93% fehérjét tartalmaz, de annak aminosav összetétele kifejezetten kedvezőtlen a leucin túlsúly miatt. Javaslatok szerint mindössze 2%-ban érdemes baromfi takarmányokba keverni. (SCHMIDT, 2015)

Másik jelentős állati eredetű takarmány csoport a hal és hal feldolgozásából származó melléktermékek, mint a halliszt. Általában elmondható, hogy kedvező aminosav tartalommal és magas fehérje aránnyal rendelkeznek. Sok B csoportbeli vitamint tartalmaznak, különösen B₁₂ vitamint. Sok ásványi anyagot tartalmaznak, különösen foszfort, kalciumot és sót. Minőségét befolyásolja, többek között, az alapanyag hal hulladék és egész hal aránya. A jó halliszt 65-75% körüli nyersfehérje tartalommal rendelkezik, 3%-nál több sót és 10%-nál több nyerszsírt nem tartalmaz. A halak zsírsav összetétele, igencsak kedvező, sok telítetlen zsírsavat és omega 3-as zsírokat is tartalmaz, de sajnos pont ezek miatt könnyen avasodnak, ami rontja az eltarthatóságot, illetve a zsírtartalom jelentős ízhibákat képes okozni a hizlalt állat húsában. Így brojlercsirke előállításánál, 2-5%-os mennyiségben, többnyire fiatalabb madarakkal érdemesebb etetni és 2-3 héttel vágás előtt el kell hagyni a halliszt etetését. (SCHMIDT, 2015)

2.5.1 Rovarok

2021-ben az Európai Unió döntésének megfelelően engedélyezték a rovarlisztek felhasználását a sertés és a baromfi takarmányozásban. A rovarokat szárított, porított, fehérje hidrolizátum vagy egyéb feldolgozott formában lehet felhasználni és szigorú feltételei vannak az előállításának. (forrás: internet31) A felhasználáson túl az előállítási feltételek is szabályozottak. Nem lehet például akármilyen hulladékon rovartenyészetet létrehozni annak fertőzési kockázata miatt, így

állati termékekből sem használható minden szubsztrátként. (forrás: internet32) 8 rovar vált tenyészthetővé és takarmányozható, ezek neveit szemlélteti a 6. táblázat.

6. Táblázat. Az engedélyezett rovarok

1, <i>Hermetia illucens</i> - Fekete katonalégy	5, <i>Acheta domesticus</i> - Házi tücsök
2, <i>Musca domestica</i> - Házi légy	6, <i>Gryllobes gigillatus</i> - Trópusi házi tücsök
3, <i>Tenebrio molitor</i> - Közöséges lisztbogár	7, <i>Gryllus assimilis</i> - Banántücsök
4, <i>Alphitobius diaperinus</i> - Alombogár	8, <i>Bombyx mori</i> - Selyemhernyó



7. Kép. A fekete katonalégy, házilégy, lisztbogár és házi tücsök (forrás: internet33, internet34, internet35, internet 36)

2.5.2 A rovarok tápláló értéke

A rovarok tápértéke jelentősen függ a fajtán túl a tenyésztési feltételektől, hogy min nevelik a lárvákat és a rovar fejlettségi stádiumától. Általánosságban elmondható, hogy a rovarok magas fehérje tartalommal rendelkeznek, akár 40% feletti nyers fehérjével melynek jó aminosav profil, ami a halakéhoz közelít. A rovarok többsége jelentős mennyiségű zsírt is tartalmaz aminek minősége vitatott, sok esetben a forgalomba hozatal előtt defattálják a koncentráltabb fehérje érdekében. A rovarok „rost” alkotója jellemzően kitin mely takarmányozási értéke nem jelentős, de semmi esetre sem kedvező. (forrás: internet37)

7. Táblázat. Néhány rovar nyersfehérje és nyerszsír tartalma

Megnevezés	Nyers fehérje (%)	Nyers zsír (%)	Megjegyzés
Lisztbogár	36-60	10-35	Aminosav összetétel hasonlít a halfehérje összetételéhez
Fekete katonalégy	32-50	20-40	Jó aminosav összetétel, kedvező lizin és valin mennyiség
Házi légy	40-60	változó	Kedvező aminosav profil

(forrás: internet37)

A 7. táblázat szemlélteti néhány rovar zsír és fehérje tartalmát. A házi légyhez képest a tücsökök kedvezőbb aminosav profillal rendelkeznek, jobb lizin és treonin készletük van. Jelenleg fenntartható elképzelésnek látszik, hogy a jövőben a takarmány alapanyagok fehérje hordozóinak jelentős részét rovar fehérjékre cseréljük monogasztrikus állatok esetében. (forrás: internet37)

2.5.3 Rovarfehérjék etetése a gyakorlatban

2021 óta több tanulmány és cikk is foglalkozott a rovarok keverékbe illeszthetőségével és hogy hány százalékban lehetne kiváltani a takarmányhoz kevert szója készítményeket. Jellemzően teljes mértékig nem sikerült kiváltani íz hibák és termelés visszaesése nélkül.

Egy kutatásban 4-8 és 12%-os arányban helyettesítették a szóját fekete katonalégy lárvából készült fehérjével. Azt tapasztalták, hogy 12%-os kiváltás mellett jobb napi súlygyarapodást értek el. (ELAHI és mtsai., 2022)

Másik esetben részleges és teljesen próbálták kiváltani a szóját teljes zsírtartalmú fekete katonalégy lárvából készült liszttel. Részleges kiváltás mely 50 és 75%-os kiváltást jelentett, megfigyelhető volt a takarmány hasznosításának romlása és a testtömeg csökkenése. 100%-os kiváltás esetén a negatív hatások még jobban kifejeződtek. Továbbá 50% felett már rontja a hús ízét és szagát és jelentősen csökkentette a mellhús kihozatalát. (SCHIAVONE és mtsai., 2021)

Házi léggel tett kísérlet esetében, ahol a házi légy lárvájából készült lisztet használták 10-20 és 30%-ban helyettesítették a szóját, arra következtetésre jutottak, hogy 30%-os bekeverés mellett sem jelentett növekedésbeli elmaradást és a hús minőségére sem gyakorolt negatív hatást. (KHAN és mtsai., 2024)

2.5.4 Ízhibák lehetséges okai

A keverhetőségi korlát egyik oka a rovar alapú takarmányok etetését követően fellépő, az állati termékekben okozott ízhibák, aminek több oka is lehet. Elsődleges lehetséges ok a rovarokban lévő zsír összetétele. A rovarok zsírsav aránya magasnak tekinthető, sok palmitinsav (C16:0), laurinsav (C12:0) és mirisztinsav (C14:0) található benne. (RUMPOLD és SCHLÜTER, 2013) A rövid és a közepes szénlánc hosszúságú zsírsavak a húsban oxidálódva aldehidekre és ketonokra bomlik melyek okozhatnak a végtermékben ízhibákat. (CULLERE és mtsai., 2019)

A másik nem elképzelhetetlen ok a rovarokat alkotó kitin jelenléte a takarmányban, mely emésztetlenül halad végig az emésztő rendszeren megbolygatva, kissé átalakítva a bél mikroflóráját és ezzel okozhat ízhibákat. (MARONO és mtsai., 2017)

2.5.5 Rovar alapú fehérje fenntarthatósága a szójához képest

A világ takarmányfehérje döntő hányadát a szója adja, évente még a 350 millió tonnát is meghaladó szójabab kerül megtermelésre melynek 80%-át takarmányozási célra használjuk fel. (FAO 2023) A szója termesztése viszont jelentős környezeti és társadalmi terhekkal jár, erdőirtással, magas energia és víz felhasználással, továbbá jelentős utaztatáson megy keresztül a világban. (KOWALSKA és mtsai., 2022)

A rovarok környezeti hatását tekintve jobb takarmányfehérje források lehetnek a hagyományos forrásoknál. A fekete katonalégy és a lisztbogár 1 kg élőtömeg előállításához 2-3 kg takarmány igényelnek. (VAN HUIS és mtsai., 2013) Továbbá 60, de akár 90%-kal is kevesebb az üvegház hatású gázok keletkezése a szójához vagy más állati eredetű termékekhez képest. (OONINCX és mtsai., 2010) Mindezek mellett a rovarok beépíthetők egy körforgásos folyamatba, mi szerint a mezőgazdasági és élelmiszeripari (mint zöldség és gyümölcs hulladékok), haszontalan, vagy kis értékkel rendelkező melléktermékek bontásából, takarmányozási célra, hasznos tápanyagokat állítanak elő. (DICKE M, 2018)

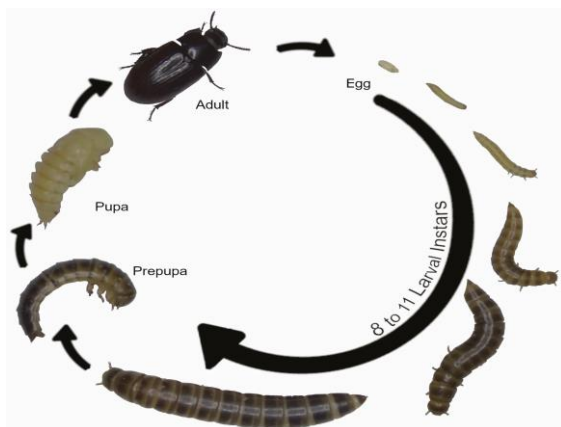
További előnye a rovaroknak, hogy tenyésztésük ipari körülmények között is megvalósítható, kevéssé kiszolgáltatottan az éghajlatnak, szemben a szójával, ami az európai éghajlati feltételek mellett erősen korlátozott. Ezzel csökkenthető a szója importból származó szén-dioxid és az import szója iránti függőség is. (EUROPEAN COMMISSION, 2021)

3. Anyag és módszer

3.1 Alhitobius diaperinus lárva liszt, mint takarmány

Az *Alphitobius diaperinus* (8. kép szemlélteti a rovar fejlődését) korábban baromfi istálló kártevőjeként volt számontartva. Az elmúlt időszakban újra pozícionálódott és előtérbe került, mint rovar alapú takarmány fehérjeforrás. Egyes tanulmányok szerint nyers fehérje tartalma 50-60% is lehet (LEMKE és mtsa., 2024), míg más tanulmányok azt találták, hogy a lárvából előállított liszt 37-49% nyers fehérje tartalommal rendelkezik. (forrás: SOETEMANS és mtsai., 2020) Jó aminosav profil jellemzi, gazdag esszenciális aminosavakban, de egyes aminosavak, mint metionin tartalma limitáló hatásúak lehetnek, így érdemes lehet más fehérjehordozókkal együtt, vagy aminosav kiegészítéssel alkalmazni. (forrás: BALIOTA és mtsai., 2025) Zsírokban gazdag, 25-30% nyerszsír tartalommal is rendelkezhet, mely összetétele 41%-ban telített zsír, 38%-ban egyszeresen telített és 22%-ban többszörösen telített zsírt tartalmaz. A zsírtartalom miatt érdemes feldolgozni és zsírtalanítva etetni, ugyanis oxidációs problémákon túl, izhibák egy okozója is lehet. (LEMKE és mtsai., 2024). A rovarok helyi melléktermékeken is nevelhető, viszont a szubsztrát, azaz a rovarok takarmánya hatással van beltartalmi paramétereikre (forrás: SOETEMANS és mtsai., 2020) Feltételezések szerint a rovar tenyésztése kevesebb területet igényel, továbbá víz szükségletük is kevesebb mint a mezőgazdasági növények termesztése és input igényük is szegényesebb, így jelentősen hozzá járulhatna az import szója felhasználás csökkentéséhez és ezzel egy fenntarthatóbb takarmány fehérje előállításnak tűnik. (forrás: BALIOTA és mtsai., 2025) A kísérlet során használt terméket a RethinkResorce GmbH (Zürich, Svájc) biztosította a számunkra.

8. Kép. A rovar fejlődése



(forrás: internet38)

3.2 A kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérletben összesen 576 darab, hím ivarra szexált, napos Ross 308 brojler hibridet használtunk melyeket a Gallus Kft (Devecser) bocsátott a rendelkezésünkre. A csirkéket a keltetőben vakcinázták bronchitis (CEVAC BRON), gumboró (CEVAC TRANSMUNE) és baromfipestis (VITAPEST) ellen.

Az állatokat véletlenszerűen 24 ketrecbe osztottuk, ketrecenként 24 állat került, 14 állat/m² telepítési sűrűséggel. Alomanyagot szalmát kaptak. A kísérlet során az állatok végig ad libitum kaptak takarmányt és vizet. A terem hőmérsékletét és megvilágítását (szemlélteti az 8. és 9. táblázatok) a Ross 308 technológiának megfelelően állítottuk be. A megvilágítás intenzitása kezdetben 30 lux volt, majd a 3. héttől 10 luxra csökkentettük.

8. Táblázat. Fény program

Életnapok	Megvilágított órák száma
0	24
1-7	23
8-tól a végéig	20

9. Táblázat. Terem hőmérséklet

Életnapok	Hőmérséklet (°C)
1-2	32
3-5	29
6-8	28
9-11	27
12-14	26
15-17	25
18-20	24
21-23	23
24-26	22
27-től a végéig	21

3.3 Az állatok takarmányozása

Az állatok takarmányozása 3 fázisban valósult meg. 0-10 nap között indító fázis, 11-24 nap között nevelő, 25-vágásig befejező fázisokban részesültek. Az állatokat 4 csoportra osztottuk, a kontroll (C) csoporton kívül 3 kísérleti csoportra, melyek a TP1, TP2 és TP3 (TP, test product). A

kísérleti csoportokban különböző arányban váltottuk ki a szója fehérjét az *Alhitobius diaperinus* lárvából készült lisztel (*Alhitobius diaperinus* larvae meal, ADLM). Ezen adatokat szemlélteti a 10. táblázat.

10. Táblázat. Szója fehérje kiváltása ADLM-el

Fázis		Kezelés		Kezelés		Kezelés	
Indító	Kiváltott szója fehérje (%)	TP1	20	TP2	40	TP3	60
	ADLM tartalom (g/kg)		66		132		198
Nevelő	Kiváltott szója fehérje (%)	TP1	30	TP2	50	TP3	70
	ADLM tartalom (g/kg)		88		146		205
Befejező	Kiváltott szója fehérje (%)	TP1	40	TP2	60	TP3	80
	ADLM tartalom (g/kg)		101		151		201

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A takarmányok a Ross 308 igényeinek, emészthető aminosav és nettó metabolizálható energia (AMEn) értékei alapján lettek összeállítva. Az indító tápokot morzsázott, míg a nevelő és befejező takarmányokat pelletált formában adtuk. Beltartalmi paramétereiket és összetételüket szemlélteti a 11-13 táblázatok.

11. Táblázat. Az indító tápok összetétele és táplálóanyag tartalma

Megnevezés	Indító takarmányok összetevői (g/kg)			
	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Kukorica	343,5	414	466	476
Búza	100	100	100	100
ADLM	0	66	132	198
Extrahált szója	448	349	253	179
Napraforgó olaj	58	22	0	0
MCP	16	15	14	12
Takarmánymész	18	19	20	21
Premix	5	5	5	5
Takarmánysó	3	3	3	3
Szódabikarbóna	1	1	1	1
Metionin	4	3	3	3
Lizin	2	2	2	1
Treonin	1	1	1	1
Valin	0,5	0	0	0
Összesen	1000	1000	1000	1000
Táplálóanyag	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Nyers fehérje	230	230	233	235
AMEn (MJ/kg)	12,65	12,65	12,98	12,78
Ca	10,5	10,5	10,5	10,5
Nem fitin P	5,0	5,0	5,0	5,0
Nyers rost	27,5	31,0	34,0	36,0
SID lizin	12,7	12,7	12,7	12,7
SID metionin	6,7	6,7	6,7	6,7
SID met+cisz	9,4	9,4	9,4	9,4
SID treonin	8,3	8,3	8,3	8,3
SID valin	9,5	9,6	10,1	10,3
SID izoleucin	8,8	8,7	8,8	8,9
SID Arginin	14,0	13,4	13,4	13,1

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

12. Táblázat. A nevelő tápok összetétele és táplálóanyag tartalma

Megnevezés	A nevelő takarmányok összetevői (g/kg)			
	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Kukorica	400	494	532	548,5
Búza	100	100	100	100
ADLM	0	88	146	205
Extrahált szója	397	263	179	105
Napraforgó olaj	59	12	0	0
MCP	15	13	12	10
Takarmánymész	15	16	17	18
Premix	5	5	5	5
Takarmánysó	3	3	3	3
Szódabikarbóna	1	1	1	1
Metionin	3	3	3	3
Lizin	1	1	1	0,5
Treonin	1	1	1	1
Összesen	1000	1000	1000	1000
Táplálóanyag	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Nyers fehérje	210	210	210	213
AMEn (MJ/kg)	13,0	13,0	13,3	13,4
Ca	9,0	9,0	9,0	9,0
Nem fitin P	4,5	4,5	4,5	4,5
Nyers rost	26,5	31,0	34,0	36,0
SID lizin	11,0	11,0	11,0	11,0
SID metionin	5,9	6,0	6,0	5,9
SID met+cisz	8,4	8,4	8,4	8,4
SID treonin	7,3	7,3	7,3	7,3
SID valin	8,6	8,9	9,2	9,6
SID izoleucin	8,0	7,9	7,9	8,1
SID Arginin	12,6	11,9	11,4	11,4

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

13. Táblázat. A befejező takarmányok összetétele és táplálóanyag tartalma

Megnevezés	A befejező takarmányok összetevői (g/kg)			
	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Kukorica	459,5	567,5	590,5	599,5
Búza	100	100	100	100
ADLM	0	101	151	201
Extrahált szója	342	189	118	62
Napraforgó olaj	57	2	0	0
MCP	14	12	11	9
Takarmánymész	14	16	17	17
Premix	5	5	5	5
Takarmánysó	3	3	3	3
Szódabikarbóna	1	1	1	1
Metionin	3	2	2	2
Lizin	1	1	1	1
Treonin	0,5	0,5	0,5	0,5
Összesen	1000	1000	1000	1000
Táplálóanyag	Kontroll	TP1	TP2	TP3
Nyers fehérje	190	190	193	195
AMEn (MJ/kg)	13,2	13,2	13,5	13,6
Ca	8,5	8,5	8,5	8,5
Nem fitin P	4,2	4,2	4,2	4,2
Nyers rost	25,0	31,0	23,0	35,0
SID lizin	9,7	9,7	9,7	9,7
SID metionin	5,3	5,4	5,4	5,3
SID met+cisz	7,6	7,6	7,6	7,6
SID treonin	6,3	6,3	6,3	6,3
SID valin	7,8	8,2	8,6	8,9
SID izoleucin	7,2	7,1	7,2	7,3
SID Arginin	11,2	10,4	10,2	10,2

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A táblázatok adataiból látható, hogy a rovar liszt (ADML) csökkenthető volt az extrahált szójadara, viszont szükségessé tette a kukorica mennyiségének növelését. A rovar lisztes (ADML) kezelt csoportok nevelő és befejező fázisaiban elhagyható volt a napraforgó olaj kiegészítés, illetve az indító fázisban a kezelt csoportok esetén elhagyható volt a valin kiegészítés. Beltartalmi szempontból figyelembe vehető, hogy a rovar liszt (ADML) arányainak növelése hatással volt a nyers fehérje és metabolizálható energia mennyiségére, ami a kísérlet szempontjából elhanyagolható. Továbbá aminosavak szempontjából a kontroll csoportok, melyek több extrahált szójadarát kaptak, több emészthető (SID) arginint tartalmaztak.

3.4 Adat és mintagyűjtés

Az állatok mérlegelésére a 0, 10, 24 és 39 napokon került sor. Ketrecekenként kimért és a fázisok elején kiosztott, majd a végén a maradékot visszamérve néztük a takarmány értékesítést. Az elhullások naponta voltak ellenőrizve és rögzítésre is kerültek.

Kezelési csoportonként 12, összesen 48 madár lett véletlenszerűen kiválasztva, amiből 40 madár került levágásra további vizsgálatok céljára.

Vizsgált kihozatali és húsminőségi paraméterek

- Vágott test aránya (toll, láb, fej és belsőségek nélkül)
- Mellfilé aránya (bőr nélkül)
- Comb aránya (bőrrel és csonttal)
- Hasúri zsír aránya

A mellfilén további vizsgálatokat végeztünk:

- Szárazanyag tartalom (%)
- Csepegési veszteség (%)
- pH közvetlenül a vágást követően
- pH 24 órával a vágás után
- Színparaméterek: L*(világosság), a*(vörösség), b*(sárgaság)

A szárazanyag tartalmat szárítószekrényben történő szárítással határoztuk meg. A csepegési veszteséget *M. pectoralis profundus* izomból vett, 4c°-on, 24 órán felfüggesztve tárolt mintákból mértük Michelis és mtsai (2012) módszer alapján.

A vágást követő pH értéket (t=0 és 24) Testo 205 automata pH mérővel (Testo SE & CO KgaA, Titisee-Neustadt, Németország) állapítottuk meg. Minden minta esetén 3 ponton mértünk és azok átlagát vettük alapul. A hús színparamétereit (L*,a*,b*) CR-410 színmérő (Konica Minolta Inc.) készülékkel állapítottuk meg.

Az organoleptikus vizsgálatok az ISO 4121:1987 szabvány előírásoknak megfelelően lettek megszervezve és kerültek végrehajtásra. A comb mintákat kezelésként külön, 20 percen keresztül főzték, a comb tömegére nézve 3% sóval, majd szobahőmérsékletre lettek visszahűtve majd bőr nélkül, felszeletelve kerültek tálalásra. A különböző kódokat kaptak annak megfelelően, hogy melyik kezelésből származnak: A= kontroll; B= TP1; C=TP2; D=TP3. A vizsgálatot az egyetem 11 önkéntesen jelentkezett, tapasztalt munkatársa végezte.

3.5 Statisztikai módszerek

A statisztikai analíziseket SPSS 23.0 Windows szoftvercsomaggal végeztük (IBM Corp, Armonk, NY, USA), a kísérletben egy ketrec egy egységnek felelt meg. Az eredményeket egy tényezős (ANOVA) varianciaanalízissel végeztük. A csoportok közötti takarmányozásbeli szignifikáns különbségeket Tukey-féle HSD teszttel vizsgáltuk. A statisztikai szignifikanciaszintet ($p \leq 0,05$) értéknél állapították meg. Az indító és nevelő szakaszok végénél a 11. és 25. napokon az átlagtól extrém módon eltérő egyedeket kivettük a kísérlet értékeléséből.

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

4.1 Az állatok egészsége

A kísérlet során nem merültek fel súlyos állategészségügyi problémák. Az elhullásokat szemlélteti a 14. táblázat takarmányozási fázisokra és kezelésekre bontva. A táblázat adataiból kiderül, hogy az összes elhullás 5,38% volt. A legnagyobb arányban az indító fázisban történt elhullás. Kezelések szempontjából megállapítható, hogy a TP1 és TP2 csoportokban történt a legtöbb elhullás, viszont ez nem tekinthető a kezelés hatásának mivel a legkisebb elhullás a TP3 csoportoknál volt, ahol a legnagyobb mennyiségben került bekeverésre a rovarliszt.

14. Táblázat. Elhullások

Megnevezése	Kontroll	TP1	TP2	TP3	Össz
Indító	3	7	6	3	19
Nevelő	0	2	3	1	6
befejező	2	3	1	0	6
Össz (db)	5	12	10	4	31
Össz (%)	3,47	8,33	6,94	2,77	5,38

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

4.2 Termelési paraméterek

A 15. táblázatból leolvasható, hogy a mérlegelési napokon az állatok átlag súlya a 0. és 10. napokon nem mutattak szignifikáns eltérést, Ezzel szemben a 24. napon mért testsúlyok már jelentős eltérést mutattak a TP2 és TP3 csoportok esetében. A 39. napon mért testtömegek átlaga között jelentős eltérés volt a kísérleti és a kontroll csoportokhoz képest.

15. Táblázat. A madarak testtömege a mérlegelések napján (g)

Megnevezés	0. nap		10. nap		24. nap		39. nap	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	48,1	>0,05	286,7	>0,05	1198 ^a	<0,001	2738 ^a	<0,001
TP1	48,4	>0,05	281,5	>0,05	1102 ^{ab}	<0,001	2510 ^b	<0,001
TP2	48,3	>0,05	263,4	>0,05	1019 ^b	<0,001	2357 ^{bc}	<0,001
TP3	48,1	>0,05	261,5	>0,05	1018 ^b	<0,001	2236 ^c	<0,001

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A madarak testtömeg növekedését szemlélteti a 16. táblázat. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a madarak testtömeg növekedése a nevelő fázistól kezdve szignifikáns különbséget mutat a kísérleti és kontroll csoportok között, ami a befejező szakaszban, változatlanul jelen volt és a halmozott átlag érték is kifejezte az erős szignifikanciát a kísérleti és kontroll csoportok között.

16. Táblázat. A madarak testtömeg növekedése

Megnevezés	Indító		Nevelő		Befejező		Összesített	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	238,6	>0,05	911,5 ^a	<0,001	1539,6 ^a	<0,001	2689,7 ^a	<0,001
TP1	233,1	>0,05	820,3 ^b	<0,001	1407,8 ^b	<0,001	2461,3 ^b	<0,001
TP2	215,2	>0,05	756,0 ^{bc}	<0,001	1337,9 ^{bc}	<0,001	2309,0 ^{bc}	<0,001
TP3	213,4	>0,05	728,6 ^c	<0,001	1245,8 ^c	<0,001	2187,7 ^c	<0,001

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

Az elfogyasztott takarmány mennyiségét szemlélteti a 17. táblázat. Az értékek alapján megállapítható, hogy az indító fázisban nem volt szignifikáns eltérés a csoportok között, viszont a nevelő fázisban a TP3 kísérleti csoport erős szignifikanciával jelezte a kezelés hatását, ami a befejező szakaszban jobban megmutatkozott és a halmozott átlagok szerint is szignifikáns különbség volt a kísérleti és kontroll csoportok között.

17. Táblázat. Takarmány fogyasztás.

Megnevezés	Indító		Nevelő		Befejező		Összesített	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	268,7	>0,05	1229,3 ^a	<0,001	2530,5 ^a	<0,001	4028,4 ^a	<0,001
TP1	267,7	>0,05	1188,9 ^a	<0,001	2297,2 ^b	<0,001	3753,8 ^b	<0,001
TP2	270,3	>0,05	1184,0 ^a	<0,001	2268,5 ^{bc}	<0,001	3722,8 ^b	<0,001
TP3	261,1	>0,05	1101,7 ^b	<0,001	2085,5 ^c	<0,001	3448,3 ^c	<0,001

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A takarmány értékesítési adatait szemlélteti a 18. táblázat mely eredményekből látható, hogy indító, befejező szakaszban nem volt szignifikáns eltérés az elfogyasztott takarmány és testtömeg növekedés viszonyában. A nevelő fázisban viszont erős szignifikancia volt megfigyelhető, különösen TP2 és TP3 kísérleti csoportoknál.

18. Táblázat. Takarmány értékesítés (g/g)

Megnevezés	Indító		Nevelő		Befejező		Összesített	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	1,130	>0,05	1,349 ^a	<0,001	1,649	>0,05	1,499	>0,05
TP1	1,209	>0,05	1,455 ^{ab}	<0,001	1,637	>0,05	1,531	>0,05
TP2	1,226	>0,05	1,515 ^{bc}	<0,001	1,676	>0,05	1,578	>0,05
TP3	1,263	>0,05	1,571 ^c	<0,001	1,696	>0,05	1,614	>0,05

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

4.3 Húsminőség

A vágási kihozatalban, mint vágási kihozatal, mellfilé, combok és hasúri zsír aránya szemlélteti a 19. táblázat. Ugyan az értékek változása enyhe eltérést mutat a kontroll és a magasabb rovar liszt tartalommal etetett TP3 kísérleti csoport irányába, az eredmények alapján nem volt szignifikáns eltérés a kísérleti és kontroll csoportok között.

19. Táblázat. A vágott csirke test adatai (%)

Megnevezés	Vágási kihozatal		Mellfilé		Combok		Hasúri zsír	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	72,6	>0,05	20,05	>0,05	21,12	>0,05	0,97	>0,05
TP1	73,5	>0,05	21,51	>0,05	20,66	>0,05	0,99	>0,05
TP2	73,7	>0,05	21,16	>0,05	20,75	>0,05	1,19	>0,05
TP3	72,8	>0,05	19,58	>0,05	20,44	>0,05	1,14	>0,05

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A bőr nélküli mellfilén végzett vizsgálatok, szárazanyag tartalom, csepegési veszteség, vágást követő pH érték és 24 órán át pihentetett pH mérés eredményeit szemlélteti a 20. táblázat mely adatokból látható (p>0,05) az eltérések nem szignifikánsak a kísérleti és kontroll csoportok között.

20. Táblázat. A húsminőségi vizsgálatok eredményei

Megnevezés	Száraz anyag (%)		Csepegési veszteség (%)		pH (0 óra)		pH (24 óra)	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	25,48	>0,05	47,05	>0,05	6,22	>0,05	5,69	>0,05
TP1	23,73	>0,05	44,55	>0,05	6,17	>0,05	5,67	>0,05
TP2	24,67	>0,05	46,78	>0,05	6,15	>0,05	5,68	>0,05
TP3	24,68	>0,05	43,40	>0,05	6,23	>0,05	5,63	>0,05

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

A hús színének vizsgált paramétereit szemlélteti a 21. táblázat melyből látható, hogy világosságban (L*) és a vörös árnyalatban (a*) nem volt szignifikáns az eltérés. Viszont sárgaságban (b*) mutatkozott némi különbség, ezt a paramétert csökkentette a vizsgált takarmány komponens.

21. Táblázat. A hús színének vizsgálata

Megnevezés	L* (világosság)		a* (vörös)		b* (sárga)	
	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték	Átlag	p-érték
Kontroll	56,6	>0,05	11,47	>0,05	18,28 ^a	<0,001
TP1	55,56	>0,05	11,68	>0,05	16,56 ^{ab}	<0,001
TP2	54,25	>0,05	11,68	>0,05	14,98 ^b	<0,001
TP3	55,59	>0,05	12,40	>0,05	16,85 ^{ab}	<0,001

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

4.4 Organoleptikus vizsgálatok

Az érzékszervi vizsgálatok eredményeit szemlélteti a 22. táblázat. Az eredmények alapján a ($p>0,05$) nem volt szignifikáns eredmény a hús színe, illata, íze, állaga és általános kedveltségben a kísérleti és kontroll csoportokban, így megállapítható, hogy az ADLM nem befolyásolta negatívan a hús érzékszervekre gyakorolt hatását.

22. Táblázat. Az organoleptikus vizsgálatok eredménye

Megnevezés	Kontroll	TP1	TP2	TP3	P-érték
Szín	52,9	57,8	64,8	66,6	0,485
Illat	56,0	60,8	64,4	72,7	0,286
Íz	55,0	60,9	62,9	64,2	0,814
Állag	55,3	55,4	66,2	67,3	0,702
Kedveltség	54,9	63,2	64,3	64,8	0,787

Kontroll= nem kaptak egyik fázisban sem ADLM fehérjét; TP1= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 66g/kg, nevelő fázisban 88g/kg, befejező fázisban 101g/kg; TP2= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 132g/kg, nevelő fázisban 146g/kg, befejező fázisban 152g/kg; TP3= ADLM tartalommal rendelkező takarmánnyal etetett kísérleti csoport, indító fázisban 198g/kg, nevelő fázisban 205g/kg, befejező fázisban 201g/kg.

5. Következtetések és javaslatok

Kísérletünkben sikeresen teszteltük az ADLM (*Alhitobius diaperinus* lárvá liszt) takarmányba keverhetőségét és hogy nagyobb mennyiségben etetve, hogyan befolyásolja az állatok termelési eredményeit és a hús minőségét. A kísérletben összesen 576 darab Ross 308 brojler vett részt, melyeket 4 csoportra és 24 kezelésre osztottunk, ebből 3 csoport alkotta a kísérleti (TP) és 1 csoport alkotta a kontrollt.

Az állatok elhullásában nem volt szignifikáns különbség. Ezzel szemben a mérlegelési eredmények alapján elmondható, hogy a 0, 10 napokon végzett mérlegelésekben nem volt különbség, viszont a 24 és 39 napokon már szignifikáns ($p > 0,05$) különbség volt megfigyelhető, a kísérleti (TP) csoportok súlya elmaradt a kontroll csoportokétól. A testtömeg gyarapodás és a takarmány fogyasztás a nevelő és befejező fázisban mért eredmények alapján szignifikáns ($p > 0,05$) különbséget mutattak, a kísérleti (TP) csoportok eredményei elmaradtak a kontroll csoporttól. Takarmány értékesítésben csak a nevelő fázisban volt szignifikáns ($p > 0,05$) eltérés.

A vágási kihozatalban, mint vágási kihozatal, mellfilé, combok és hasúri zsír arányában nem volt szignifikáns ($p > 0,05$) különbség a csoportok között, ahogy a mellfilén végzett vizsgálatok, mint szárazanyag tartalom, csepegési veszteség, pH (0 óra), pH (24 óra) sem mutattak szignifikáns különbséget. A hús színparamétereinek vizsgálatában csak a sárgaságban (b^*) volt szignifikáns különbség a kísérleti (TP) csoportokban.

Az organoleptikus vizsgálatok során, ahol emberekkel vizsgáltattuk a hús színét, szagát, ízét, állagát és általános kedveltségét, elmondható, hogy nem tapasztaltak érdemi eltérést a kísérleti (TP) és kontroll csoportok érzékszervekkel megállapítható tulajdonságaikban.

A kísérlet alapján megállapítható, hogy 10% feletti ADLM etetése negatívan befolyásolta a termelési paramétereiket. Mivel a kísérleti (TP) és kontroll takarmányok minden fontosabb beltartalmi paramétereikben (nyers fehérje, aminosav összetétel, AMEn, stb..) ki lettek egyenlítőre így a fejlődésbeli elmaradás oka vagy okai nem egyértelműek.

A Ross 308 típusú brojlerhibrid mintegy öt évtizede került kitenyésztésre, míg a szójaalapú fehérjeforrások közel egy évszázada jelen vannak az ipari takarmányozásban. A baromfi biológiai sajátosságaiból adódóan a környezeti tényezőkhöz viszonylag szűk tűréshatárok között képes alkalmazkodni, ugyanakkor nagy szaporasága és genetikai változékonysága miatt gyors genetikai előrehaladásra képes.

Az elmúlt évtizedek során a brojlergenetika fejlesztése elsősorban a szójaalapú takarmányozási rendszerekre optimalizálódott, így a mai hibridek teljesítménye ezekhez az étrendekhez igazított.

Ebből következően érdemes lenne vizsgálni, hogy a rovarfehérje-alapú takarmányokhoz való genetikai alkalmazkodás több generáción keresztül milyen mértékben javíthatná a teljesítményt és a hasznosulást.

Feltételezhető, hogy ha a szülőpárokat és azok utódait több egymást követő generáción keresztül rovarfehérjét is tartalmazó étrenden nevelnék, akkor az állatok táplálékhasznosítása, emésztési hatékonysága és anyagcsere-adaptációja módosulhatna. Ez hosszabb távon akár új, rovarfehérje-alapú takarmányozásra szelektált hibridvonalak kitenyésztését is indokolhatná.

6. Összefoglalás

A humán fehérjeellátásban mindig is kiemelt szerepet játszottak az állati eredetű termékek. Bár napjainkban a fogyasztási szokásokban változás figyelhető meg, amelyet elsősorban fenntarthatósági és környezeti megfontolások vezérelnek, az állati termékek várhatóan a jövőben is meghatározó szerepet töltenek be az emberiség fehérjeellátásában. A fogyasztás mértéke ugyan módosulhat, de a szerepük továbbra is megkérdőjelezhetetlen.

Az állati eredetű termékek közül a hús előállításában jelentős szerepe van a pecsenyecsirke-termelésnek. A brojlercsirke jó takarmányhasznosító képessége, kedvező térkihasználása és gyors növekedése miatt a jövőben is fontos szerepet játszhat a humán ételmezésben. Ugyanakkor a termelés környezeti lábnyomát csökkenteni szükséges, mivel a takarmányozásban felhasznált import szója szállítása növeli az ágazat üvegházhatású gázkibocsátását.

A szója fehérje kiváltása összetett feladat, mivel a szója évtizedek óta az egyik legfontosabb fehérjehordozó, és takarmányozási szerepe szorosan beépült az állattenyésztési gyakorlatba. Jelenleg csak részleges megoldások állnak rendelkezésre, mint például a kristályos aminosavak kiegészítése vagy alternatív növényi fehérjeforrások használata. A jövőben azonban új megoldási irányok is megnyílhatnak, például a nemrégiben engedélyezett rovarfehérjék takarmányozási célú felhasználása. A kísérlet során 576 darab Ross 308 brojler hibridet vizsgáltunk, és az *Alphitobius diaperinus* lárvából készült liszt (ADLM) maximális bekeverhetőségét értékeltük a szójaalapú kontrollcsoporthoz viszonyítva. A vizsgálat során elemeztük az állatok takarmányhasznosítását, testtömeg-gyarapodását, valamint a húsmínőségi paramétereket és az érzékszervi tulajdonságokat.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a rovarfehérje alkalmazása nem befolyásolta hátrányosan a hús minőségét vagy az érzékszervi tulajdonságokat. Ugyanakkor a súlygyarapodás és a takarmányértékesítés (FCR) tekintetében szignifikáns különbségek mutatkoztak a kezelések között: a kísérleti csoportok gyengébb termelési eredményeket értek el, különösen a magasabb rovarfehérje-tartalmú étrendek esetében.

Összességében elmondható, hogy az *Alphitobius diaperinus* lárvából készült liszt megközelítőleg 10%-os arányban képes problémamentesen kiváltani a szójalisztet a brojlercsirke takarmányozásában. Ennél magasabb bekeverési arány azonban kedvezőtlenül befolyásolja a madarak termelési teljesítményét.

Források:

- Bárány P. (2013) Versenyképes brojlerhizlalás. Szaktudás kiadó Ház Zrt, Budapest. p. 81.-139
- dr. Husvéth Ferenc (2000) A gazdasági állatok élettana az anatómia alapjaival. Mezőgazda kiadó, 1165 Budapest. p. 394-406,
- BUKOVECZKY T.- FÜLÖP P. -Dr. GYENIS J. KÖRMENDI L.- Dr. SZABÓ L. -Dr. ZOLTÁN P. (2020): UBM A korszerű baromfi-takarmányozás és baromfitelep menedzsment alapvető feladatai , Pilisvörösvár, 8,9 29-32, 35, 40-48,
- Schmidt J. (2015) A takarmányozás alapjai negyedik, átdolgozott, bővített kiadás. Mezőgazda kiadó. Budapest. p. 218-271, 438-442,
- Elahi, U., Elahi, A., Wang, J.-Y. & Liu, L. (2022). *Insect Larvae as an Alternate Protein Source in Poultry Feed Improve the Performance and Meat Quality of Broilers. Animals*, 14(14), 2053.
- Schiavone, A., Cullere, M., Dabbou, S., De Marco, M. & Renna, M. (2021). *Partial and Total Replacement of Soybean Meal with Full-Fat Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.) Larvae Meal in Broiler Chicken Diets: Impact on Growth Performance, Carcass Quality and Meat Quality. Animals*, 11(9), 2715.
- Khan, M., Chand, N., Khan, S., Naz, S., Alrefaei, A. F., Chandrasekaran, A. & Khan, R. U. (2024). *Partial replacement of soybean meal with Musca domestica larvae meal in broiler diets: implications for growth performance, nutrient utilization, hemato-biochemical profile and organoleptic characteristics. AAB*, 67(2), 247
- FAO (2023). *FAOSTAT – Soybean production and trade statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kowalska, D., Baranowski, A., & Mazurkiewicz, J. (2022). *Environmental impact of soybean meal production: A life cycle assessment approach. Sustainability*, 14(11), 6731.
- Oonincx, D. G. A. B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A., & van Huis, A. (2010). *An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. PLoS ONE*, 5(12), e14445.
- van Huis, A., van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO Forestry Paper 171. Rome: FAO.
- Dicke, M. (2018). *Insects as feed and the sustainable circular economy. Journal of Insects as Food and Feed*, 4(3), 155–156.

- European Commission (2021). *Commission Regulation (EU) 2021/1372 of 17 August 2021 authorising the use of processed animal proteins derived from insects in poultry and pig feed*. Official Journal of the European Union.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). *Nutritional composition and safety aspects of edible insects*. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823.
- Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Miotti-Scapin, R., Claeys, E., De Smet, S., & Dalle Zotte, A. (2019). *Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Apparent digestibility, carcass traits and meat quality*. *Animal*, 13(5), 1013–1021.
- Marono, S., Piccolo, G., Loponte, R., Di Meo, C., Attia, Y. A., Nizza, S., & Nizza, A. (2017). *Insect meal in animal nutrition: A review*. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 1–19.
- Soetemans, L., et al. (2020). *Agri-Food Side-Stream Inclusion in the Diet of *Alphitobius diaperinus* Larvae: Effects on Nutritional Value*. *Animals*, 10(4), 712.
- Lemke, B., et al. (2024). *Processing of Larvae of *Alphitobius diaperinus* and *Tenebrio molitor*: Nutrient and Fatty Acid Composition*. *Insects*, 15(11), 843.
- Baliota, G. V., et al. (2025). *Review: The lesser mealworm as a nutrient pioneer*. *Food Research International*, (2025).

Internetes források:

internet1: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/12931/0059_baromfitakarmanyozas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

internet2: <https://backyardpoultry.iamcountryside.com/chickens-101/cornish-cross-chicken/>

internet3: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://agrofeed.eu/wp-content/uploads/2022/09/Practical-Broiler-Management-Manual-HU-2.pdf

internet4: <https://www.feedipedia.org/node/363>

internet5: <https://vorostakarmanywebaruhaz.hu/wp-content/uploads/2021/11/buza.jpg>

internet6:

https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/szemes/arpa_01.jpg.webp?lastmod=1720596299.1643016332

internet7: <https://allateledeldiszkont.hu/wp-content/uploads/2020/05/kukorica-2-600x400.jpg>

internet8: <https://www.feedipedia.org/node/714>

internet9: <https://www.hungrana.hu/images/termekek/takarmanyok/takarmanyok-13.jpg>

internet10: <https://www.feedipedia.org/node/732>

internet11: <https://www.feedipedia.org/node/52>

internet12:

https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/dara_pellet/extrahalt_repcedara_01.jpg.webp?lastmod=1720572023.1643016332

internet13:

https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/dara_pellet/extrahalt_naprafogodara_01.jpg.webp?lastmod=1720601124.1643016332

internet14: <https://www.feedipedia.org/node/7047>

internet15: <https://www.feedipedia.org/node/23097>

internet16:

https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/szemes/borso_01.jpg.webp?lastmod=1720600861.1643016332

internet17: https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/szemes/csillagfurt_2025_01.jpg.webp?lastmod=1737647806.1643016332

internet18:

https://magtarhaz.cdn.shoprenter.hu/custom/magtarhaz/image/cache/w800h800wt1q100/product/dara_pellet/extrahalt_szojadara_03.jpg.webp?lastmod=1657448665.1643016332

internet19: <https://millasreggeli.hu/wp-content/uploads/2020/11/szoja.jpg>

internet20: <https://www.feedipedia.org/content/feeds?category=All>

internet21: <https://magyarszoja.hu/olajnovenyipiaci-jelentes-2024-december-i/>

internet22: https://portal.nebih.gov.hu/kutatas_kijelzo/-/asset_publisher/XZIUSA6aTnU0/content/a-szoja-termeszteserol-gazdalkodoknak?

Internet23:

https://medosz.hu/hir/magyarorszag_egyik_legnagyobb_takarmanygyartoja_megduplazz_a_szojafelvasarlasat?

Internet24: <https://magyarszoja.hu/tudastar/technologiak/>

Internet25: <https://biokutatas.hu/kiadvany/szoja-fajta-es-termesztes-technologiai-tesztek-okologiai-gazdasagokban-2018/>

internet26: <https://www.agroinform.hu/tudastar/a-szoja-termesztese-magyarorszagon-lehetosegek-kihivasok-gyakorlati-tanacsok-85516-001?>

Internet27: <https://mezohir.hu/2019/10/30/hiaba-kivalo-a-magyar-szoja/>

internet28: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%B3jabab>

internet29: <https://www.feedipedia.org/node/753>

internet30: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://agrofeed.eu/wp-content/uploads/2022/01/AGROFEED_baromfi_hirmondo_02-web.pdf

internet31: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/893/oj/eng>

internet32: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1372/oj/eng>

Internet33:
<https://bugguide.net/images/raw/VKI/KTK/VKIKTKOKEK0KCKXKLS9Q1KUQ30UQY08QJ08KBK4K9K4QEKMK1K4KJ0IKCKMKOKVQLSNQAK8KOK4KOK.jpg>

internet34: <https://i0.wp.com/entomologytoday.org/wp-content/uploads/2024/01/house-fly-musca-domestica.jpg?fit=1728%2C1296&ssl=1>

internet35:
https://www.shutterstock.com/shutterstock/photos/2396058613/display_1500/stock-photo-darkling-beetle-tenebrio-molitor-larva-pupa-and-adult-beetle-on-a-light-background-2396058613.jpg

internet36:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/95/Acheta_domesticus%2C_adultes_Weibchen.jpg/250px-Acheta_domesticus%2C_adultes_Weibchen.jpg

internet37: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11508236/>

internet38: <https://i0.wp.com/entomologytoday.org/wp-content/uploads/2023/04/lesser-mealworm-beetle-lifecycle.jpeg?fit=1920%2C1772&ssl=1>

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer¹

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 hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Sallai Vilmos
A Hallgató Neptun kódja: DPA58N
A dolgozat címe: Rovarfehérje etethetőségének hatása brojlercsirkék
termelésére
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Élettani és takarmányozástani intézet
A konzulens tanszékének a neve: Takarmányozástani és takarmányozás-élettani 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.

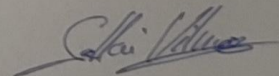
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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 repozitori 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 repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 28 nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Sallai Vilmos (név) (hallgató Neptun azonosítója: DPA58N 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: Keszthely, október 31.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Sallai Vilmos
Neptun-kódja:	DPA58N
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	
A munka címe:	Diplomadolgozat

* 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 korrekció, 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)
Fordítás, nyelvi korrekció	ChatGPT (Open AI GPT 5)	Nyelvi korrekció az egész szövegben alkalmaztam. Fordítási segítség 2.5.3/ 2.5.4/ 2.5.5; 3.1/ 3.2 részekben alkalmaztam

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 eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	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:

.....

.....

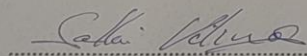
.....

.....

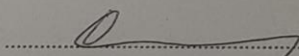
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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:, 2025.11..... hó03.... nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása