



ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

Brojlertakarmányok enzimkiegészítésének hatása a madarak teljesítményére

Készítette:

Jordán Dalma

BEFQ74

Állattenyésztő mérnök, alapképzés

nappali tagozat

Kaposvári Campus

Témavezetők:

Dr. Halas Veronika

Egyetemi docens, tanszékvezető

MATE Kaposvári Campus, Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

Dr. Tischler Annamária

tudományos munkatárs

MATE Kaposvári Campus, Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

**Kaposvári Campus, Kaposvár
2024.**

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	1
2	Irodalmi áttekintés.....	3
2.1	Brojlerek teljesítménymutatói	3
2.2	Brojler takarmányok.....	5
2.2.1	Gyártás és felhasználás	5
2.2.2	Brojler takarmányok alapanyagai	7
2.2.3	Brojlerek számára előállított abrakkeverékek	8
2.3	Takarmánykiegészítők.....	10
2.3.1	Emésztőenzimek	10
2.3.2	Emulgeálószeresek	14
3	Anyag és módszer.....	17
3.1	A kísérleti kezelések.....	17
3.2	Kísérleti állatok és elhelyezésük.....	17
3.3	Kísérleti takarmányok.....	18
3.4	Adatfelvételezés.....	18
3.4.1	Teljesítményvizsgálat	18
3.4.2	Vágási teljesítmény	19
3.4.3	Kísérleti adatok statisztikai értékelése.....	20
4	Eredmények és megbeszélés	21
5	Következtetések.....	29
6	Összefoglalás	30
	Köszönetnyilvánítás	31
	Irodalomjegyzék	32

1 Bevezetés

Földünk népessége jelenleg 8 milliárd 120 millió fő (WORLDOMETER) és folyamatosan nő, ezért a mezőgazdaságnak egyre több ember fehérje igényét kell kielégítenie. Az állati eredetű élelmiszerek nagy biológiai értéküknél fogva ezt a célt jól szolgálják. A népesség húsfogyasztását tekintve a baromfihús számos előnnyel rendelkezik és az egyik legfontosabb népelelmezési cikknek mondható. A pecsenyecsirke-előállítás nagy mértékű kereslettel párosul, mert a baromfihús előállítása biológiai és gazdasági szempontból is a leghatékonyabb, vagyis az előállítás fajlagos erőforrás felhasználása jó, költsége a legkisebb a többi állattenyésztési ágazathoz viszonyítva. Előnye még, hogy kevesebb a területigénye és jó telepi menedzsment mellett kisebb a környezeti lábnyoma, mint a szarvasmarha- vagy sertéstartásé. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy a mai modern, nagy teljesítményre képes brojlerok a hizlalás során megfelelő minőségű és mennyiségű takarmányhoz jussanak.

A mezőgazdasági területek mérete Magyarországon is jelentősen csökkent az elmúlt években: 2015-2021-ig 297 ezer hektárral (KSH). Ezzel szoros összefüggésben hazánkban az állatlétszám is kis mértékben, de csökkent az elmúlt három évet tekintve: 2020-óta állategységben kifejezve a baromfi 4,3%-kal, a szarvasmarha 6,6%-kal, a sertésállomány pedig 9,8%-kal csökkent (KSH). A kisebb termőterület miatt az egyébként viszonylag stabil állatállomány takarmányellátását akkor lehet hazai, vagy csak kis mértékben import takarmánybázisra alapozni, ha növekszik a hatékonyság. Így gazdasági haszonállataink számára az egyre jobban csökkenő mezőgazdasági területeken kell megtermelnünk a szükséges mennyiségű takarmányt. Kihívást jelent továbbá a klímaváltozás, az energiaárak, ami jelentősen növeli a termelési költségeket, valamint az az elvárás, hogy a humán élelmiszerellátást és az állataink takarmányozását minél fenntarthatóbbá szükséges tenni.

Ezeknek a céloknak a megvalósulását nagyban segíti, hogy ma már számos adalék rendelkezésre áll, melyek javítják a takarmányok tápláléértékét. Az enzimkészítmények növelik a táplálóanyagok emészthetőségének hatékonyságát azáltal, hogy segítik a lebontási folyamatokat a tápcsatornában. Ma már a mindennapi gyakorlat része a gazdasági haszonállatok takarmányozásában használt emésztést segítő enzimek alkalmazása. Takarmányadalékként történő felhasználásuk egy kilogramm takarmánykeverékre vetítve, a viszonylag kis és koncentrált mennyiségtől a megadózisig történő bekeverése jelentős teljesítményjavulást eredményeznek. Az ipari abrakkeverékek összeállításakor akár több enzimet, illetve egyéb emésztést segítő anyagot együttesen is szoktak alkalmazni. A dolgozatom témáját adó kutatásban két enzim (fitáz és xilanáz) és egy emulgálószer

hatékonyságát vizsgáltuk a brojlercsirkék teljesítményére gyakorolt hatásuk tükrében.

2 Irodalmi áttekintés

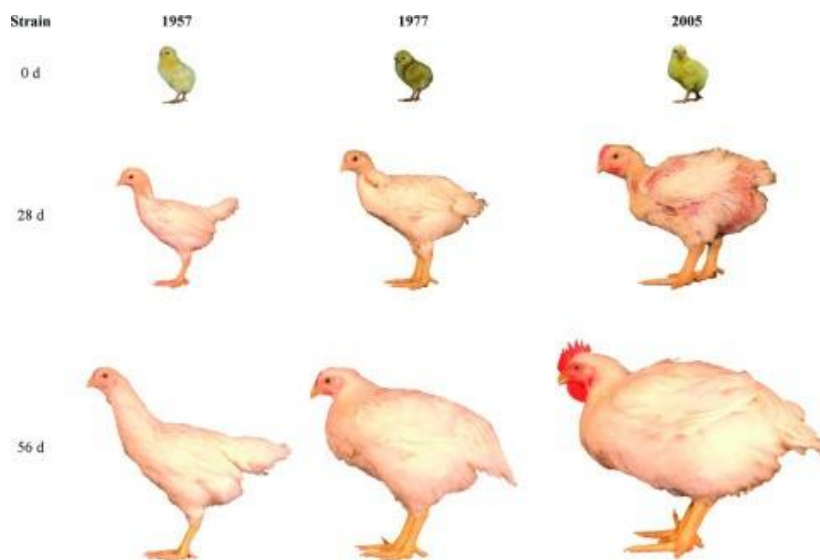
2.1 Brojlerek teljesítménymutatói

A baromfihús előállítása folyamatosan növekszik világszerte: 2000-2019 között 32,5%-kal nőtt (99,3 millió tonnáról 131,6 millió tonnára). A volumen erőteljes növekedését a brojlerek genetikai potenciálja és a tartástechnológia fejlődése okozza, de azt a Föld népességének dinamikus emelkedéséből adódó nagyobb igény is támogatja. A baromfi szektorban a brojler előállítás dominál. 2022-ben a világon 123 millió tonna csirkehúst állítottak elő, ami a teljes baromfihús-termelés 88,8%-át tette ki (OUR WORLD IN DATA, 2022). A vezető pecsenyecsirke előállító országok Kína (körülbelül: 24,2 millió tonna), az Egyesült Államok (körülbelül: 23,3 millió tonna), Brazília (körülbelül: 15,6 millió tonna) majd az Európai unió (körülbelül: 13,3 millió tonna) (FAOSTAT, 2022).

A húscsirke előállításban két vezető hibrid van, melyek teljesítménye gyakorlatilag évtizedek óta fej-fej mellett halad. Az Aviagen több mint 100 országba szállít Ross 308 brojler szülőpár állományt (AVIAGEN, 2022). A másik, jól ismert és világszerte nagy volument bíró Cobb brojler vonalat a német Cobb-Vantress cég tenyészt.

ZUIDHOF és mtsai. (2014) szerint a brojlercsirkék növekedési potenciálja több mint 40%-kal nőtt 1950 és 2005 között. A genetikai előrehaladásnak köszönhetően napjainkban a brojlercsirkék jóval korábban érik el a vágáskori testtömegüket, mint 30 évvel ezelőtt (1. kép). Korábban a madarak vágási súlya is kisebb volt, a ma jellemző 2,3 kg élőtömeget 1995-ben 52 nap alatt érték el, 2017-ben pedig már 36 hizlalási nap elegendő volt ennek a súlynak az eléréséhez (Aftab, 2019). A húshibridek takarmányértékesítése nagy mértékben javult az elmúlt években, ezáltal az állattartó telepek költséghatékonysága is javult, mert kevesebb takarmány felhasználással lehet elérni ugyanazt a húskihozatalt, mint 10, 20 vagy akár 30 évvel ezelőtt. A nagyobb növekedési erély következtében az egy termelési évben bennálló állományok (rotáció) száma nőtt. Ezen kívül a húskihozatal a grill-fertig árnyában is nőtt:

1957-ben a testtömeg 12%-át tette ki, 2001-ben pedig ez az arány 20%-ra nőtt (TALLENTIRE és mtsai., 2016).



1. kép: A brojler méretének változásai 1957 és 2005 között

Forrás: ZUIDHOF és mtsai., (2014)

A csirkefeldolgozó üzemek bevételeit az értékes húsrészek aránya jelentősen befolyásolja, hiszen a mell és a comb (primer húsrészek) jóval drágábban értékesíthető. A testek darabolása során primer húsrészek mellett a szekunder részek (nyak, far-hát, szárny, máj, abdominális zsír) jelentenek még további értéket, az egyéb részek, mint a toll, lábak, fej, vér, máj és zúza nélküli zsigerek a baromfihulladékot adják. A vágott test és testrészek minőségének általános megítélése során a húsrészek fizikai és kémiai, biokémiai, mikrobiológiai, technológiai, morfológiai, kulturális és táplálkozási tulajdonságait lehet tekintetbe venni (INGR, 1989). Jelenleg a húsminőség nem ár képző, de a fogyasztó megítélését mindenképpen befolyásolja, ha a hús nem a fajra jellemző színű és konzisztenciájú.

KOKOSZYŃSKI és mtsa. (2022) a két vezető hibrid szülőpár állomány, a Ross 308 és a Cobb 500 vegyes ivarú madarainak vágási kihozatalát hasonlítottak össze, 42 napos hizlalási időszak végén. A vágási paraméterek között nem volt szignifikáns eltérés, csupán a hasúri zsír arányában tapasztaltak jelentős különbséget a két genotípus között: a Cobb 500 brojlerek hasúri zsír aránya a duplája volt a Ross 308-nak (1. Táblázat).

Paraméterek	Ross 308		Cobb 500		P-érték	
	Kakas	Jérce	Kakas	Jérce	Genotípus	Ivar
Zsigerelt test (g)	2434	2064	2397	2148	0,77	0,001
Mell (%)	31,9	30	30,4	30,4	0,531	0,283
Combok (%)	20,9	20,4	20,5	20,9	0,992	0,951
Bőr (%)	8,3	9	8,1	8,2	0,37	0,395
Hasúri zsír (%)	0,5	0,8	1,8	1,5	0,0001	0,902
Nyak (%)	2,8	3,3	3,3	3,4	0,091	0,157
Szárny (%)	9,2	9	8,2	9,3	0,317	0,145
Maradék (%)	26,4	27,5	27,7	26,3	0,931	0,958

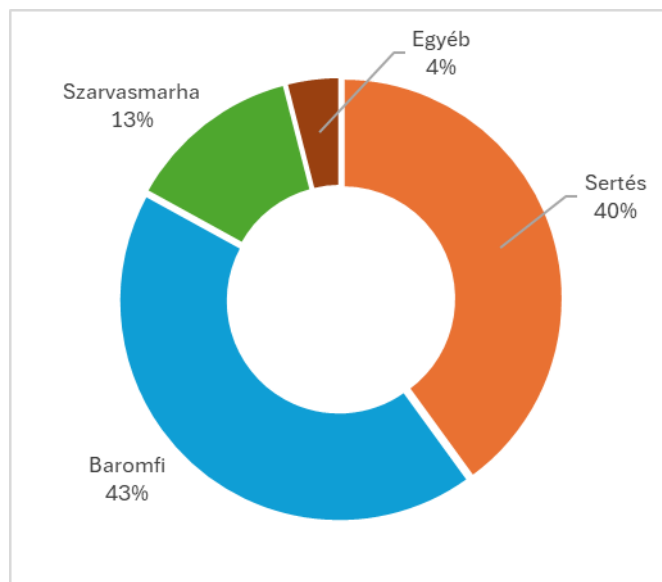
1. Táblázat Ross 308 és Cobb 500 genotípusú brojlercsirkék 42 napos kori vágási kihozatalának összehasonlítása (n=20)

2.2 Brojler takarmányok

2.2.1 Gyártás és felhasználás

Az EU 2022. évi keveréktakarmány-gyártásának megoszlása gazdasági haszonállat fajonként: sertés 34%, baromfi 32%, szarvasmarha (28%) (FEFAC, 2022). A tagállamokban a baromfi keveréktakarmány-gyártás 2023-ban növekvő tendenciát mutatott: 0,9 millió tonnával emelkedett a 2022-es évhez képest (FEFAC, 2023). Magyarország tekintetében a gazdasági haszonállatok számára előállított keveréktakarmányok felhasználásának mértéke a következőképp alakul: 43%-át a baromfi ágazat 40%-át a sertés, 13%-át a szarvasmarha ágazat használja fel (1. *diagram*). Hazánk teljes baromfiállományából (közel 40 millió darab) legnagyobb egyedszámmal a tyúkalakúak rendelkeznek (KSH, 2022).

A brojlertakarmányokat morzsázott vagy pellet formában adják a fogyasztási veszteség minimalizálása érdekében. A pelletált, 3-4 mm lyukméretű matricán préselt takarmánykeverékek a baromfi számára vonzóbbak, ráadásul a préselés következtében kialakuló 65-80° C hőmérsékleten egyes hőérzékeny antinutritív anyagok elbomlanak, ami javíthatja a táplálóanyagok emészthetőségét. A gyártási folyamat során a hőmérséklet növekedése azonban egyes adalékként használt emésztő enzim esetében probléma lehet, amennyiben ezek hőstabilitása kisebb, így a pelletálás helyett dercés forma is előfordul a gyakorlatban (GREENWOOD és mtsai., 2005; LEMME és mtsai., 2006).



1. *Diagram: 2016-ban Magyarország takarmánykeverék gyártásának megoszlása haszonállat fajonként*
Forrás: FEFAC (2016)

2.2.2 Brojler takarmányok alapanyagai

Magyarország a jellemző takarmányozási hagyományai miatt fehérjehordozók importjára szorul. A szójadara kiegyensúlyozott aminosav-összetétele miatt értékes fehérjeforrás a brojlerok számára. Tápláléértékét azonban az antinutritív anyagok, különösen a tripszin inhibitor jelenléte korlátozhatja, de hőkezeléssel ezek aktivitása jelentősen csökkenthető (VAN EENENNAAM és YOUNG, 2014; DAVISON és mtsai., 2017). A szójadara esetében metionin kiegészítésről gondoskodni kell, mert hüvelyesek limitáló aminosava a metionin.

A repcemagot hosszú ideig a benne található antinutritív anyagok miatt nem szívesen alkalmazták takarmányozási célra. A többi keresztesvirágú növényhez hasonlóan, az állat anyagforgalmát károsító anyagokat, glükozinolátokat, erukasavat, a tannint és a szinapint tartalmaz. A nemesítő munka eredményeként azonban ezen anyagok mennyisége jelentősen lecsökkent, így etetésük bizonyos korlátok között nem okoz problémát. A brojlercsirkék takarmányadagjában a repcedara nevelő szakaszban maximum 10%, a befejező szakaszban maximum 15%-os részarányban ajánlott használni. A teljes olajtartalmú (full-fat) repcemag a brojlereknek az energiaellátását jelentősen javíthatja (FÉBEL, 2018).

A DDGS a gabonából előállított etanolgyártás során képződő melléktermék. Az USA-ban és hazánkban a legjelentősebb alapanyaga a kukorica, de a búzát, a cirkot, rozst, illetve a cukornádat is alkalmazzák a világ több országában (FÉBEL, 2018). A baromfifajokkal végzett kutatások egy része arról számol be, hogy a DDGS etetésekor romlik a brojlerok fajlagos takarmányértékesítése (Jang és mtsai, 2022). Más kísérletekben nem tapasztaltak ilyen negatív hatást (Damasceno és mtsai, 2020). A DDGS brojlercsirkék takarmányába akár 18% mennyiségben is alkalmazható (HEINCINGER és mtsai, 2011).

A kukorica a bioetanol-gyártás és keményítő előállításának is az egyik legfontosabb alapanyaga. A keményítő kivonása után képződő CGF (corn gluten feed - kukorica glutén takarmány) viszonylag nagy fehérjetartalommal, de gyenge minőségű, nem kiegyenlített aminosavösszetételű fehérjével rendelkezik. A brojlercsirke nagy energia- és fehérjeigénye miatt a CGF nem tekinthető a táp ideális alapanyagának, ezért az ajánlott maximális részaránya 10 % (ROCHELL és mtsai., 2011).

Az extrahált szójadarához viszonyítva mindhárom termék nyersfehérje-tartalma kisebb. A repcepogácsában 35,6%, a DDGS-ben 29,5%, a CGF-ben pedig 21,7%, szemben a szójadara 43-48% értékével. Ezek az adatok egyértelműen mutatják, hogy egyik termék sem képes 100%-ban helyettesíteni a szójadarát. A repcepogácsa a DDGS-hez és a CGF-hez

viszonyítva nagyobb mennyiségű nyersfehérjét tartalmaz, kéntartalmú aminosavakban gazdag.

2.2.3 Brojlerek számára előállított abrakkeverékek

A tenyésztő cégek által megadott táplálóanyag tartalomra vonatkozó ajánlásokat számos receptúra kielégítheti. A keveréktakarmány gyártás során használt alapanyagok körét az adott éghajlati viszonyok, az országban elérhető komponensek köre és az alapanyagok ára is nagyban befolyásolja. Indiában például a kukorica mellett olaj mentes rizs korpát, napraforgóolaj sűrítményt, szójababot, földimogyoró olaj sűrítményt és akár nagy mennyiségű (9%) hallisztet is használnak brojler takarmányokban (CHURCHILL és mtsai., 2000). Ezzel szemben a közép-Európai régióban általában kukorica szója alapú, esetleg búzát is tartalmazó keverékeket etetünk. A hallisztet kisebb arányban (2-5%) és csakis a hizlalás elején (indító, nevelő és befejező szakasz) használjuk (PREMATHILAKA és mtsai., 2020).

A 2. táblázat magyarországi jellemző takarmánykeverékek összetételét és táplálóanyag tartalmát mutatja. A kísérletekben említésre került, hogy az alaptakarmányok a gyakorlatban alkalmazott takarmányokhoz hasonló összetételű, esetleg kereskedelmi forgalomban kapható abrakkeverékek voltak. Látható, hogy hazánkban a 90'-es évektől napjainkig nem volt jelentős változás a takarmányok összetételében, a keverékek fő alapanyaga a búza (30-35%) és a kukorica (30-40%, esetenként 60%) és a szójadara (16-30%).

Kutatás	Kontrol tápok (K) összetétele (%)	Nyerst Rost (%)	Nyers fehérje értéke (%)	Energia (MJ/Kg)	Össz. Foszfor (%)
GIPPERT és mtsai: (1993)	Búza: 30%, Kukorica: 39%, Sójadara: 19%, Halliszt 3,8%, Zsírpor 3,2%	<u>Indító fázisban:</u> Kontrol: 2,38, Kiséretben: 2,57 <u>Nevelő fázisban:</u> Kontrol: 2,33 Kiséretben: 2,75-3,09	Indító fázis:22,00, Hizlalás alatt: 19,50	Indító fázis: 12,50, Hizlalás alatt: 12,70	Indító fázisban: 0,7% Hizlalás alatt: 0,65%
NÉMETH és mtsai. (2004)	Búza: 35%, Kukorica: 28-37%, Full-fat szója: 0,6-0,7%, Extrahált szójadara: 24-18%, Repce mag: 2-3,5%, Napraforgó olaj 1,4-2,1%	nincs adat	1. fázis:19,48, 2. fázis:18,07	1. fázis:12,59 2. fázis: 12,82	nincs adat
RIGÓ és mtsai., (2009)	Kukorica: 33-39%, Extrahált szójadara 25-15%, Búza 18-20%, Full-fat szója 8-10%, Takarmányliszt 4%, halliszt 3-2,5%	1. fázis: 3,44, 2. fázis: 3,21, 3. fázis: 3,23	1. fázis:22,51, 2. fázis:19,50, 3. fázis:18,01	1. fázis:12,64, 2. fázis:130,6, 3. fázis:13,18	1. fázis: 0,74, 2. fázis: 0,70, 3. fázis: 0,65
ESSŐSZE és mtsai., (2020)	Búza: 35%, Kukorica: 28-37%, Full-fat szója: 0,6-0,7%, Extrahált szójadara: 18-24%, Repce mag: 2-3,5%, Napraforgó olaj: 1,4-2,1%	1. fázis: 3,20 2. fázis: 3,21, 3. fázis: 3,43, 4. fázis: 3,50, 5. fázis: 3,57	1. fázis:20,78, 2. fázis:19,11, 3. fázis:18,86, 4. fázis: 18,58, 5. fázis: 18,61	1. fázis:12,50, 2. fázis:12,98, 3. fázis:12,92, 4. fázis: 13,16, 5. fázis: 13,15	1. fázis: 0,63, 2. fázis: 0,54, 3. fázis: 0,52, 4. fázis: 0,49, 5. fázis: 0,47
SZILÁGYI- TOLNAI, (2023)	Kukorica: 32-34%, Búza: 27-32%, Napraforgó préselvény: 1-3%, Szójaliszt: 16-29%, Extrudált szójaliszt: 4-6%, Takarmány élesztő: 1%, Növényi zsír: 1-4%	1. fázis: 3,37, 2. fázis: 3,51, 3. fázis: 3,7, 4. fázis: 3,88	1. fázis:21,58, 2. fázis:20,28, 3. fázis:19,05, 4. fázis: 18,28	1. fázis:12,23, 2. fázis:12,47, 3. fázis:12,81, 4. fázis: 13,01	1. fázis: 0,63, 2. fázis: 0,55, 3. fázis: 0,52, 4. fázis: 0,49

2. táblázat: A Magyarországon néhány, brojlerekkel végzett vizsgálatban etetett tipikusnak tekintett kontroll takarmány összetétele 1993 és 2023 között (saját gyűjtés)

2.3 Takarmánykiegészítők

A takarmányok táplálóanyagtartalmát a komponensek megválasztásán túl, az adalékok célirányos használatával is javítani lehet. Ezeknek az adalékoknak számos funkciója van (a takarmány eltarthatóságának növelése; a táplálóanyagok pótlása, komplettálása; a takarmány fizikai minőségének és homogenitásának javítása). Amennyiben a táplálóérték javítása az emészthetőség vagy a hasznosulás javítását jelenti, úgy az gazdasági és környezetvédelmi szempontból is előnyt jelent.

2.3.1 Emésztőenzimek

Az elmúlt évtizedek egyik jelentős innovációja volt a takarmányiparban a különböző enzim kiegészítések alkalmazása. A témában hazánkban már a 90'-es években végeztek kutatásokat, amiben a baromfitakarmányok enzimkiegészítésének hatását értékelték a brojlerok teljesítményére (GIPPERT és mtsai., 1993). Ma már a mindennapi gyakorlat része, hogy a keveréktakarmányokhoz úgynevezett exogén enzimeket kevernek. Az exogén enzimek közé tartoznak: a nem keményítő-szerű poliszacharidokat (NSP) bontó enzimek, mint a xilanázok, β -glükánázok, cellulázok, pektinázok, de a gyakorlatban használnak még kiegészítésként proteázokat, amilázt és fitázt is melyek javítják a takarmányfelhasználást és megfelelő alkalmazás esetén ennek eredményeként csökkentik a baromfielőállítás környezeti lábnyomát (WANG és mtsai., 2005; HANDA és mtsai., 2020). Az amiláz és a különböző proteázok bekeverésével a fiatal állatok esetében nagymértékben javítható a teljesítmény, hiszen fiatal korban a még elégtelen enzimtermelés lehet a korlátja a táplálóanyagok hasznosulásának. A leggyakrabban a takarmányiparban a fitáz(oka)t és az NSP enzimeket használják. Az AVIAGEN TARTÁSTECHNOLÓGIAI KÉZIKÖNYV (2018) is javasolja a brojlerok számára kínált takarmánykeverékek fitáz és az NSP bontó enzimek kiegészítését.

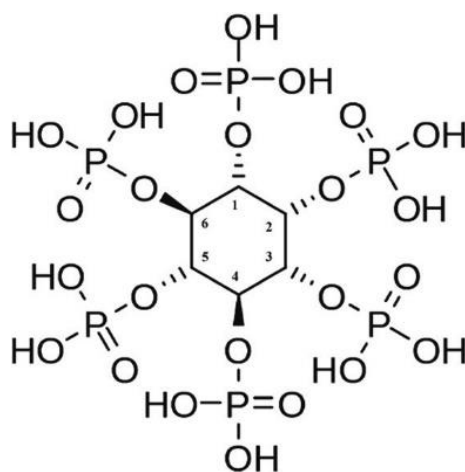
Fitáz enzimek

Az intenzív állattartásból származó foszforszennyezés az elmúlt években súlyos problémát jelent. Ennek oka, hogy a monogasztrikus állatok nem képesek a takarmánykeverékek főbb alapanyagaiban (kukorica-szója-búza) található fitátot lebontani (MULLANEY és mtsai., 2000).

A takarmány alapanyagként felhasznált növények nagy részében található fitinsav a makro- és mikroelemekkel sókat képez. A nagy molekulásúlyú vegyületek, mint a fitinsav által létrejött óriáskomplex nem képesek felszívódni a baromfi emésztőrendszerében. Ezek

az anyagok a növények érése során a magban halmozódnak fel és raktározzák a foszfort. „A fitinsav (mioinozit-1,2,3,4,5,6-hexakisz-dihidrogén foszfát) a növények szerves foszfor tartaléka, hidrolízise során szervesetlen foszfát és mioinozit képződik, emellett köztes termékek is keletkezhetnek: mioinozit-penta (IP5), -tetra (IP4), -tri (IP3), -di (IP2) és monofoszfát" (TISCHLER., 2018).

A kérődző állataink a fitinsavat foszforforrásként fel tudják használni, ugyanis az emésztőtraktusukban élő baktériumok fitátot bontó fitáz enzimet termelnek. A monogasztrikus állatok azonban nem rendelkeznek a tápcsatorna első szakaszában fitázt szintetizáló baktériumokkal, így nem tudják foszforforrásként használni a fitinsavat, és az bélsárral vagy az ürülékkel távozik a környezetbe.



3. ábra: A fitinsav szerkezete (mioinozit-1,2,3,4,5,6-hexakisz-dihidrogén foszfát)

A világ azon területein, ahol nagy sűrűségű az intenzív állattartás (sertés és baromfi), ott a foszforban dús trágya szántóföldekre történő kijuttatása hozzájárult a felszíni vizeink eutrofizációjához. Emellett a fitát antinutritív tulajdonságokkal is rendelkezik, komplexeket képez fehérjével és kétértékű kationokkal, melyek gátolják az emészthetőségüket (BLOOT és mtsai., 2023). Ha mikrobiológiai úton előállított fitáz enzimet adunk a takarmányhoz, a fitin-kötésben lévő foszfor nagy része felszabadul és hasznosul, ami egyúttal a magas takarmány költségeinket is csökkentheti (TOSSENBERGER és BABINSZKY, 2006). A gazdasági haszonállatok takarmánykeverékében ma már szinte nélkülözhetetlen a hozzáadott fitáz enzim. Ennek mértéke azonban változó lehet (NAKASHIMA és mtsai., 2006).

A fitáz enzimek a foszfatázok egy osztálya, amelyek a fitát (mio-inozitol-hexafoszfát) foszfomonoészter kötéseit hidrolizálják és foszfort szabadítanak fel, de elsősorban a szerves foszfátokat hidrolizálja.

A fitinkötésben lévő foszfor felszabadításához alkalmazott fitáz enzim aktivitását úgynevezett fitáz egységben határozták meg (FTU). A mértékegységet egy kilogramm takarmányra vetítve alkalmazzuk. A klasszikus meghatározás szerint egy FTU az az enzim aktivitás, mely 1 μ mol szerves foszfátot szabadít fel 1 perc alatt 5,5 pH-n, 37° C-on (AFIFY és mtsai, 2011). A fitáz enzimeket mikroorganizmusok, például baktériumok, élesztőgombák és gombák felhasználásával állítják elő. A fitáz előállítására számos mikroorganizmus faj áll rendelkezésre, de ezek közül csak nagyon keveset használnak kereskedelmi forgalomban. Problémák egy része az, hogy nem képesek ellenállni a szélsőséges hőmérsékleteknek, korlátozott pH-tartomány, instabilitás és a magas előállítási költségek is jellemezhetik. A napjainkban folyó fejlesztések kiterjednek az enzimek stabilitásának javítására is (HANDA és mtsai., 2020).

A baromfi tápcsatornájában elenyésző mennyiségben van jelen ez az enzim és a két leggyakrabban használt baromfi takarmány alapanyag, a kukorica és a szója együttes endogén fitáz aktivitása is csak 20 FTU/kg-ra tehető, ezért a jobb hasznosulás érdekében exogén fitázt szükséges a brojlerek takarmányhoz keverni (LIEBERT és mtsai, 2005) az általánosan elterjedt gyakorlat szerint 500-1000 FTU/kg takarmány mennyiségben (GIPPERT és mtsai., 1999; RYCHEN és mtsai., 2016; AHMED és mtsai., 2024). A fitáz enzim hatékonyságáról számottevő tapasztalattal rendelkezünk, általában a telepi gyakorlat is visszaigazolta azokat a kutatási eredményeket, amelyek a fitáz hozamfokozó hatásáról számolnak be (ALSHAMIRI és mtsai, 2020). A korábban alkalmazott adagolási mennyiségnél magasabb mértéket szuperdózisnak nevezzük. Baromfik esetében a szuperdózist 1000 FTU/kg takarmány mennyiségtől számítjuk. MOITA és SUNG WOO (2022) egy átfogó tanulmányban gyűjtötték össze a 2000-2022. közötti időszakban megjelent, fitázzal végzett kísérletek eredményét. A tanulmány megállapítja, hogy a P emészthetőség javulásán túl a fitáz enzim alkalmazása esetén brojlereknél számítani lehet a takarmány többi táplálóanyagának, elsősorban az aminosavak és az energia emészthetőségének javulására, a béltartalom viszkozitásának csökkenésére, sőt akár a tápcsatorna felszívó felületének növekedésére is. Mindezen hatásmechanizmusok miatt a fitáz szinte minden korcsoport esetében hatékonyan javítja a termelési eredményeket. SELLE és mtsai., (2007) tanulmányukban a fitáz és más enzimek használatának a monogasztrikus állatok takarmányozásában következményeit elsősorban a fenntarthatóság szempontjából

elemezték, beleértve a foszfor hasznosulásának javítását és a környezeti terhelés csökkentését. A szuper dózis alkalmazásának előnyeiről egyes szerzők már a 2000-es évek elején említést tettek (COWIESON és BEDFORD, 2009; ADEOLA és mtsai., 2011; WALK és mtsai., 2012). A gyártók nagyjából egy évtizede kezdték egyes kereskedelmi forgalomban lévő tápokban is alkalmazni a szuperdózisú fitázt. Ennek előnyét az alábbiakkal magyarázzák: a fitinsav nagyfokú hidrolízise miatt több hasznosítható ásványi anyag (kalcium, foszfor), aminosav és keményítő áll rendelkezésre. Ezáltal javul a csontok egészsége, a táplálóanyagok emészthetősége és a növekedési teljesítmény is. A szuperdózisú fitáz kiegészítéssel együtt nem jellemző más enzim alkalmazása a receptúrában (COWIESON és mtsai., 2006; KRISELDI és mtsai., 2021).

NSP bontó enzimek

Ismert, hogy a baromfi fajok, főként a tyúkalkatúak rostemésztése rendkívül korlátozott. A xilánok a cellulóz után a második legnagyobb mennyiségben előforduló rostalkotó poliszacharidok természetben. Az együregű gyomrú állatok nem tudják szintetizálni a xilán és más nem keményítő szerű (NSP) poliszacharid hidrolíziséhez szükséges enzimeket (COLLINS és mtsai., 2005), így a monogasztrikusok esetében a rostok a vékonybél végéig szinte érintetlenül haladnak át. A rostalkotókat lebontó endogén enzimek hiánya lehetővé teszi az NSP anyagok számára, hogy gátat képezzenek a vékonybélben maradt tápanyagok emésztésében, ami ezt követően növeli az emésztő traktus ezen részének viszkozitását. Ez a táplálóanyagok felszívódásának csökkenését, ezáltal a teljesítmény csökkenését okozhatja. Erre a problémára reagálva a sertés és baromfi takarmányba exogén enzimeket keverhetünk. Xilanáz használata esetén a xilánt kisebb egységekre, főként cukrokká bontják le, ami csökkenti a bél viszkozitását és javítja a táplálóanyagok hasznosulását (ARAGON és mtsai., 2018). A kalászos gabonák búza, rozs, tritikálé használata gyakori. Ezekben azonban magas a rost típusú antinutritív anyagok aránya, ami indokolja az NSP bontó enzimek használatát.

A xilanáz a xilán lineáris poliszacharidjait xilózzá bontja, ezáltal képes lebontani a hemicellulózt, ami a növényi sejtfal egyik fő alkotóeleme (TIWARI és mtsai., 2020). Az endo-1,4- β -xilanáz az emésztő enzimek azon osztályába tartozik, amelyek a xilán lineáris poliszacharidjait xilózzá bontják, ezáltal képes lebontani a hemicellulózt, ami a növényi sejtfal egyik fő alkotóeleme (TIWARI és mtsai., 2020). Mértékegysége a TXU = hőstabil endoxilanáz aktivitás, de gyakran vele együtt adják meg a TGU = hőstabil β -glükanáz aktivitást is ugyanis sokszor használják együtt a kettőt.

Az előállítás során azt használjuk ki, hogy a xilanolitikus enzimeket számos mikroorganizmus képes termelni. A takarmányiparban a bakteriális eredetűeket általában előnyben részesítik a gomba eredetű xilanázokkal szemben, mivel az előbbieket extrém környezeti körülmények között is megtartják aktivitásukat (KUMAR és mtsai., 2016). Az előbbi termelési szintje alacsonyabb, mint az utóbbié. A széles pH- és hőmérséklet-optimum, valamint a szélsőséges körülmények közötti jó stabilitás a széles szubsztrát-specifitáson túl a bakteriális xilanázokat előnyösebbé teszi a gombákból származókkal szemben (VERMA és mtsai., 2019). A gyártó cégek többsége által javasolt bekeverési mennyiség 280–840 TXU/kg takarmány; a hőstabil xylanáz több tanulmányban is 125–375 TGU/kg takarmány mértékű szerepeltetése pozitív eredményt hozott (AQUILINA és mtsai., 2012; BOGUHN és mtsai., 2010; BORIES és mtsai., 2008).

A β -glükánáz kiegészítés a brojlerek takarmányában csökkenti a béltartalom viszkozitását, javítja a β -glükán hidrolízisét és fokozta a táplálóanyagok emészthetőségét (HESSELMAN és AMAN, 1986). KOCHER és mtsai. (2002) vizsgálatában a kukorica-szójadara alapú takarmányokban a celluláz és hemicelluláz kiegészítés jelentős javulást hozott a brojlercserkék növekedési teljesítményében. A hemicelluláz magas dózisban való kiegészítése jelentősen javította a takarmány metabolizálható energia tartalmát és csökkentette az ürülék nedvességtartalmát, javította továbbá a fehérje ileális emészthetőségét is (KOCHER és mtsai., 2002).

2.3.2 Emulgeálószer

Az emulgeálószer olyan molekulák, amelyek egyik része hidrofíl, a másik része hidrofób polaritással rendelkezik. A molekula hidrofíl részével a vízben, hidrofób része pedig az olajcseppben oldódik. Így az emulgeálószer eloszlatva tudja tartani az olajcseppeket az emulzióban, ami segíti a lipidek emészthetőségét és felszívódását, mivel az enzimek nagyobb felületen kezdhetik el a bontást (PY ZHAO és mtsai., 2015).

A lizofoszfolipideket (LPL) emulgeálószernek tekintik, ide tartozik például a szójalecitin, a tejből származó kazein, a lizofatidilkolin vagy a lizolecitin (lecitin), az epesók, a glicerinn-polietilén-glikol-ricinoleát és a nátrium-sztearoil-2-laktát (FA SIYAL és mtsai., 2017).

A zsírok vagy lipidek nagy energiatartalmuknak köszönhetően növelik a baromfi takarmányok energiatartalmát, és segítik a zsírban oldódó vitaminok és más anyagok felszívódását, valamint esszenciális zsírsavakat biztosítanak (HOSSAIN és DAS, 2014). A tápcsatornában emésztetlen zsírok csökkentik a táplálóanyagok felszívódását, amely

fokozza a nedves alom kialakulásának esélyét is. A nevelő időszakban a nedves alom hatására megnő az ammóniakibocsátás, ezáltal a légúti megbetegedések gyakorisága, a talpfekély megjelenése és súlyossága. A megnövekedett egészségügyi problémák hatására csökken a teljesítmény, megnőhet az állományokban a sántaság és az elhullás is (ZAMPIGA és mtsai., 2016).

A fiatal madarak esetében az emulgeálószer használata jótékony hatású, mivel a gyengébb lipázaktivitás és az epesók termelésének hiánya miatt még gyenge a zsírok emésztése. A madarak fejlődésével a lipázaktivitás és az epesók mennyisége növekszik. A lipázok hatékonyságát korlátozza, ha a bél lumenében nem képződnek apró micellák, ezáltal csökken a zsír emészthetősége (LEESON és ATTEH, 1995). A micellák kialakulását segítik elő a biofelület aktív anyagok, például a lizofoszfolipidek, a lecitinek és a lizolecitinek (SOARES és LOPEZ-BOTE, 2002). A kereskedelmi brojler takarmányokban a nevelés első szakaszában mindenképpen célszerű az alkalmazásuk.

A különböző baromfifajokon végzett korábbi kutatások azt mutatják, hogy a takarmányok emulgeálószerekkel - lizofoszfolipidekkel és lizolecitinekkel - történő kiegészítése kompenzálhatja a teljesítmény-csökkenéssel járó hatásokat és a keveréktakarmányok metabolizálható energia (ME) tartalma is csökkenthető mintegy 100 kcal/kg-mal az optimális szinthez képest (HAETINGER, 2021; NEMATI és mtsai., 2021). Emellett CHEN és mtsai. (2019) valamint VIÑADO és mtsai. (2020) eredményei azt mutatták, hogy a lizofoszfolipid kiegészítés pozitívan befolyásolja a bélhám struktúrát, a vizsgálatokban a brojlercsirkék bélmorfológiai jellemzőire kedvező hatású volt.

WICKRAMASURIYA és mtsai. (2022) brojlerrel végzett kísérletükben 1 kilogramm takarmányra vetítve egy 1200 TXU/kg xilanáz, 150 TGU/kg glükánáz, 700 U/kg invertáz, 5000 U/kg proteáz, 500 U/kg celluláz, 12000 U/kg amiláz és 60 U/kg mannáz keverékéből álló multienzimet használtak az emulgeálószer mellett, és arra az eredményre jutottak, hogy az emulgeálószer és a multienzim kiegészítés a negatív kontroll takarmányban (a standard energiatartalmú takarmányhoz képest 100 kcal/kg-mal csökkentett energiatartalmú takarmány) növeli a brojlercsirkék súlygyarapodását és javítja a takarmányértékesítését, valamint a táplálóanyagok emészthetőségét. A máj, a lép és a zúzó gyomor relatív súlyát a kezelések nem befolyásolták.

2.1. CÉLKITŰZÉS

A témában megjelent kutatások eredményei alapján megállapítható, hogy a brojlercsirkék teljesítményét a takarmányhoz adott fitáz és xilanáz kiegészítéssel javítani lehet. Ugyancsak igazolást nyert, hogy az emulgeáló szerek is javíthatják a hústípusú baromfi növekedési teljesítményét. Ma a takarmányipar számos adalékot használ a baromfi számára előállított ipari abrakkeverékek gyártása során. Kérdésként merül fel, hogy valóban szükséges-e az adalékok együttes alkalmazása.

A jelen brojlerekkel végzett kísérlet célja annak vizsgálata volt, hogy kukorica-búza-szójadara alapú, xilanázt és fitázt egyaránt tartalmazó keveréktakarmány esetében érdemes-e emulgeálószer alkalmazni a hizlalási és vágási teljesítmény fokozása céljából. További cél volt annak vizsgálata, hogy a fitáz kiegészítés mértéke befolyásolja-e az emulgeáló hatását.

3 Anyag és módszer

A kísérletet MATE, Kaposvári Campus, Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszékén végeztük. 2022. év végén Kísérlet engedélyszáma: SO/31/00815-3/2022. Titán-dioxid használatának engedélyszáma: SO/31/00944-5/2023.

3.1 A kísérleti kezelések

Takarmánykiegészítőként minden kísérleti takarmánykeverékben 200 g/t xilanáz enzimet, valamint eltérő dózisban egy piaci forgalomban kapható fitáz enzim készítményt és egy emulgeálószer kevertünk. A kísérlet 2 x 2 faktoriális elrendezésű volt, a fitáz enzim kiegészítés mértéke 150 és 300 FTU/kg volt, az emulgeáló szert 0 és 0,5 g/kg mennyiségben kevertük a takarmányokhoz. A kísérleti kezeléseket és az alkalmazott adalékok kísérleti takarmányokba kevert dózisát az 4. Táblázat foglalja össze.

Kezeléskód	Fitáz enzim (FTU/kg takarmány)	Emulgeálószer (g/t takarmány)
A	150	0
B	150	500
C	300	0
D	300	500

4. Táblázat: Kísérleti kezelések

3.2 Kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérletbe Ross-308 típusú, intenzív növekedési erélyű napos brojler kakasokat (n=1344) állítottunk be (336 madár/kezelés, kezelésenként 14 fülkében, 24 madár/fülke). A kísérleti állatokat egyedi szárnyjelölővel láttuk el, amely lehetővé tette az egyedi élőtömeg nyomon követését.

A terem hőmérsékletét, valamint a megvilágítás hosszát és intenzitását a hibrid igényeihez igazítva állítottuk be a tenyésztő cég ajánlásainak megfelelően (Aviagen, 2019), alomanyag friss faforgács volt, környezet-gazdagításként műanyag, színes cipőkanalakat használtunk.

3.3 Kísérleti takarmányok

Háromfázisos takarmányozást alkalmaztunk (indító: 1-14 napos korban, 7 napos korig dercés, azt követően granulált; nevelő: 15-28 napos korban, granulált; befejező: 29-35 napos korban, granulált). Négy takarmány kezelés hatását vizsgáltuk, a kísérleti takarmányok csak a 4. táblázatban feltüntetett kiegészítésben tértek el egymástól (A takarmányok összetétele az 1. sz. mellékletben található). A kísérleti alaptakarmányok búza-kukorica-napraforgó alapúak voltak. A kezelések összetételét és főbb táplálóanyag tartalmát a 5. Táblázat mutatja be.

A takarmányok jelölőanyagként 0,5%-ban TiO_2 -ot tartalmaztak.

Táplálóanyagok	Indító fázis (1-14. nap)	Nevelő fázis (15-28. nap)	Befejező fázis (29-35. nap)
AME MJ/kg	12,2	12,6	12,9
Nyersfehérje %	22,0	20,0	18,5
Kalcium g/kg	7,9	6,6	6,0
Emészthető foszfor g/kg	2,9	2,4	2,1
Rosttartalom (g/kg)	34,1	36,8	37,7

5. Táblázat A kontroll takarmányok mért táplálóanyag-tartalma

3.4 Adatfelvételezés

3.4.1 Teljesítményvizsgálat

A brojlerok egyedi élőtömegét telepítéskor, a 14., 28. és 35. napon mértük gramm pontossággal. A takarmányfogyasztást az élősúlymérések napján fülként mértük. Az

átlagos napi takarmány felvételt, a napi átlagos tömeggyarapodást és a takarmányértékesítést az élőtömeg mérések közötti intervallumokra számítottuk ki. A kísérleti időszakban az állatok általános egészségi állapotát folyamatosan ellenőriztük, és az esetleges elhullások dátumát és okát az elhullási naplóban rögzítettük.

3.4.2 Vágási teljesítmény

Próbavágás során értékeltük a madarak vágási teljesítményét. Egy napos koplaltatást követően a kísérlet 36. napján kezelésként 10 madarat a hatályos jogszabályoknak megfelelően (40/2013. (II.14.) Korm. r.), CO₂-dal történő kábítást követően kivégeztettünk, majd a vágott testet daraboltuk és lemértük a primer- (mell, combok) és szekunder húsrészek (szárnyak, farhát, nyak) valamint a máj és a hasüri zsír súlyát. Az adatok feldolgozása során a húsrészek arányát a vágott test %-ban is kifejeztük. A grill fertig súlyt az értékes húsrészek (mell és combok), a szárny és a farhát súlyából számítottuk.

A kísérlet során felvételezésre került adatokat a 6. Táblázat foglalja össze.

Vizsgálatok	Paraméterek	Időpont	Megjegyzés
Teljesítmény	Élősúly (g/nap)	telepítéskor, 14., 28. és 35. napon	valamennyi madár, egyedileg
	Takarmányfelvétel (g/nap)	fázisváltások alkalmával	fűlként, heti beméréssel
	Átlagos napi súlygyarapodás (g/nap)	élősúlymérések közötti intervallumokban	valamennyi madár, egyedi átlag
	Takarmányértékesítés (kg/kg)	élősúlymérések közötti intervallumokban	valamennyi madár, egyedi átlag
<i>Post mortem</i>	Próbavágás (g)	36-37. napon	primer és szekunder húsrészek, 10 madár/kezelés

6. Táblázat A teljesítmény- és húskihozatal vizsgálatok során felvett adatok

3.4.3 Kísérleti adatok statisztikai értékelése

A kísérleti adatokat kéttényezős varianciaanalízissel elemeztük (SAS OnDemand for Academics, 2021), a kísérleti kezelések alapján a statisztikai modellben a független változók a fitáz szint (150 és 300 FTU/kg) és az emulgeálószer használata (nem vs igen) volt. Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey-teszttel ellenőriztük (SAS OnDemand for Academics, 2021).

$$Y = \mu + A_i + B_j + A_i \times B_j + e_{i,j,k}$$

A_i = fitáz szint ($i=150, 300$ FTU/kg takarmány)
 B_j = emulgeálószer ($j=0, 500$ g/t takarmány)
 $e_{i,j,k}$ = véletlen hatás

4 Eredmények és megbeszélés

Az élősúlyok tekintetében a variancia-analízis eredménye azt mutatta, hogy a kezelések között nem volt interakció ($P>0,05$), így a kísérleti kezelések értékelését a fitáz és az emulgeálószer alkalmazásának mértéke alapján mutatjuk be (3. diagram). Az emulgeálószernek nem volt statisztikailag igazolható hatása a madarak teljesítményére. Az eltérő fitáz enzim dózisok brojlerek élősúlyára gyakorolt hatása viszont igazolható volt a kísérlet teljes ideje alatt. A kísérlet 1. napján (telepítéskor) mért élősúlyok között még nem volt szignifikáns eltérés. A 14. napon az egyes csoportokban mért adatok statisztikailag igazolt eltérést mutattak: a 300 FTU/kg fitáz dózist fogyasztó csoport 4%-kal nagyobb élősúlyt ért el, mint a 150 FTU/kg-ot fogyasztó csoport ($p<0,05$).

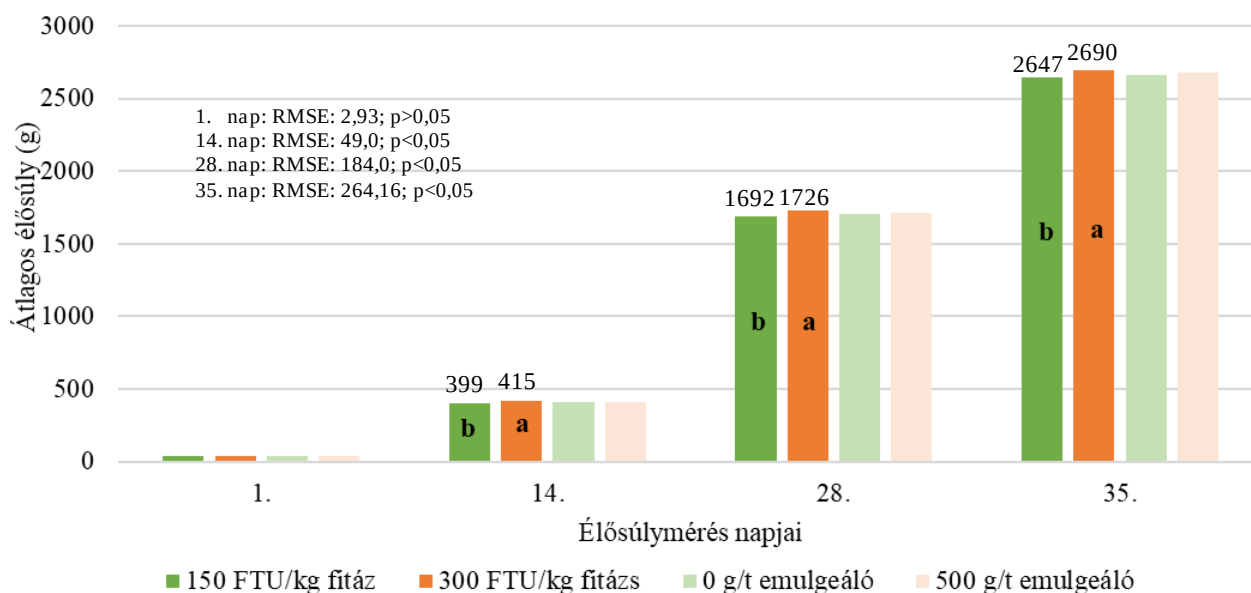
SINGH és mtsai., (2013) kísérletükben, kukorica és szója alapú takarmányt használtak brojlereknél, és azt az eredményt kapták, hogy az 500 FTU/kg fitáz enzimmel kiegészített kezelést fogyasztó csoport 8%-os javulást mutatott a madarak élősúlyában a hizlalás 21. napján a kontroll csoporthoz képest. VIVEROS és mtsai., (2002) kutatásukban három hetes brojlereknél 500 U/kg fitáz kiegészítés hatására statisztikailag igazolt különbséget kaptak a kontroll csoporthoz képest, kukorica (70%) és szója (21%) alapú takarmány etetése esetén.

Kutatásunkban, a 28. napon mért adatok alapján a kisebb fitáz dózis (150 FTU/kg) esetén a madarak 2%-kal kisebb élősúlyt ért el, mint a nagyobb dózist (300 FTU/kg) fogyasztó csoportok ($P<0,05$).

Az AVIAGEN (2018) ajánlása Ross 308-as brojler kakasoknak 28. napos korra 1697g-os élőtömeget határoz meg. Kísérletünkben a kisebb fitáz dózisban részesült madarak (150 FTU/kg) élőtömege ennek megfelelő, 1692 g volt. A nagyobb fitáz dózist fogyasztó madarak átlagos élőtömege 1726 g volt, ami 1,6%-kal nagyobb, mint a tenyésztői célérték. A kísérlet 35. napján mért élősúly adatok szerint szignifikáns különbség mutatkozott: a 300 FTU/kg fitáz csoport élősúlya 2690 gramm volt, míg a másik csoportok átlagos élősúlya 2647 gramm volt, ami 1,6%-os különbséget jelent ($p<0,05$). A 2441 g tenyésztői célértékekhez képest (AVIAGEN, 2022) ez 10,2%-kal nagyobb élősúlyt jelent.

WU és munkatársai (2004) 22 nap hizlalási idő alatt, búza és szója alapú takarmányokba kevert 500 PU/kg fitáz kiegészítéssel 17,5%-os, xilanázzal (1000 XU/kg) és ugyanezzel a fitáz dózissal pedig 19,8%-os többletsúlyt tudott elérni a brojlereknél.

Kezeléshatás a brojlerek élősúlyára



3. Diagram: A kísérleti kezelések hatása a brojlerek élősúlyára

A 7. Táblázat az egyes csoportokban mért átlagos napi takarmányfelvételt, átlagos napi súlygyarapodást és a takarmányértékesítést foglalja össze. Minden vizsgált paraméter esetében elmondható, hogy a hozzáadott emulgeálószernek nem, csak az eltérő fitáz dózisok esetében volt kezeléshatás. A kezelések közötti interakció statisztikailag nem volt igazolható. Az átlagos napi takarmányfelvétel adatai alapján a 1-14. nap közötti intervallumban nem volt statisztikailag igazolt különbség: a madarak átlagosan 34,6 g takarmányt fogyasztottak el ebben az időszakban.

A mi eredményeinkkel ellentétben néhány vizsgálatban a fitáz enzim hatására már az indító szakaszban nőtt a madarak takarmányfelvétele. VIVEROS és munkatársai (2002) valamint SINGH és munkatársai (2013) is 500 U/kg fitáz kiegészítés mellett a 21. napon nagyobb fogyasztást mértek, mint a kontroll csoportban. A fitáz ilyen irányú hatását, mi a kísérlet nevelő szakaszában tapasztaltuk. A 7. táblázat adatai mutatják, hogy a 15-28. hizlalási napok között a 300 FTU/kg fitáz kiegészítést tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoport 1,9 %-kal több takarmányt fogyasztott naponta, mint a 150 FTU/kg fitázzal kiegészített takarmányt fogyasztó csoportok ($P < 0,05$).

WU és mtsai (2004) brojler kísérletében 1000 XU/kg xilanáz és 500 PU/kg fitáz kiegészítéssel 13,5%-os, míg 500 PU/kg fitáz kiegészítéssel 2,9%-os javulást értek el a kontroll csoporthoz képest a takarmányfelvételben. Hasonló eredményt kaptak POWELL és

mtsai (2011) kukorica-szója és szója olajat tartalmazó alaptakarmányhoz adott 500 FTU/kg fitáz esetében.

Kísérletünkben 29-35. nap között az eltérő fitáz szintek nem mutattak kezeléshatást, az átlagos takarmányfelvétel ebben az időszakban 192,6 gramm volt ($P>0,05$).

A teljes (1-35. nap) hizlalási időszakban a mérések alapján a kisebb dózisú fitázzal kiegészített takarmányt fogyasztó csoport átlagosan 89,2 gramm takarmányt vett fel, míg a nagyobb fitáz kiegészítésben részesült csoport átlagfogyasztása 90,5 gramm volt, ez statisztikailag igazolható különbség (1,6%; $P<0,05$). Az emulgeálót 0 g/t és 500 g/t mennyiségben tartalmazó kezelésben részesült csoport nem mutatott statisztikailag igazolt különbséget egyik adott intervallumban sem.

Az átlagos napi súlygyarapodás az 1-14. nap között szignifikánsan különbözött, a 300 FTU/kg fitáz-kiegészítést fogyasztó csoport 4,2%-kal nagyobb súlygyarapodást ért el, mint a 150 FTU/kg-os csoport ($P<0,05$). A hizlalási időszak 15-28. és 29-35. napi eredményeiben a nem találtunk szignifikáns különbséget a kezelések között, a madarak átlagos napi súlygyarapodása 93,2 gramm és 138,1 gramm volt átlagosan ($P>0,05$). Ha a hizlalási időszak egészében (1 és 35. nap) vizsgáljuk a napi súlygyarapodást, akkor látható, hogy statisztikailag igazolt különbség mutatkozott a fitáz szint hatására. Az átlagos napi gyarapodás 1,3 g-mal nagyobb volt a 300 FTU/kg fitázt fogyasztó csoportban, ami 1,7%-os különbséget jelent ($P<0,05$) másik csoporthoz képest. Az emulgeálószernek nem volt statisztikailag igazolható hatása egyik szakaszban sem.

. A takarmányértékesítés az indító szakaszban, az 1-14 nap között, a 300 FTU/kg fitáz kiegészítés mellett 4,6%-kal javult a kisebb dózishoz képest ($P<0,05$). A 15-28., 29-35. és 1-35. hizlalási időszakokban nem volt szignifikáns eltérés a csoportátlagok között. Ezekben az időszakokban a madarak átlagos takarmányértékesítése 1,26, 1,40 és 1,31 kg/kg volt ($P>0,05$), ami megfelel a tenyésztő cég által megadott célértékeknek. Az emulgeálószer tartalmazó takarmányt fogyasztó madarak esetében nem volt statisztikailag igazolt különbség az eredményekben.

WU és mtsai (2004) hasonló kísérletében fitáz (500 PU/kg) és xilanáz (1000 XU/kg) enzimek hozzáadásával a kontroll csoport madaraihoz képest 5,4% javulás mutatkozott a takarmányértékesítésben. Amikor csak fitáz kiegészítést alkalmaztak, akkor a madarak takarmányértékesítése 2,9%-kal javult a kontroll csoporthoz képest. SINGH és mtsai (2013) azt tapasztalták, hogy a hizlalás 21. napján 500 U/kg fitáz kiegészítés esetén a madarak 6%-kal kevesebb takarmányt fogyasztottak egy kg gyarapodáshoz, mint kontroll csoport. Számos más vizsgálathoz hasonlóan ZAEFARIAN és mtsai. (2015) is azt tapasztalták, hogy a

brojlereknek 500 FTU/kg fitáz aktivitást biztosító enzimkiegészítés növelte a súlygyarapodást és a takarmányfelvételt, valamint csökkentette a fajlagos takarmány felhasználást az 1–21. hizlalási napok során, de a teljes időszak alatt nem volt hatással a teljesítmény-paraméterekre. Érdeemes megjegyezni, hogy nem minden fitázzal végzett kísérlet hozott pozitív eredményt. ROUSSEAU és mtsai (2012) valamint AKTER és mtsai (2019) vizsgálatában a madarak teljesítménymutatóiban okozott szignifikáns eltérést az 500 FTU/kg fitáz kiegészítés.

A fitáz enzim ma már szinte állandó összetevő a brojler takarmányokban. Az idevonatkozó szakirodalom nagyon egységes abban a tekintetben, hogy fitáz kiegészítés nem csupán a foszfor emészthetőség javulását segíti, de javítja a madarak növekedési teljesítményét, sőt egészségi állapotukat is. POWELL és mtsai., (2011), valamint KRISELDI és mtsai., (2021) is arról számoltak be, hogy fitáz enzim kiegészítés (500 FTU/kg) esetén nagyon jelentős mértékben csökkent a brojlerek mortalitása. A fitáz kedvező hatását többek között a béltartalom viszkozitásának csökkentésével (WU és mtsai., 2004) és a fitinkötésben lévő táplálóanyagok, a P és Ca mellett elsősorban az aminosavak és az energiát biztosító táplálóanyagok felszabadításával magyarázzák (SELLE és RAVIDRAN, 2008). Az eredményeink azt mutatják, hogy fitáz enzim használatakor kis mértékű dózisznövelés is szignifikáns javulást eredményez a brojlerek növekedési teljesítményében. Már 300 FTU/kg enzimkiegészítéssel a madarak élősúlya a technológiai ajánlást meghaladhatja.

Míg a fitáz enzimmel kapcsolatos kutatások száma nagyon nagy, addig az emulgeálószer hatását jóval kisebb számú vizsgálat tűzte célul. Az emulgeálók használatának célja, hogy a takarmányban lévő zsír emészthetőségét javítsák. Bár a tápcsatornában a máj által termelt és a vékonybélbe ürített epesavak szerepe éppen a zsírok szélesztése annak érdekében, hogy a különböző lipázok nagyobb felületen legyenek képesek hozzáférni a szubsztráthoz, azonban fiatal baromfi esetében a máj epesav termelése még nem mindig megfelelő (OKETCH és mtsai, 2023). A takarmányhoz kevert emulgeálószer általában az indító fázisban mutatnak pozitív hatást (ZAEFARIAN és mtsai, 2015). A mi vizsgálatunkban a teljesítményt jelző paraméterek esetében az emulgeálószernek nem volt igazolható hatása. WICKRAMASURIYA és munkatársai (2022) is hasonló eredményre jutottak abban a tekintetben, hogy a takarmány emulgeálószerrel, Ca-sztearoil-2 laktiláttal való kiegészítése nem javította sem a madarak élősúlyát, sem a gyarapodását, de még a takarmányfogyasztást és a takarmányértékesítést sem 3 hetes kísérletükben. Az idevonatkozó vizsgálatok eredményei azonban arra is utalnak, hogy az egyes takarmányadalékok másképp viselkedhetnek, ha több különböző típusú adalékot használnak

egy időben. A vizsgálatunkban etetett kísérleti alaptakarmányok mindegyike tartalmazott xilanázt és legalább 150FTU/kg fitázt, de ezek mellett sem volt az emulgeálószernek hatása. A mienkhez hasonló összetételű (búza-kukorica-szójadara) alaptakarmány mellett KUBIS és mtsai. (2022) is azt tapasztalták, hogy ha a xilanázt tartalmazó takarmányt emulgeáló szerrel egészítették ki, akkor a takarmányértékesítést kivéve egyik szakaszban sem javult a madarak növekedési teljesítménye (élő súly, gyarapodás, takarmányfelvétel). További kísérletek eredményei is megerősítik, hogy az emulgeálószer más adalékokkal együtt főleg a takarmány hasznosulását javítja. WICKRAMASURIYA és mtsai., (2022) vizsgálatában, ha az abrakkeverék az emulgeálószer mellett multienzim komplexet tartalmazott, akkor az a madarak takarmányértékesítését statisztikailag igazolhatóan javította (1,53 kg/kg-ról 1.38 kg/kg-ra). A hivatkozott vizsgálatban a multienzim komplex számos enzimet nagy dózisban tartalmazott, 1200 U xilanázt, 150 U glükánázt, 700 U invertázt, 5000 U proteázt, 500 U cellulázt, 12000 U amilázt, és 60 U mannanázt.

Kísérleti kezelés	Fitáz szint	Emulgeáló szint	Napi átlagos takarmányfelvétel (g)				Átlagos napi súlygyarapodás (g)				Takarmányértékesítés (kg/kg)			
			1-14	15-28	29-35	1-35	1-14	15-28	29-35	1-35	1-14	15-28	29-35	1-35
A (kontroll)	150	0	35,0	112,9	188,1	88,6	25,7	92,4	137,5	74,6	1,37	1,26	1,38	1,31
B	150	500	34,1	113,8	193,5	89,7	25,6	92,6	137,2	74,1	1,33	1,26	1,41	1,32
C	300	0	34,4	115,8	193,7	90,7	26,7	93,5	137,1	75,2	1,29	1,27	1,43	1,32
D	300	500	34,6	115,5	195,0	90,5	26,8	94,3	140,7	76,3	1,28	1,25	1,38	1,30
Fitáz-szint: 150 FTU/kg			34,6	113,4b	190,8	89,2b	25,6b	92,5	137,4	74,4b	1,35a	1,26	1,39	1,31
Fitáz-szint: 300 FTU/kg			34,5	115,6a	194,4	90,6a	26,7a	93,9	138,8	75,7a	1,29b	1,26	1,40	1,31
Emulgeáló-szint: 0 g/t táp			34,7	114,3	190,9	89,7	26,2	92,9	137,3	74,9	1,33	1,26	1,40	1,32
Emulgeáló-szint: 500 g/t táp			34,7	114,6	194,3	90,1	26,2	93,4	138,9	75,2	1,31	1,26	1,39	1,31
P-érték (fitáz szint)			0,8875	0,0205	0,1907	0,0397	<0,0001	0,0507	0,4090	0,0111	0,0015	0,7540	0,7788	0,5094
P-érték (emulg. Szint)			0,5304	0,7541	0,2180	0,4907	0,7644	0,4731	0,3702	0,5344	0,3172	0,6259	0,6928	0,3258
Interakció			0,2813	0,5366	0,4502	0,3300	0,5605	0,7183	0,2779	0,1636	0,5257	0,4086	0,1561	0,1346
RMSE			1,79	3,54	10,08	2,53	3,62	11,05	26,84	8,00	0,07	0,04	0,10	0,03

Jelmagyarázat		
Kezelések	Fitáz (FTU/kg)	Emulgeáló (g/t)
A	150	0
B	150	500
C	300	0
D	300	500
P-érték	5% szignifikancia szint	
RMSE	négyzetes hiba	

7. Táblázat: A brojlersirkék teljesítménymutatóinak eredményei a kísérletben

A 8. Táblázat adatai a brojlercsirkék vágási teljesítményét, a primer és szekunder húsrészek súlyát és arányát foglalja össze a kísérleti csoportokban. A primer húsrészeknél az alsó comb és felső comb értékeiben nem volt szignifikáns különbség a kezelések között, sem az enzimnek, sem az emulgeálószernek nem volt hatása. A mell, illetve a grill fertig tömeg esetében a fitáz enzim kiegészítés hatása tendenciózus volt, ezek tömege átlagosan 774 g és 1883 g volt. A combok tömege átlagosan 512 gramm volt, ami a vágott test 27%-át tesz ki. Ez az érték megegyezik a Ross 308 genotípusra kiadott ajánlással 2,64-2,67 kg élősúly között.

A szekunder húsrészek adatai is hasonlóan alakultak. A farhát eredményei között csoportonként statisztikailag nem volt igazolható különbség. A szárnyak átlagosan 189 grammosok voltak ($P>0,05$). A madarak májának tömege közötti különbségek statisztikailag nem igazolhatók: a májak átlagosan 47 grammosok voltak ($P>0,05$). A hasúri zsír esetében a takarmány fitáz kiegészítésének nem, de az emulgeálószer alkalmazásának tendenciózus hatása volt ($P<0,10$). Az emulgeálószer hatására valószínűleg javult a zsírok emészthetősége, esetleg nőtt a takarmány metabolizálható energiatartalma. Ezt támasztja alá WICKRAMASURIYA és mtsai., (2022) kísérletének eredménye is, amiben a Ca-sztearoil-2 laktilát 66,2%-ról 82,1%-ra jövelte az energia ileális emészthetőségét. A mi vizsgálatunkban úgy véljük, hogy nem lehetett ilyen mértékű emészthetőség javulásra számítani, mivel a takarmány energiatartalmát olaj hozzáadásával biztosítottuk. Az olajban lévő egyszeresen és többszörösen telítetlen zsírsavak emészthetősége jó (RAVIDRAN és ABDOLLAHI, 2021), az említett vizsgálatban viszont a takarmányokat faggyúval egészítették ki (WICKRAMASURIYA és mtsai., 2022), így az emulgeáló hatása különösen érvényesülni tudott. Feltételezhető tehát, hogy bár kisebb mértékű lehetett a zsíremészthetőség javulása, esetleg egyéb táplálóanyagok emészthetősége is javult, ami nagyobb energiaellátást biztosított és mintegy 20%-kal, 17 g-ról 21 g-ra megnövelte a hasúri zsír mennyiségét a vágott testben.

Kezelés	Fitáz szint	Emulgeáló szint	Primer húsrészek (g)							Szekunder részek (g)			
			alsó comb	felső comb	combok	mell	grill fertig	combok (%)	mell (%)	far-hát	szárnyak	máj	hasúri zsír
A (kontroll)	150	0	242	262	504	748	1851	27	40	405	194	46	16
B	150	500	244	271	514	768	1875	27	41	408	185	47	21
C	300	0	245	265	510	799	1897	27	42	401	186	46	17
D	300	500	251	269	519	778	1910	27	41	420	193	48	20
Fitáz-szint: 150 FTU/kg			243	266	509	758	1863	27	41	407	189	47	19
Fitáz-szint: 300 FTU/kg			248	267	515	789	1903	27	41	411	189	47	19
Emulgeáló-szint: 0 g/t táp			244	264	507	774	1874	27	41	403	190	46	17
Emulgeáló-szint: 500 g/t táp			247	270	517	773	1892	27	41	414	189	48	21
P-érték (fitáz szint)			0,2421	0,9118	0,4357	0,0615	0,0796	0,3562	0,2146	0,6786	0,9837	0,7629	0,9098
P-érték (emulg. Szint)			0,4310	0,1889	0,2093	0,9649	0,4079	0,4230	0,4939	0,2582	0,6386	0,4732	0,0797
Interakció			0,7371	0,6264	0,9319	0,1985	0,8079	0,8730	0,1052	0,3975	0,0033	0,7985	0,7341
RMSE			14,49	14,17	23,87	49,98	70,99	0,91	1,87	30,28	7,68	6,76	6,93

Jelmagyarázat		
Kezelések	Fitáz (g/t)	Lysoforte (g/t)
A	150	0
B	150	500
C	300	0
D	300	500
P-érték	5% szignifikancia szint	
RMSE	négyzetes hiba	

8. Táblázat: A kísérletben részt vett brojlercsirkék húskihozatalának eredményei

5 Következtetések

Brojlertakarmányok fitázkiegészítése kis dózisban, 300 FTU/kg aktivitás mellett is hatékony, akár a technológiai ajánlás feletti vágósúly is elérhető.

Eredményeink alapján kijelenthető, hogy a brojler takarmányok fitáz enzim kiegészítésének 300 FTU/kg-ról 150 FTU/kg-ra való csökkentése nem javasolt.

A takarmányadalékok alkalmazásával növelhető a madarak gyarapodása és vágáskori élősúlya, de a xilanáz és fitáz kiegészítés sem emulgeálószerrel, sem anélkül nem befolyásolta az értékes húsrészek arányát a vágott testben.

Kukorica-búza-szójadara összetételű takarmányok esetében, amennyiben a takarmány energiatartalmát olajkiegészítéssel növeljük, nincs szükség emulgeálószer alkalmazására, mert nem javítja a brojlerek teljesítményét.

Amennyiben kukorica-búza-szójadara összetételű takarmánykeverékbe xilanáz és fitáz enzimet adagolunk, úgy az emulgeálószer használata esetén meggondolandó a takarmány energiatartalmának csökkentése.

6 Összefoglalás

A fitáz enzim a brojler takarmánykeverékekben is gyakran alkalmazott alapanyagokban - mint a búza, kukorica és szója – található, fitin-kötésben lévő foszfor nagy részét felszabadítja, amely ezáltal hasznosulni képes az állat szervezetében. A fitinkötésben lévő vegyület képes komplexet képezni aminosavakkal, mikroelemekkel, keményítővel, így a fitáz enzim használatával nem csak a P értékesülése, de gyakran a brojlercsirkék növekedési teljesítménye is javul. Az emulgálószer alkalmazása elősegíti a takarmányban lévő zsírok emészthetőségét és felszívódását azáltal, hogy az olajcseppek felületét megnöveli (emulgeálja) ezáltal nagyobb felületet enged a lipideket bontó enzimek működéséhez.

A brojlerekkel végzett kísérletünk célja annak vizsgálata volt, hogy nagyobb rosttartalmú, xilanázt és fitázt egyaránt tartalmazó keveréktakarmány esetében érdemes-e emulgeálószer alkalmazni a hizlalási és vágási teljesítmény fokozása céljából. További cél volt annak vizsgálata, hogy a fitáz kiegészítés mértéke befolyásolja-e az emulgeáló hatását

A kísérletben négy kezelési csoportot alakítottunk ki. Az egyes kísérleti csoportokba 336 Ross 308-as brojler kakast alkalmaztunk (összesen 1344 állat). Minden takarmány kezelés tartalmazott xilanáz enzimet (200 g/t). Az A csoport (kontrol) tápjához 150 g/t fitáz enzimet kevertünk (150 FTU/kg), a B csoport 150 g/t fitáz enzimet (150 FTU/kg) és 500 g/t emulgeálószer, a C csoport a takarmányába 300 g/t fitáz enzimet adagoltunk (300 FTU/kg), emulgeálószer hozzáadása nélkül, és a D csoport 300 g/t fitáz enzimet (300 FTU/kg) és 500 g/t emulgeálószer kapott. Vizsgálatunkban a madarak hizlalási és vágási teljesítményét, a primer és szekunder húsrészek arányát értékeltük. A teljesítmény-vizsgálat során adatot gyűjtöttünk a madarak élősúlyáról, takarmányfelvételéről, súlygyarapodásáról és takarmányértékesítéséről. Az eredmények az élősúly esetében mutatták a legnagyobb hatást a 150 FTU/kg és a 300 FTU/kg fitázt fogyasztó csoportok között. Szignifikáns különbséget találtunk az átlagos napi súlygyarapodás esetében az 1-14 nap között, takarmányértékesítés 1-14 nap között és a takarmányfelvételnél 15-28 napja között is. Az emulgeálószer tartalmazó takarmány nem mutatott egyik paraméternél sem statisztikailag igazolható különbséget. Az értékes húsrészek aránya minden csoport esetében azonos volt. Eredményeink alapján kijelenthető, hogy a brojler takarmányok fitáz enzim kiegészítésének 300 FTU/kg-ról 150 FTU/kg-ra való csökkentése nem javasolt. Amennyiben a takarmány xilanáz és fitáz enzimet tartalmaz, úgy az emulgeálószer használata nem indokolt.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm társkonzulensemnek, Dr. Tischler Annamáriának és konzulensemnek, Dr. Halas Veronikának a kísérletek lebonyolításában és a dolgozatom elkészítésében nyújtott önzetlen és inspiráló segítségüket, valamint Csötönyi Orsolya támogatását és a Kaposvári Campus Takarmányozási Tanszék dolgozóinak közreműködését.

Irodalomjegyzék

- ADEOLA, O., ÉS COWIESON, A. J. (2011). "Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production." *Journal of Animal Science*.
- AFTAB U.: (2019): Energy and amino acid requirements of broiler chickens: keeping pace with the genetic progress. *World's Poultry Science Journal*, Volume 75, 2019 - Issue 4, Pages 507-514, DIO: 10.1017/S0043933919000564
- AHMED E. NEGM, MOHAMED H. ABO-RAYA, ASMAA M. GABR, SAMAR H. BALOZA, ASMAA EL-NOKRASHY, ABDELBARY PRINCE, (2024): Effects of phytase enzyme supplementation on growth performance, intestinal morphology and metabolism in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Animal Physiology and Animal nutrition*. Online Version of Record before inclusion in an issue, DIO: 10.1111/jpn.13939
- AHMED E. NEGM, MOHAMED H. ABO-RAYA, ASMAA M. GABR, SAMAR H. BALOZA, ASMAA EL-NOKRASHY, ABDELBARY PRINCE, (2024): Effects of phytase enzyme supplementation on growth performance, intestinal morphology and metabolism in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Animal Physiology and Animal nutrition*. Online Version of Record before inclusion in an issue, DIO: 10.1111/jpn.13939
- AKTER, M.; GRAHAM, H.; IJI, P.A (2019) Response of broiler chickens to diets containing different levels of sodium with or without microbial phytase supplementation. *J. Anim. Sci. Technol*, 61, 87–97.
- AQUILINA G., BORIES G., CHESSON A., COCCONCELLIP. S., KNECHT J., DIERICK N. A., GRALAK M. A., GROPP J. (2012) Scientific Opinion on the safety and efficacy of Natugrain® Wheat TS (endo-1, 4-beta-xylanase) as feed additive for chickens for fattening, chickens reared for laying, turkeys reared for breeding, minor avian species for fattening and reared for laying or breeding (including ducks) and ornamental birds. *EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP)*, Volume10, Issue2. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2575
- ARAGON CC, ANA RM., NIEVES C., MONTI R., GUISÁN JM. (2018): Production of Xylo-oligosaccharides (XOS) by controlled hydrolysis of Xylan using immobilized Xylanase from *Aspergillus niger* with improved properties. *Integr Food Nutr Metab*, Volume 5(4): 1-9 DOI:10.15761/IFNM.1000225
- AVIAGEN TARTÁSTECHNOLÓGIAI KÉZIKÖNYV (2018): letöltés dátuma: 2024.07.04. Forrás: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Hungarian_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-HU.pdf
- AVIAGEN. Letöltés dátuma: 2024. 04. 11. Forrás: <https://aviagen.com/eu/language-mini-site/show/hu>
- BAKER J., DUARTE M., BAKER J., HOLANDA D., KIM S. (2021): Friend or foe? Impacts of dietary xylans, xylooligosaccharides, and xylanases on intestinal health and growth performance of monogastric animals. *Animals* 11(3), 609; DOI:10.3390/ani11030609

- BOGUHN J., RODEHUTSCORD M. (2010): Effects of nonstarch polysaccharide-hydrolyzing enzymes on performance and amino acid digestibility in turkeys. *Poultry Science*, Volume 89, (3) p 505-513
- BORIES G., BRANTOM P., BRUFAU DE BARBERÀ J., CHESSON A., COCCONCELLI P. S., DEBSKI B., DIERICK N. (2008): Safety and efficacy of Natugrain® TS (endo-1,4- β -xylanase and endo-1,4- β glucanase) as a feed additive for piglets (weaned), chickens for fattening, laying hens, turkeys for fattening and ducks. *European Food Safety Authority* 914, 1-21
- CHEN S., XIANG H., ZHANG H., ZHU XU, WANG D., WANG J., YIN T., LIU L., KONG M., LI H., ZHAO X. (2019): Rearing system causes changes of behavior, microbiome, and gene expression of chickens. *Poultry Science*, Volume 98, Issue 9, 1, Pages 3365-3376. DOI: 10.3382/ps/pez140
- COBB-VANTRESS. Letöltés dátuma 2023.11.12. Forrás: <https://cobbgenetics.com/>
- COLLINS T., GERDAY C., FELLER G. (2005): Xilanázok, xilanázcsaládok és extremofil xilanázok. *FEMS Microbiol. Rev.*; 29: 3–23. DOI: 10.1016/j.femsre.2004.06.005
- COWIESON AJ, ACAMOVIC T, BEDFORD MR (2006): Supplementation of Corn–Soy-Based Diets with an Eschericia coli-Derived Phytase: Effects on Broiler Chick Performance and the Digestibility of Amino Acids and Metabolizability of Minerals and Energy. *Poultry Science*, Volume 85, Issue 8, 1, Pages 1389-1397, DOI: 10.1093/ps/85.8.1389
- COWIESON, A. J., ÉS BEDFORD, M. R. (2009). "The effect of phytase on the nutritive value of soya bean meal and soybean protein concentrate for broiler chicks." *British Poultry Science*.
- DAVISON, J.; AMMANN, K. (2017): New GMO regulations for old: Determining a new future for EU crop biotechnology. *GM Crops Food* 8, 13–34.
- ELIJAH O. OKETCH, SAMIRU S. WICKRAMASURIYA, SUNGTAEK OH, JUN SEUNG CHOI, JUNG MIN HEO (2023): Physiology of lipid digestion and absorption in poultry: An updated review on the supplementation of exogenous emulsifiers in broiler diets *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Volume 107, Issue 6, Pages i-iv, 1311-1529
- ESSÖSY M., FODOR I., IHNÁTH Z., Z. KARANCSI, D. KOVÁCS, K. V. SZALAI, D. SZENTMIKLÓSI, Á. JERZSELE (2020): Az antibiotikum-mentes brojler-házityúk-hizlalás lehetőségei, különös tekintettel a pre- és probiotikumok használatára I. *Magyar Állatorvosok Lapja*, Vol. 142. (No. 7. - Budapest, July 2020.) old. 397-407
- FÉBEL H. (2018): Ipari melléktermékek felhasználása gazdasági állataink fehérje ellátásának biztosítására. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 67. (4) p: 254-272
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Letöltés dátuma: 2024. 04. 02. Forrás: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- GEORGANAS A., GIAMOURI E., PAPPAS A. C., ZOIDIS E., GOLIOMYTIS M., SIMITZIS P. (2023): Utilization of Agro-Industrial By-Products for Sustainable Poultry Production. Sustainability (Switzerland). 4-15, DOI: 10.3390/su15043679
- GIPPERT T., DOLMÁNY T., HALMÁGYINÉ V. T., DINNYÉS L. (1993): enzimek hatása az árpata tartalmú broilertápok táplálóanyagainak emészthetőségére és a csirkék tevesítményére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 42. (5) p: 419-427.

- GIPPERT T., KIS I., GERENDÁI D. (1999): Baromfitápok foszfortartalmának csökkentése fitáz enzim felhasználásával. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 48. (1), p:812-838
- GIPPERT T., KIS I., GERENDÁI D. (1999): Baromfitápok foszfortartalmának csökkentése fitáz enzim felhasználásával. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 48. (1), p:812-838
- GREENWOOD M.W., K.R. CRAMER, R.S. BEYER, P.M. CLARK, K.C. (2005): Behnke Influence of feed form on estimated digestible lysine needs of male broilers from sixteen to thirty days of age *J. Appl. Poult. Res.*, 14 pp. 130-135 DOI:10.1093/japr/14.1.130
- GRUMBINE R. E., JIANCHU XU (2021): Mountain futures: pursuing innovative adaptations in coupled social–ecological systems. *Frontiers in ecology and the Environment* Volume19, Issue6, Pages 342-348 DOI: <https://doi.org/10.1002/fee.2345>
- GRUMBINE, R.E.; XU, J.; MA, L. (2021): An overview of the problems and prospects for circular agriculture in sustainable food systems in the anthropocene. *Circ. Agric. Syst.*, 1, 3.
- HAETINGER VS, DALMORO YK, GODOY GL, LANG MB, OF DE SOUZA, P. ARISTIMUNHA, STEFANELLO C. (2021): Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poultry Science*, Volume 100, Issue 4. DOI: [10.1016/j.psj.2021.101025](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101025)
- HAFEZ AFIFY (2011): Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area. *World Pumps* 50:187-195, DOI: [10.1016/j.aej.2011.06.001](https://doi.org/10.1016/j.aej.2011.06.001)
- HANDA B. S, XINYANG LI, ARAS K. K, QURESHI N. A, IAN MANN, CHOWDHURY R. A, WHINNETT Z. I, F LINTON N. W, BOON LIM P, P. KANAGARATNAM, I. R EFIMOV, N. S PETERS, FU SIONG (2020): Response by Handa et al to Letter Regarding Article, "Granger Causality-Based Analysis for Classification of Fibrillation Mechanisms and Localization of Rotational Drivers" *NG Circ Arrhythm Electrophysiol*;13(8):e008951. DOI: [10.1161/CIRCEP.120.008951](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.008951)
- HEINCINGER M. - BALOGH K. - FÉBEL H. - ERDÉLYI M. - MÉZES M. (2011): Effect of diets with different inclusion levels of distillers dried grain with solubles combined with lysine and methionine supplementation on the lipid peroxidation and glutathione status of chickens. *Acta Vet. Hung.*, 59. 195-204
- HESSelman K., AMAN P. (1986): The effect of β -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low or high viscosity. *Anim. Sci. Technol.*, 15, pp. 83-93
- HOSSAIN M.E., DAS G.B. (2014): Effect of crude soybean oil sediment as a substitute for refined soybean oil in broiler diet. *J. Appl. Anim. Sci.*, 4 p. 535-540 DOI: [10.1016/B978-0-12-378612-8.00116-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00116-5)
- HUGO VITOR C. MOITA és SUNG WOO KIM (2022): Nutritional and Functional Roles of Phytase and Xylanase Enhancing the Intestinal Health and Growth of Nursery Pigs and Broiler Chickens. *Animals*, 12 kötet, 23. szám DOI: [10.3390/ani12233322](https://doi.org/10.3390/ani12233322)
- INGR I. (1989): Meat quality: defining the term by modern standards. *Fleisch* 69:1268–1277

- JANG H, YANG-HOON KIM, JIHO MIN (2022): Specific histamine regulating activity of surface-modified yeast vacuoles by histamine-binding protein and its immune-enhancing effect. *National library of medicine*. (10):2645-2651. DOI: 10.1111/1751-7915.14116
- JEZIEL D. D., CATARINA A M., DARIO B., KATHRYN C., CRAIG L., RICARDO O., LUIZ RO TOSI, RICHARD M. (2020): Genome duplication in *Leishmania major* relies on persistent subtelomeric DNA replication. *National library of medicine* 8: 9: e58030. DOI: 10.7554/eLife.58030.
- KOCHER A, CHOCTM, PORTER MD, BROZ J. (2002): Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. *British Poultry Science* 43, 54–63.
- KOKOSZYŃSKI D., ŻOCHOWSKA-KUJAWSKA J., KOTOWICZ M., SOBCZAK M., PIWCZYŃSKI D., STĘCZNY K., MAJROWSKA M., SZÁLEH M. (2022): Carcass characteristics and selected meat quality traits from commercial broiler chickens of different origin. *Animal Science journal*, DOI:10.1111/asj.13709
- KRISELDIR., BEDFORD M.R., DILGER R.N. FORADORI, C.D, MACKAY L., DOZIER W.A (2021): Effects of phytase supplementation and increased nutrient density on growth performance, carcass characteristics, and hypothalamic appetitive hormone expression and catecholamine concentrations in broilers from 1 to 43 days of age. *Poultry Science*, Volume 100, Issue 12, DOI: 10.1016/j.psj.2021.101495
- KRISELDIR., WALK C.L., BEDFORD M.R., DOZIER W.A. (2021): Inositol and gradient phytase supplementation in broiler diets during a 6-week production period: 1. effects on growth performance and meat yield. *Poultry Science*, Volume 100, Issue 2, Pages 964-972
- KSH. Letöltés dátuma: 2024. 03. 28. Forrás: <https://www.ksh.hu/mezogazdasag>
- KUBIŚ M, KOŁODZIEJSKI P., PRUSZYŃSKA E, SASSEK M., KONIECZKA P, GÓRKA P., FLAGA J., KATARZYŃSKA-B. D., HEJDYSZ M., SZUMACHER M., CIEŚLAK A., SEBASTIAN A. KACZMAREK (2022): Combination of emulsifier and xylanase in wheat diets of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 290 DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115343
- KUMAR, V., MARIN-NAVARRO, J., AND SHUKLA, P. (2016). Thermostable microbial xylanases for pulp and paper industries: trends, applications and further perspectives. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 32, 1–10. DOI:10.1007/s11274-015-2005-0
- KUMUDU THAKSHILA PREMATHILAKA, SHAN RANDIMA NAWARATHNE, MALEEKA NADEEMALE NAMBAPANA, SHEMIL PRIYAN MACELLINE, SAMIRU SUDHARAKA WICKRAMASURIYA, LI ANG, DINESH DARSHAKA JAYASENA, JUNG MIN HEO (2020) Partial or complete replacement of fishmeal with fermented soybean meal on growth performance, fecal composition, and meat quality in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*, DOI: 10.5187/jast.2020.62.6.1
- LEESON, S. ÉS ATTEH, J.O. (1995): Utilisation of fats and fatty acids by turkey poult. *Poultry Science* 74: 2003-2010.
- LEMME A., P.J.A. WIJTEN, J. VAN WICHEN, A. PETRI, D.J. (2006): Langhout Response of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as coarse mash or pellets of varying quality. *Poult. Sci.*, 85 pp. 721-730. DOI: 10.1093/ps/85.4.721

- LIEBERTF., PORTZ L. (2005): Nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture*, Volume 248, Issues 1–4, 29, Pages 111-119. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.009
- LIEBERTF., PORTZ L. (2005): Nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture*, Volume 248, Issues 1–4, 29, Pages 111-119. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.009
- MULLANEY E.J., DALY, C.B ULLAH A.H.J (2000): Advances in phytase research. *Adv. Appl. Microbiol.*, 47 pp. 157-199
- MULLANEY, EJ, DALY, CB, ULLAH, AHJ (2000) Előrelépések a fitázkutatóban. *Adv Appl Microbiol* 47: 157–199
- NAKASHIMA, I., ET AL. (2006) Clinical and MRI Features of Japanese Patients with Multiple Sclerosis Positive for NMO-IgG. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 77, 1073-1075. DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp.2005.080390>
- NEMATI M., GHASEMI HA. HAJKHODADADI, MORADI MH (2021): De-oiled soy lecithin positively influenced growth performance, nutrient digestibility, histological intestinal alteration, and antioxidant status in turkeys fed with low energy diets. *British Poultry Science*, Volume 62, 2021 - Issue 6 DOI: 10.1080/00071668.2021.1943312
- NÉMETH K., BALOGH K., BARTOS Á. (2004): Metionin-kiegészítés hatása eltérő telítettségű zsírokkal takarmányozott brojlercsirkék májának redukált glutation tartalmára. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 53. 3. oldal: 269-277
- OUR WORLD IN DATA. Letöltés dátuma: 2024. 04. 10. Forrás: <https://ourworldindata.org/grapher/chicken-meat-production?tab=chart>
- POWELL, S.S.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. (2011): Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. *Poult. Sci.*, 90, 604–608
- RAVINDRAN, V., & ABDOLLAHI, M. R. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. *Animals. An Open Access Journal from MDPI*, 11, 2795
- RAVINDRAN, V., & ABDOLLAHI, M. R. (2021). nutrition and digestive physiology of the broiler chick: state of the art and outlook. *animals: an open access journal from mdpi*, 11, 2795.
- RICHARD CHURCHILL R., MOHAN B., VISWANATTAN K. (2000): Effect of supplementation of broiler rations with live yeast culture, *cheiron*, 29 1 & 21 february & april oldal: 23-27
- RIGÓ ZS., KELEMEN F., TÓTH T. (2009): A bór- és krómkiegészítés hatása a brojlercsirkék termelési mutatóira és a hús táplálóanyag összetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 3. oldal: 255-264.
- ROCHELL, S.J. - KERR, B.J. - DOZIER, W.A. (2011): Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. *Poult. Sci.*, 90. 1999-2007.

- ROUSSEAU, X.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M.P.; MÊME, N.; MAGNIN, M.; NYS, Y.; NARCY, A. (2012): Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: Effects of dietary calcium and microbial phytase. *Poult. Sci.* 91, 2829–2837.
- RYCHEN G., AQUILINA G., AZIMONTI G., BAMPIDIS V., BASTOS M., BORIES G., CHESSON A., FLACHOWSKY G., GROPP J., KOLAR B., KOUBA M. (2016): Safety and efficacy of 3-phytase FLF1000 as a feed additive for chickens for fattening and laying hens. *EFSA journal*. Volume14, Issue11, DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4622
- RYCHEN G., AQUILINA G., AZIMONTI G., BAMPIDIS V., BASTOS M., BORIES G., CHESSON A., FLACHOWSKY G., GROPP J., KOLAR B., KOUBA M. (2016): Safety and efficacy of 3-phytase FLF1000 as a feed additive for chickens for fattening and laying hens. *EFSA journal*. Volume14, Issue11, DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4622
- SAS COPYRIGHT © 2021 SAS INSTITUTE INC. ALL RIGHTS RESERVED. | RELEASE 3.1.0
- SELLE, P. H., ÉS RAVINDRAN, V. (2007). "Microbial phytase in poultry nutrition." *Animal Feed Science and Technology*.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. (2008): Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. *Livest. Sci.* 113, 99–122.
- SINGH, A.; WALK, C.L.; GHOSH, T.K.; BEDFORD, M.R.; HALDAR, S. (2013): Effect of a novel microbial phytase on production performance and tibia mineral concentration in broiler chickens given low-calcium diets. *Br. Poult. Sci.*, 54, 206–215.
- SINGH, A.; WALK, C.L.; GHOSH, T.K.; BEDFORD, M.R.; HALDAR, S. (2013) effect of a novel microbial phytase on production performance and tibia mineral concentration in broiler chickens given low-calcium diets. *br. poult. sci.*, 54, 206–215.
- SIYAL F.A., BABAZADEHD., WANG C., ARAIN M.A., SAEED M., AYASAN T., ZHANG T., WANGDOI L., (2017): Emulsifiers in the poultry industry. Cambridge University Press, 73. évfolyam 3. szám p DOI:10.1017/S0043933917000502
- SOARES, M. ÉS LOPEZ-BOTE, C.J. (2002): Effect of dietary lecithin and fat unsaturation on nutrient utilisation in weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology* 95: 169-177
- SZILÁGYI-TOLNAI E. (2023): Bioaktív komponensekben gazdag nutraceutikumok hatásának vizsgálata broiler csirke tápcsatorna mikrobiomra újgenerációs szekvenálással. [PhD-értekezés] Debreceni Egyetem: molekuláris sejt- és immunbiológia doktori iskola.
- TALLENTIRE C.W., LEINONEN I., KYRIAZAKIS I. (2016): Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 36(4):66 DOI:10.1007/s13593-016-0398-2
- THE EUROPEAN FEED MANUFACTURERS' FEDERATION” (FEFAC) kereső. letöltés dátuma: 2023. 11. 04. forrás: https://fefac.eu/wpcontent/uploads/2023/08/statistics_year_2022.pdf
- TISCHLER A., (2019): Hosszú termelésre predesztinált tojóhibridek teljesítményének és tojáshéj minőségének vizsgálata a foszforellátás függvényében, a nyújtott tojóidőszakban. [PhD-értekezés], Kaposvári Egyetem. DOI:

- TIWARI UP, FLEMING SA, RASHEED MSA, JHA R., DILGER RN (2020): A xilán és a mannán oligoszacharidjainak és poliszacharidjainak szerepe a monogasztrikus állatok bélrendszerében. *J. Nutr. Sci.* 9 :1–9. DOI: 10.1017/jns.2020.14.
- TOSSENBERGER J., BABINSZKY L., KOVÁCS R. K. (2006): Effect of different phosphorus intakes on phosphorus balance and performance of layers during peak production. *Acta Agraria Kaposváriensis Évf. 10 Szám 2. Section 4 Poultry Breeding.*
- VAN EENENNAAM A.L., YOUNG A.E. (2014): Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations. *J. Anim. Sci.*, 92, pp. 4255-4278, DOI: 10.2527/jas.2014-8124
- VAN ZANTEN H. E., VAN HAL O., RÖÖS E., HERRERO M. (2018): Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Global Change Biology* 24(9) ODI:10.1111/gcb.14321
- VAN ZANTEN, H.H.E.; HERRERO, M.; VAN HAL, O.; RÖÖS, E.; MULLER, A.; GARNETT, T.; GERBER, P.J.; SCHADER, C.; DE BOER, I.J.M. (2018): Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Glob. Change Biol.*, 24, 4185–4194.
- VERMA, D., KUMAR, R. ÉS SATYANARAYANA, T. (2019). "Diversity in xylan-degrading prokaryotes and xylanolytic enzymes and their bioproducts," in *Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnology Applications*, szerk. T. Satyanarayana, S. K. Das és B. N. Johri (London: Springer Nature), 325–373. DOI: 10.1007/978-981-13-8487-5_14
- VIÑADO A., CASTILLEJOS L., BARROETA A.C. (2020): Soybean lecithin as an alternative energy source for grower and finisher broiler chickens: impact on performance, fatty acid digestibility, gut health, and abdominal fat saturation degree. *Poultry Science*, Volume 99, Issue 11, Pages 5653-5662 DOI: 10.1016/j.psj.2020.06.050
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. (2002) Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. *Poult. Sci.* 81, 1172–1183. DOI: 10.1093/ps/81.8.1172
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. (2002): Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. *Poult. Sci.*, 81, 1172–1183.
- WALK, C. L., BEDFORD, M. R., ÉS MCELROY, A. P. (2012). "Influence of superdoses of phytase on performance and nutrient digestibility in poultry and swine." *Journal of Applied Animal Nutrition*.
- WANG, ZR, QIAO , SY , LU , WQ AND LI , DF (2005): Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hind gut of broilers fed wheat-based diets . *Poultry Science*, 84 : 875 – 881 .
- WICKRAMASURIYA S. S, PRIYAN M. S., KIME, KYUN SHIN T., MIN CHO H., DINESH D. JAYASENA, ÉS JUNG MIN HEO (2022): Exogenous emulsifiers and multi-enzyme combination improves growth performance of the young broiler chickens fed low energy diets containing vegetable oil. *Animal bioscience*, Vol. 35, DIO: 10:1585-1591

- WICKRAMASURIYA S. S., MACELLINE S. P., KIM E., SHIN T. K. (2022): Exogenous emulsifiers and multi-enzyme combination improves growth performance of the young broiler chickens fed low energy diets containing vegetable oil. *Animal Bioscience* 35(10) DOI: 10.5713/ab.22.0024
- WORLDOMETER - VALÓS IDEJŰ VILÁGSTATISZTIKA (WORLDOMETERS.INFO)
- WU, Y.B.; RAVINDRAN, V.; THOMAS, D.G.; BIRTLES, M.J.; HENDRIKS, W.H.(2004): Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *Br. Poult. Sci* 45, 76–84
- ZAEFARIAN F., ABDOLLAHI M.R., RAVINDRAN V. (2015): Starch digestion in broiler chickens fed cereal diets. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 209, Pages 16-29. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.07.020
- ZAEFARIAN F., ROMERO LF, RAVINDRAN V. (2015): Influence of high dose of phytase and an emulsifier on performance, apparent metabolisable energy and nitrogen retention in broilers fed on diets containing soy oil or tallow. *British Poultry Science*, Volume 56, - Issue 5 DOI:10.1080/00071668.2015.1067878
- ZAEFARIANA F., ROMEROBL.F., RAVINDRANA V. (2015): Influence of high dose of phytase and an emulsifier on performance, apparent metabolisable energy and nitrogen retention in broilers fed on diets containing soy oil or tallow. *British Poultry Science*. DOI: 10.1080/00071668.2015.1067878
- ZAMPIGA M., MELUZZI ICON A., SIRRI F. (2016): Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, Volume 15, 2016 - Issue 3, Pages 521-528 DIO: 10.1080/1828051X.2016.1192965
- ZANTEN H. H. E. VAN, HERRERO M., OLLIE VAN H., RÖÖS E., MULLER A., GARNETT T., GERBER J. P., SCHADER C., IMKE J. M. DE BOER (2018): Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Global Change Biology*, Citations: 193 DOI: 10.1111/gcb.14321
- ZHAO P.Y., LI H.L., HOSSAIN M.M., KIM I.H. (2015): Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 207. évfolyam, 190–195. oldal. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.06.007
- ZUIDHOF M.J., SCHNEIDER B.L., CARNEY V.L., KORVER D.R., ROBINSON F.E. (2014): Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, Volume 93, Issue 12, Pages 2970-2982. DOI:10.3382/ps.2014-04291

1. sz. Melléklet

Takarmánykezelések összetétele

	Indító fázis (1-14. hét)				Nevelő fázis (15-28. hét)				Befejező fázis (29-35. hét)			
	Takarmánykezelések											
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Extr. Kukoricadara	39,645	39,595	39,63	39,58	41,525	41,475	41,51	41,46	45,185	45,135	45,17	45,12
Extr. Szójadara (44%)	30	30	30	30	28	28	28	28	22,32	22,32	22,32	22,32
Búza (11%)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Kukorica glutén	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Extr. napraforgódara	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6
Napraforgó olaj	1,56	1,56	1,56	1,56	3,27	3,27	3,27	3,27	3,5	3,5	3,5	3,5
Takarmánymész	1,44	1,44	1,44	1,44	1,22	1,22	1,22	1,22	1,14	1,14	1,14	1,14
MCP	0,71	0,71	0,71	0,71	0,48	0,48	0,48	0,48	0,4	0,4	0,4	0,4
L-Lizin-HCl	0,45	0,45	0,45	0,45	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37
DL-Metionin	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26
Na	0,2	0,2	0,2	0,2	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19
Só	0,2	0,2	0,2	0,2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21	0,21
L-Treonin	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Bfi premix	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kolin klorid	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
L-Valin	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Kokcid.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0
Vitamin premix	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Xilanáz enzim	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Fitáz enzim	0,015	0,015	0,03	0,03	0,015	0,015	0,03	0,03	0,015	0,015	0,03	0,03
Emulgeálószer	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100