

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

2023. 72. 1

Alapítás éve: 1952

ÁLLATTENYÉSZTÉS – TARTÁS – TAKARMÁNYOZÁS



> Novel traits and breeding concerns in sheep, cattle and poultry

> Korszerű polimorfizmus vizsgálatok húshasznú galambokban

> Flow citometriás adatelemző szoftver alkalmazása

> Fermentált folyékony takarmányok szerepe a sertéshizlalásban

> Csökkentett nyersfehérjeszintű, probiotikummal kiegészített takarmányok etetése brojlercsirkével

TARTALOM - CONTENTS

<i>George Wanjala - Putri Kusuma Astuti - Zoltán Bagi - Péter Strausz - Szilvia Kusza: Livestock breeding for welfare, adaptation and sustainability: an overview of the novel traits and breeding concerns in sheep, dairy, beef and poultry (Állattenyésztés az állatjólét, az adaptáció és a fenntarthatóság érdekében: a juh-, a tejelő- és húsmarha, valamint a baromfi ágazat új jellemzőinek és tenyésztési vonatkozásainak áttekintése)</i>	<i>1</i>
<i>Kovács Barnabás Mihály - Nagy Szabolcs Tamás: Flow-CASA: motilitási paraméterek gyors, automatizált klaszteranalízise flow citometriás adatelemző szoftver alkalmazásával (Flow-CASA: fast, automated cluster analysis of motility parameters using a flow cytometric data analysis software).....</i>	<i>22</i>
<i>Strifler Patrik - Horváth Boglárka - Bencze-Nagy Jennifer - Such Nikoletta - Csitári Gábor - Dublicz Károly - Pál László: Csökkentett nyersfehérjesszintű, probiotikummal kiegészített takarmányok hatásai brojlercsirkék termelési eredményeire és bélegészségügyi jellemzőire (Effects of low protein diets and probiotic supplementation on the performance and gut health of broiler chickens)</i>	<i>29</i>
<i>Sipos Bórkka - Balog Katalin - Kusza Szilvia - Bagi Zoltán: Korszerű polimorfizmus vizsgálatok áttekintése a húshasznú galambok termelési mutatóinak vizsgálatára és értékelésére (Overview of modern polymorphism studies for the examination and evaluation of production indicators of squab pigeons)</i>	<i>48</i>
<i>Alpár Botond - Tóth Tamás - Varga László: Fermentált folyékony takarmányok előállítási technológiai és etetésük előnyei a sertéshizlalásban - Mini szemleciikk (Fermented liquid feeds: manufacturing technologies and benefits of use in pig fattening - Mini-review)</i>	<i>68</i>
2022-ben sikeresen megvédett MTA doktori értekezés összefoglalója - Summary of DSc dissertation in the year of 2022	86
2022-ben sikeresen megvédett PhD disszertációk összefoglalói - Summaries of PhD dissertations in the year of 2022	89

Címlap kép (Frontpage photograph)

Húsgalambok (Fotó: Dr. Bagi Zoltán)

Squab pigeons (Photo: Zoltán Bagi Dr.)

CSÖKKENTETT NYERSFEHÉRJESZINTŰ, PROBIOTIKUMMAL KIEGÉSZÍTETT TAKARMÁNYOK HATÁSAI BROJLERCSIRKÉK TERMELÉSI EREDMÉNYEIRE ÉS BÉLEGÉSZSÉGÜGYI JELLEMZŐIRE

STRIFLER PATRIK – HORVÁTH BOGLÁRKA – BENCZE-NAGY JENNIFER – SUCH NIKOLETTA – CSITÁRI GÁBOR – DUBLECZ KÁROLY – PÁL LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A csökkentett nyersfehérjeszintű takarmánykeverékek és a probiotikumok alkalmazásának számosságát előnyét igazolták már külön-külön a brojlercsirkék termelési eredményei és a bél egészségi állapotának vonatkozásában. Az együttes alkalmazásra viszont kevés tudományos eredménnyel rendelkezünk. Szerzők jelen kísérletükben brojlercsirkék hizlalása során azt vizsgálták, hogy a takarmány nyersfehérjetartalmának 1,5%-kal (nevelő fázis), illetve 2%-kal (befejező fázis) történő csökkentése, továbbá egy probiotikum (BA=*Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 tartalmú készítmény; 500 mg/kg) kiegészítés hogyan befolyásolja a csirkék termelési- és vágóérték paramétereit, valamint egyes bélegészségügyi tulajdonságokat. Összesen 576 Ross 308 genotípusú kakassal indult a kísérlet. Az állatok az indító fázisban (0-10. nap) fehérjecsökkentett takarmányozásban nem részesültek, a kontroll keverék mellett probiotikum-kiegészítésű keveréket fogyasztottak (C: kontroll nyersfehérjeszint; C+BA: kontroll nyersfehérjeszint+BA kiegészítés), kezelésenként 12 ismétlésben (fülkében), fülkénként 24 madárral. Nevelő (11-24. nap) – és befejező fázisban (25-39. nap) további két kezelési csoportot (LP: csökkentett nyersfehérjeszint; LP+BA: csökkentett nyersfehérjeszint+BA) alakítottak ki, kezelésenként 6 ismétlésben, fülkénként 24 madárral. A termelési paraméterek (testsúly, súlygyarapodás, takarmányértékesítés) esetében a csökkentett nyersfehérjeszintű tápot fogyasztó egyedek szignifikánsan jobb eredményt értek el a kontrollcsoport egyedéhez képest ($p<0,05$). A 29. napon végzett bélegészségügyi vizsgálat során megállapítható volt, hogy a BA kiegészítés mérsékelte a gázképződést és a kipirult Peyer plakkok előfordulását a vékonybélben ($p<0,05$). Ezen kívül a fehérjecsökkentett tápok hatására statisztikailag igazolható módon csökkent a vékonybél tünet előfordulása ($p<0,05$). A hizlalás végén, a 39. napon végzett vágóérték vizsgálat alapján elmondható, hogy a fehérjecsökkentés szignifikánsan megnövelte a hasúri zsír arányát ($p<0,05$). Az alkalmazott probiotikum a kontroll tápokot fogyasztó állatok esetében nem hatott a hasúri zsír arányára, a fehérjecsökkentett tápok esetében viszont igazoltan csökkentette az elzsírosodás mértékét ($p<0,05$).

SUMMARY

Strifler, P. – Horváth, B. – Bencze-Nagy, J. – Such, N. – Csitári, G. – Dublec, K. – Pál, L.: EFFECTS OF LOW PROTEIN DIETS AND PROBIOTIC SUPPLEMENTATION ON THE PERFORMANCE AND GUT HEALTH OF BROILER CHICKENS

The benefits of using reduced crude protein diets and probiotics separately have already been demonstrated for broiler production traits and gut health status. However, there are few scientific results for co-administration. In the present experiment, the authors investigated how the reduction of the dietary crude protein level (1.5% in the grower and 2% in the finisher phase) and the supplementation of a probiotic (BA=*Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 containing product; 500 mg/kg) affects the production and carcass parameters of chickens and certain intestinal health properties. The experiment started with a total of 576 male Ross 308 one-day old chickens. Two treatments were used in the starter phase (days 0-10): a control diet (C: control crude protein level) and a probiotic supplemented diet (C + BA: control crude protein level + BA supplementation), in 12 replicates (pens) per treatment, with 24 birds per pen. Two additional treatment groups (LP:

reduced crude protein level; LP + BA: reduced crude protein level + BA) were formed in the grower (days 11-24) and finisher phase (days 25-39), with 6 replicates per treatment and 24 birds per pen. In the case of the production traits (body weight, body weight gain, feed conversion ratio), the birds fed low protein diets showed significantly better results compared to the birds in the control protein level groups ($p < 0.05$). BA supplementation reduced the gas production (ballooning) and the occurrence of inflamed Peyer's patches in the small intestine according to the examination of gut health status performed at day 29 ($p < 0.05$). In addition, the occurrence of the symptom of thin intestinal wall was decreased by reduced crude protein feeding. Furthermore, the crude protein reduction of diets led to a significantly increased ratio of abdominal fat compared to the control diets ($p < 0.05$). The probiotic supplement did not influence the ratio of the abdominal fat in the control protein groups. However, dietary BA supplementation decreased the ratio of abdominal fat of broilers fed low protein diets significantly ($p < 0.05$).

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A takarmánykeverékek nyersfehérje-tartalmának csökkentése kedvező lehetőséget biztosít a fehérjetakarmányozás hatékonyságának javítására, a fehérje túletetés negatív hatásainak elkerülésére és az ammónia emisszió csökkentésére. Az elmúlt évek kutatásai bizonyították, hogy a brojler hibridek technológiai ajánlásaiban szereplő értékeknél kisebb nyersfehérje tartalmú takarmánykeverékek is hatékonyan alkalmazhatók a hizlalás során. Ennek alapfeltétele az állatok fehérje- és aminosav-szükségletének pontos kielégítése az „ideális fehérje” elv alapján, az emészthető aminosav alapú receptúrázás és a gyakorlatban széles körben elterjedt kristályos aminosav-kiegészítők használata. A táp nyersfehérje-tartalmának csökkentése esetén minél több esszenciális aminosav standardizált ileálisan emészthető (SID) értékét a szüségleti értéknek megfelelő „szinten” kell tartani a szintetikus aminosav-kiegészítők arányának emelésével. A kukorica-szója alapú keverékek esetében a metionin, a lizin és a treonin az első három limitáló aminosav, de ezek kiegészítése mellett a szintetikus valin, izoleucin és arginin pótlása is célszerű. Szója alapú tápsorral végzett korábbi kísérletünkben az átlagosan 2%-os nyersfehérje-csökkentés alkalmazásával a brojlerok súlygyarapodásának és takarmányértékességének szignifikáns javítása is sikerült a kontroll tápsorral szemben (*Dublecz és mtsai, 2018*). Egyes szerzők szerint a jövőben a jelenleginél nagyobb, kb. 3-5%-os szintű nyersfehérje-csökkentés is megvalósítható lesz a termelési eredmények romlása nélkül (*Selle és mtsai, 2020*). A 2%-os szintnél nagyobb fehérjecsökkentés esetében azonban már nagy jelentőséggel bír a nem esszenciális aminosavak rendelkezésre állása is, mint például a madaraknál a húgysavszintézishez szükséges glicin koncentrációja.

A fehérje- és aminosav-ellátás hatékonyságának javítása mellett hasonlóan fontos napjainkban az emésztőtraktus egészségével, mikrobiótájával kapcsolatos takarmányozás-élettani kérdések megválaszolása. Az antibiotikum-használat csökkentése érdekében előtérbe került különböző probiotikum-készítmények használata, amelyek mérsékelhetik a bél egészségét veszélyeztető „kihívások” negatív hatásait. A probiotikumoknak számos előnyös hatása van az állatok egészségi állapotára és jólétére (*Vuong és mtsai, 2016*). A *Bacillus*-alapú probiotikumok rendkívül megbízhatóak spóráképző képességük miatt, amely következtében a különböző környezeti behatásokkal szemben igen ellenállóak (pelletálás során

létrejövő hőhatás, gyomornedv savas kémhatása; *Shivaramaiah és mtsai*, 2011). Ezeket a baktériumokat széles körben alkalmazzák probiotikumként a humán- és állatgyógyászatban egyaránt. Korábbi vizsgálatok alapján a *Bacillus* baktériumok pozitív hatást fejtenek ki a patogén kórokozók kompetitív kizárása révén, illetve bizonyos antimikrobiális vegyületek szekréciója segítségével gátolják a patogén baktériumok szaporodását (*Cartman és mtsai*, 2008). A baktériumoknak ezen csoportja különféle enzimeket is termel (amiláz, tripszin, lipáz), így segítve a gazdaszervezetben a táplálóanyagok emésztését. A *Bacillus amyloliquefaciens* faj pozitív hatást gyakorolhat a brojlercsirkék termelési eredményeire is (*Lei és mtsai*, 2015). Habár ez az eredetét tekintve a talajbaktériumok közé tartozó mikroorganizmus nagyon hasonló a *Bacillus subtilis*hez, mégis különbségek figyelhetőek meg a kolonizációs képességeikben és az enzimtermelésükben (*Welker és Campbell*, 1967; *Reva és mtsai*, 2004). A *B. amyloliquefaciens* CECT 5940 (BA) széleskörű antimikrobiális aktivitással rendelkezik, amely brojlercsirkékkel folytatott kísérletekben a növekedési teljesítmény javulásában is megmutatkozott (*Kadaikunnan és mtsai*, 2015; *Lei és mtsai*, 2015).

Brojlercsirkékre vonatkozóan a csökkentett nyersfehérje tartalmú takarmánykeverékek és a probiotikumok vizsgálatát külön-külön számos kutatócsoport vizsgálta már. Az együttes vizsgálatra jóval kevesebb példát találunk a szakirodalomban. Kifejezetten a *Bacillus amyloliquefaciens* baktériumtörzsre vonatkozóan *Naseri és mtsai* (2020) végeztek kísérletet, ahol a teljes állományban elhalásos bélgyulladást indukáltak és így mutatták ki a BA törzs pozitív hatását a bél mikrobiótára és a táplálóanyagok emészthetőségére. Jelen kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy indukált fertőzéstől mentes brojler állományban a BA törzs és a csökkentett nyersfehérje-tartalmú tápok együttesen hogyan befolyásolják a kísérleti állatok termelését és fontosabb bélegészségügyi jellemzőit.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérlet helyszínét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet Georgikon Campusán található kísérleti telep biztosította. Összesen 576 Ross 308 genotípusú napos kakással indult a kísérlet, amelyeket egy helyi keltetőből szereztünk be (Gallus Ltd., Devecser, Magyarország). A naposcsibéket egy számítógépes rendszerrel automatikusan vezérelt, optimális környezeti feltételeket biztosító, zárt teremben helyeztük el. A madarakat véletlenszerűen osztottuk szét mélyalmos rendszerű kísérleti fülkékben, ahol egy fülkében 24 állat került elhelyezésre (14 madár/m²). Alományagnak szecszkázott búzaszalmát használtunk. A csirkéknek az egész hizlalási periódus alatt *ad libitum* takarmány- és ivóvíz hozzáférést biztosítottunk. A világítási, fűtési és szellőztetési programot az *Aviagen* (2019) előírásainak megfelelően állítottuk be. Az állatokat a keltetőben immunizálták fertőző bronchitis (Cevac Bron), Newcastle betegség (Vitapest) és fertőző bursitis (Cevac Ttransmune) ellen. A kokcidiózis megelőzése érdekében a csirkéket 6 napos korban élő, legyengített kokcidiózis vakcinával (Evant ®, Hipra) kezeltük.

Kísérleti kezelések és takarmányozás

A kísérlet során háromfázisú takarmányozást alkalmaztunk: indító- (0-10 nap; dercés), nevelő- (11-24 nap; granulált) és befejező fázist (25-39 nap; granulált). Az indító fázis esetében egy kontroll (C) és egy probiotikummal (Ecobiol 500® 0,5 g/kg takarmány; *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 (BA), min. 2×10^9 CFU/g; Evonik Nutrition & Care GmbH, Germany) kiegészített takarmánykeveréket etettünk (C+BA), kezelésként 12 ismétlésben (fülkében). A C csoport kísérleti keveréke a Ross 308 hibrid előírt szükségleteit kielégítő takarmánykeverék volt (Aviagen, 2019). A nevelő- és befejező fázisban négy kísérleti keveréket etettünk, mindegyik esetében 6 ismétlést alkalmazva: kontroll (C; az indító kezelés 6 fülkéje), probiotikummal kiegészített keverék (C+BA; az indító C+BA csoport 6 fülkéje), fehérjecsökkentett takarmánykeverék (LP; az indító C kezelés 6 fülkéje), probiotikummal kiegészített fehérjecsökkentett keverék (LP+BA; az indító C+BA kezelés 6 fülkéje). A csökkentett fehérjeszintű keverékek (LP) nyersfehérje-tartalma a nevelő szakaszban 1,5%-kal, a befejező szakaszban 2,0%-kal volt kisebb a kontrollkeverékek (C) nyersfehérje-tartalmánál. A kísérleti keveréktakarmányokat a MATE Georgikon Campusán állítottuk össze. A kísérleti keverékek összetételét és számított táplálóanyag-tartalmát az 1. táblázat mutatja be. Az LP és LP+BA kezelések esetében a kisebb nyersfehérjeszintet az extrahált szójadara arányának csökkentésével értük el. A keverékek mért nyersfehérje-tartalma nem tért el jelentősen a számított értékektől (1. táblázat). Hat esszenciális aminosav

1. táblázat

A kísérleti takarmánykeverékek összetétele és számított táplálóanyag-tartalma az indító-, nevelő- és befejező fázisban

Összetevők (g/kg) (1)	Indító (2)		Nevelő (3)		Befejező (4)	
	C és C+BA (5)	C és C+BA	LP és LP+BA (6)	C és C+BA	LP és LP+BA	
Kukorica (7)	375	406	431	430	463	
Búza (8)	100	100	100	100	100	
Extrahált szójadara (9)	345	239	119	215	76,9	
Extrahált napraforgódara (10)	50,0	100	150	100	150	
DDGS (11)	30,0	50,0	90,3	50,0	100	
Növényi olaj (12)	54,2	64,9	62,0	68,3	63,1	
MCP (13)	10,9	8,27	7,66	7,20	6,61	
Takarmánymész (14)	18,3	15,8	16,4	15,1	15,8	
L-lizin (Biolys®) (15)	3,82	4,45	8,78	3,78	8,87	
DL-metionin (MetAMINO®) (16)	3,14	2,33	2,63	2,02	2,40	
L-treonin (ThreAMINO®) (17)	0,89	0,73	1,65	0,54	1,65	
L-valin (ValAMINO®) (18)	0,63	0,27	1,29	0,00	1,19	
L-izoleucin (19)	0,00	0,00	1,21	0,00	1,45	
L-arginin (20)	0,00	0,00	0,72	0,00	1,14	
Premix* (21)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Takarmánysó (22)	2,85	2,68	2,41	2,67	2,36	
Szódabikarbóna (23)	0,61	0,57	0,27	0,59	0,18	
Fitáz (Quantum Blue) (24)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	

Összetevők (g/kg) (1)	Indító (2)		Nevelő (3)		Befejező (4)	
	C és C+BA (5)	C és C+BA	LP és LP+BA (6)	C és C+BA	LP és LP+BA	
Xilánáz (Econase XT25) (25)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
Összesen (26)	1000	1000	1000	1000	1000	
Táplálóanyag-tartalom (g/kg) (27)						
AMEn (MJ/kg) (28)	12,6	13,0	13,0	13,2	13,2	
Nyersfehérje – számított (29)	230	205	190	196	176	
Nyersfehérje – mért (30)	224	202,8	187,9	192,9	171,2	
Nyerszsír (31)	69,6	82,3	81,9	86,2	83,7	
Nyersrost (32)	41,7	48,6	55,9	47,8	55,0	
Ca (33)	10,5	9,0	9,0	8,5	8,5	
P hasznosítható (34)	3,5	3,0	3,0	2,7	2,7	
SID Lizin (35)	12,7	10,9	10,9	10,0	10,0	
SID Metionin (36)	6,2	5,3	5,5	4,9	5,2	
SID Metionin+Cisztein (37)	9,2	8,1	8,1	7,6	7,6	
SID Treonin (38)	8,0	7,0	7,0	6,5	6,5	
SID Triptofán (39)	2,5	2,2	1,8	2,0	1,6	
SID Valin (40)	10,0	8,7	8,7	8,0	8,0	
SID Izoleucin (41)	8,6	7,5	7,5	7,1	7,1	
SID Arginin (42)	14,1	12,5	11,3	11,8	10,6	
Glicin ekvivalens (43)	16,5	15,1	13,6	14,5	12,6	

C – kontrollkezelés; C+BA – kontroll táp probiotikummal kiegészítve; LP – nyersfehérje-csökkentés a kontrollhoz képest; LP+BA – LP táp probiotikummal kiegészítve

Table 1. Composition and nutrient content of experimental feed in the starter, grower and finisher phases

ingredients (1); starter phase (2); grower phase (3); finisher phase (4); C and C+BA groups (5); LP and LP+BA groups (6); corn (7); wheat (8); soybean meal (9); sunflower meal (10); DDGS (11); oil (12); MCP (13); limestone (14); L-lysine (15); DL-methionine (16); L-threonine (17); L-valine (18); L-isoleucine (19); L-arginine (20); premix (21); feed salt (22); sodium bicarbonate (23); phytase (24); xilánase (25); sum (26); nutrient content (27); AMEn (28); crude protein – calculated (29); crude protein – measured (30); crude fat (31); crude fibre (32); calcium (33); available P (34); SID lysine (35); SID methionine (36); SID methionine+cystine (37); SID threonine (38); SID triptophan (39); SID valine (40); SID isoleucine (41); SID arginine (42) glycine equivalent (43)

esetében kristályos aminosav-kiegészítést alkalmaztunk (lizin, metionin, treonin, valin, izoleucin, arginin). A különböző kezelések takarmányait úgy állítottuk elő, hogy a standardizált ileális emészthetőségi (SID) értékek azonosak legyenek ezen aminosavak esetében. Az esszenciális aminosavak SID-értékének és lizinhez viszonyított arányainak megállapításánál az Evonik cég AminoChick2.0® szoftverének ajánlásait vettük figyelembe (Evonik, 2014). A kísérleti keveréktakarmányok nem tartalmaztak kokcidiosztatikumokat, tárolásuk száraz és hűvös helyen történt (<20°C).

Mérések és mintavételi eljárások

A csirkék testsúlyát egyedileg megmértük napos korban, illetve az egyes takarmányozási fázisok végén (10., 24. és 39. napon), ezután megállapítottuk a

testsúlygyarapodást. Szintén a fázisok végén mértük a fülkénkénti takarmányfogyasztást, amelyet követően kiszámítottuk az adott fülkéhez tartozó átlagos egyedi takarmányfelvételt és takarmányértékesítést. A termelési paraméterek statisztikai vizsgálata során fülkeátlagokkal dolgoztunk (kezelésenként 6 ismétlés; $n=6$). A kísérleti takarmánykeverékekből minden fázis és kezelés esetében mintákat gyűjtöttünk, majd ezekből a Kjeldahl módszer (ISO 20483:2013) szerint megmértük a nyersfehérje-tartalmat.

A kísérleti állatok 29 napos korában bélegészségügyi vizsgálatra került sor a Vet-Produkt Kft. munkatársainak segítségével. Az Evonik cég által biztosított „bél egészség monitoring program” alapján ketrecenként 3-3 db egészségesnek tűnő, átlagos fejlettségű madáron végeztük el az emésztőrendszer vizsgálatát. A vizsgálatra kerülő állatok kíméletes leölése széndioxiddal végzett kábítást követően cervikális diszlokációval történt (állatkísérleti engedély száma: ZA1/040/01566-2/1/2020). Az értékelés során a következő jellemzők meglétét (1 pont) vagy hiányát (0 pont) jegyeztük fel állatonként: béltartalom gázosodás, disz bakteriózisz, elhalásozó bélgyulladás, fokozott bélnyák termelés, kipirult Peyer-plakkok, vékony bélfal. A kokciódiózis vizsgálatot *Johnson és Reid* (1970) által kidolgozott ún. „*Lesion scoring*” értékelő módszer szerint végeztük el. A módszer alapján az *Eimeria* fajok által okozott bélelváltozások elbírálására a bélcsontra négy szakaszára (*duodenum*, *jejunum*, *ileum*, *caecum*) vonatkozóan került sor. Az elváltozások súlyossága szerint 0-4 értékkel pontozva 0 pontot adtunk, amikor nem volt elváltozás, 4 pontot, amikor nagyon súlyos léziók látszódtak. A madaranként adott összpontszámot elosztottuk a bélszakaszok számával, s az így kapott hányadost értékeltük.

A hízalás 39. napján került sor az állatok vágóértékének megállapítására. Széndioxidos kábítás után kezelésenként 48 állat leölésére került sor. Meghatároztuk a vágási kihozatalt (a konyhakész testsúlynak az élősúlyhoz viszonyított arányát), az élősúlyhoz viszonyított ún. relatív mellfilé arányát, a relatív comb arányt és a hasúri zsír relatív arányát. A konyhakész testsúly az állatok nyúzása, az emésztőtraktus, a fej és a lábvégek eltávolítása után mért súlyt jelentette.

Statisztikai analízis

Az adatok előkészítését a statisztikai analízisre a Microsoft Office Excel 2010 programmal végeztük el, ezután az IBM SPSS (version 22, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) statisztikai elemzőcsomaggal értékeltük ki őket. A termelési és vágóérték paraméterek értékelése során az egyes fülkék jelentették a kísérleti egységeket. A kiugró adatok kiszűrését a varianciák homogenitásának ellenőrzése (Levenetest) követte. Az indító szakasz eredményeit t-teszttel, míg a fehérjecsökkentés és a probiotikum-kiegészítés hatását kéttényezős varianciaanalízissel (ANOVA) értékeltük. Utóbbi esetében, ha valamely tényező hatása az F-teszt alapján szignifikánsnak bizonyult, a kezeléseket közti különbségek kimutatására Tukey-tesztet használtunk. A kokciódiózis pontozás (Mann-Whitney teszt) kivételével a bélegészségügyi elváltozások előfordulási arányait Khi négyzet próbával értékeltük. Szignifikánsnak fogadtuk el a csoportok közötti különbségeket 0,05-nél kisebb p-érték esetében.

EREDMÉNYEK

Termelési paraméterek

Vizsgálataink során négy termelési paraméter esetében hasonlítottuk össze a különböző kezeléseket: testsúly, testsúlygyarapodás, takarmányfelvétel és takarmányértékesítés. Az indító fázisban mért termelési paramétereket a 2. táblázat szemlélteti. A hizlalási periódus első 10 napjában (indító fázis) nem volt megfigyelhető statisztikailag igazolható különbség a kontroll és a probiotikum kezelés között ($p > 0,05$).

2. táblázat

Az indító fázisban mért termelési paraméterek

	Testsúly (g; 0. nap) (1)	Testsúly (g; 10. nap) (2)	Testsúly- gyarapodás (g) (3)	Takarmány- felvétel (g) (4)	Takarmány- értékesítés (kg/kg) (5)
C (6)	44,9	325	280	346	1,24
C+BA (7)	44,8	322	277	356	1,29
t-teszt (8)	NS	NS	NS	NS	NS

C – kontroll kezelés; C+BA – kontroll táp probiotikummal kiegészítve; NS = nem szignifikáns hatás ($p > 0,05$); $n=12$

Table 2. Summarized production traits of the starter phase

body weight day 0. (1); body weight day 10. (2); body weight gain (3); feed intake (4); feed conversion ratio (5); group control (6); group C+BA (7); t-test (8)

A takarmánykeverékek eltérő nyersfehérjeszintjét, mint kezelés hatást a hizlalás nevelő szakaszától értékeltük (3. táblázat). A csirkék testsúlyát elemezve megfigyelhető, hogy a fehérjecsökkentett kezelésben részesülő LP és LP+BA csoportok egyedei szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb testsúlyt értek el a 24. és a 39. napon. A testsúlygyarapodást vizsgálva megállapítható, hogy a fehérjecsökkentés statisztikailag igazolható módon javította ezt a tulajdonságot külön a nevelő- és befejező fázisban, valamint a teljes (nevelő+befejező) időszakra vonatkoztatva egyaránt. A probiotikumot fogyasztó csoportok egyedei (C+BA és LP+BA) szignifikánsan gyengébben teljesítettek a 24. napi testsúly és a nevelő fázisban mért testsúlygyarapodás tekintetében, mint a probiotikum-kiegészítésben nem részesülő csoportok (C és LP). A kísérlet végi testsúlyt, illetve a befejező és nevelő+befejező szakaszokra vonatkozó testsúlygyarapodást azonban a probiotikum-kiegészítés nem befolyásolta igazolható módon. A takarmányfelvétel és a takarmányértékesítés eredményei a 4. táblázatban láthatóak. A takarmányértékesítésben az LP és LP+BA kezelések szignifikánsan kedvezőbb értéket produkáltak, mint a kontroll nyersfehérjeszintű kezelések (C és C+BA). A fehérjecsökkentett takarmányozási kezelés a takarmányfelvételre is szignifikáns hatással volt: a fehérjecsökkentett kezelésben résztvevő csirkék 4,2%-kal kevesebb takarmányt fogyasztottak, mint a hagyományos nyersfehérje kezelésben részesülő madarak. A probiotikum-kiegészítés ezt a két paramétert nem befolyásolta. A kísérleti kezelések nem befolyásolták szignifikánsan az elhullási arányokat a teljes

3. táblázat

A nevelő (11.-24. nap) - és a befejező fázisban (25-39. nap) mért átlagos testsúlyok és testsúlygyarapodások

Takarmánykezelések (1)		Testsúly (g) (2)		Testsúlygyarapodás (g) (3)		
Nyersfehérjeszint (4)	Probiotikum (5)	24. nap (6)	39. nap (7)	Nevelő (8)	Befejező (9)	Teljes időszak alatt (10)
Kontroll (C) (11)	BA- (13)	1061,7	2090,2	740,7	937,2	1677,9
	BA+ (14)	1043,5	2119,1	716,7	986,3	1703,1
Csökkentett (LP) (12)	BA- (13)	1140,8	2360,6	812,4	1111,1	1923,5
	BA+ (14)	1087,9	2209,5	770,8	1033,1	1803,9
A nyersfehérjeszint hatása (15)						
Kontroll (C) (11)		1052,6 ^b	2104,7 ^b	728,7 ^b	961,7 ^b	1690,5 ^b
Csökkentett (LP) (12)		1114,4 ^a	2285,1 ^a	791,6 ^a	1072,1 ^a	1863,7 ^a
Probiotikum-kiegészítés hatása (16)						
BA- (13)		1101,3 ^a	2225,4	776,6 ^a	1024,1	1800,7
BA+ (14)		1065,7 ^b	2164,3	743,7 ^b	1009,7	1753,5
Szigifikancia szint (p-érték) (17)						
Fehérjehatás (18)		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,001
Probiotikum hatás (19)		< 0,05	NS	< 0,05	NS	NS
Fehérjehatás+Probiotikum hatás (20)		NS	NS	NS	NS	NS

BA -/+ = probiotikum nélkül/probiotikum-kiegészítés; NS = nem szignifikáns hatás ($p > 0,05$); ^{ab} = a különböző betűjelzések szignifikáns különbséget jeleznek ($p < 0,05$ vagy $p < 0,001$); $n = 6$

Table 3. Average body weight and body weight gain in the grower- and finisher phase

dietary treatments (1); body weight (2); body weight gain (3); level of crude protein (4); probiotic supplementation (5); day 24. (6); day 39. (7); grower phase (8); finisher phase (9); sum (10); control protein level (11); reduced protein level (12); without *Bacillus amyloliquefaciens* supplementation (13); supplemented with *Bacillus amyloliquefaciens* (14); effect of crude protein level (15); effect of probiotic supplementation (16); p-values (17); effect of protein (18); effect of probiotic (19); effect of protein and probiotic (20)

kísérlet folyamán, amely az egész kísérletre vonatkozóan 4,9% volt (C: 4,2%; C+BA: 6,3%; LP: 4,9%; LP+BA: 4,2%; $p > 0,05$).

Vágóérték vizsgálat

A kísérlet végén végzett vágóérték vizsgálat eredményeit az 5. táblázat mutatja be. A vágási kihozatal, a relatív mellfilé és comb arányok esetében a kezelések nem fejtettek ki szignifikáns hatásokat ($p > 0,05$). A relatív hasúri zsír arányát vizsgálva azonban megállapítható volt, hogy a fehérjecsökkentett takarmányozás hatására szignifikánsan megnőtt a hasúri zsír beépülése a hagyományos nyersfehérjeszintű

4. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a takarmányfelvétel és a takarmányértékesítés átlagértékeire

Takarmánykezelések (1)		Takarmányfelvétel (g/madár) (2)			Takarmányértékesítés (kg/kg) (3)		
Nyersfehérjeszint (4)	Probiotikum (5)	Nevelő (6)	Befejező (7)	Teljes időszak alatt (8)	Nevelő	Befejező	Teljes időszak alatt
Kontroll (C) (9)	BA- (11)	1380,47	2126,26	3506,72	1,87	2,27	2,09
	BA+ (12)	1369,46	2154,26	3523,72	1,91	2,20	2,07
Csökkentett (LP) (10)	BA- (11)	1355,80	2143,56	3499,36	1,67	1,94	1,82
	BA+ (12)	1279,27	2144,11	3423,38	1,66	2,08	1,90
A nyersfehérjeszint hatása (13)							
Kontroll (C) (9)		1374,96 ^a	2140,26	3515,22	1,89 ^a	2,23 ^a	2,08 ^a
Csökkentett (LP) (10)		1317,53 ^b	2143,83	3461,37	1,67 ^b	2,01 ^b	1,86 ^b
Probiotikum-kiegészítés hatása (14)							
BA- (11)		1368,13	2134,91	3503,04	1,77	2,11	1,96
BA+ (12)		1324,37	2149,18	3473,55	1,79	2,14	1,99
Szignifikancia szint (p-érték) (15)							
Fehérjehatás (16)		< 0,05	NS	NS	< 0,001	< 0,05	< 0,001
Probiotikum hatás (17)		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fehérjehatás+Probiotikum hatás (18)		NS	NS	NS	NS	NS	NS

BA -/+ = probiotikum nélkül/probiotikum-kiegészítés; NS = nem szignifikáns hatás (p>0,05); ^{ab} = a különböző betűjelzések szignifikáns különbséget jeleznek (p<0,05 vagy p<0,001), n=6

Table 4. Effect of dietary treatments on feed intake and feed conversion ratio

dietary treatments (1); feed intake (2); feed conversion ratio (3); level of crude protein (4); probiotic supplementation (5); grower phase (6); finisher phase (7); sum (8); control protein level (9); reduced protein level (10); without *Bacillus amyloliquefaciens* supplementation (11); supplemented with *Bacillus amyloliquefaciens* (12); effect of crude protein level (13); effect of probiotic supplementation (14); p-values (15); effect of protein (16); effect of probiotic (17); effect of protein and probiotic (18)

takarmányt fogyasztó kezelésekhez képest (p<0,05). Ezenkívül a fehérjehatás és a probiotikum hatás között igazolt kölcsönhatást figyeltünk meg. Míg a normál fehérjeszintű csoportokban nem, a fehérjecsökkentett tápot fogyasztó csoportokban a probiotikum hatására csökkent a hasúri zsír aránya a probiotikum nélküli csoporttal szemben (p<0,05).

Bélegészségügyi jellemzők

A bélegészségügyi vizsgálatra kiválasztott állatok belső szervei épek, egészségesek, a légutak tiszták, elváltozástól mentesek voltak. A bélfalak erezettsége nem volt szembetűnő, rugalmasság és jó konzisztencia jellemezte őket. A bélegész-

A takarmánykezelések hatása a kísérleti állatok vágóértékére (átlag; %)

Takarmánykezelések (1)		Vágóérték jellemző (%) (2)			
Nyersfehérjeszint (3)	Probiotikum (4)	Vágási kihozatal (5)	Mellfilé (6)	Comb (7)	Hasúri zsír (8)
Kontroll (C) (9)	BA- (11)	71,75	19,61	21,72	0,36 ^c
	BA+ (12)	72,36	19,29	21,74	0,39 ^{bc}
Csökkentett (LP) (10)	BA- (11)	72,65	19,50	21,77	0,61 ^a
	BA+ (12)	71,67	19,17	21,38	0,49 ^b
A nyersfehérjeszint hatása (13)					
Kontroll (C) (9)		72,05	19,45	21,73	0,37 ^b
Csökkentett (LP) (10)		72,16	19,34	21,57	0,55 ^a
Probiotikum-kiegészítés hatása (14)					
BA- (11)		72,20	19,56	21,74	0,48
BA+ (12)		72,02	19,23	21,56	0,44
Szignifikancia szint (p-érték) (15)					
Fehérjehatás (16)		NS	NS	NS	< 0,001
Probiotikum hatás (17)		NS	NS	NS	NS
Fehérjehatás+Probiotikum hatás (18)		NS	NS	NS	< 0,05

BA -/+ = probiotikum nélkül/probiotikum-kiegészítés; NS = nem szignifikáns hatás ($p > 0,05$); ^{ab} = a különböző betűjelzések szignifikáns különbséget jeleznek ($p < 0,05$ vagy $p < 0,001$); $n=12$

Table 5. Effect of dietary treatments on carcass composition

dietary treatments (1); carcass parameters (2); level of crude protein (3); probiotic supplementation (4); carcass yield (5); breast meat yield (6); thigh yield (7); abdominal fat (8); control protein level (9); reduced protein level (10); without *Bacillus amyloliquefaciens* supplementation (11); supplemented with *Bacillus amyloliquefaciens* (12); effect of crude protein level (13); effect of probiotic supplementation (14); p-values (15); effect of protein (16); effect of probiotic (17); effect of protein and probiotic (18)

ségügyi vizsgálat számszerű eredményeit az 6. táblázat tartalmazza. A kokcidiózis vizsgálat pontszámait a takarmányozási kezelések nem befolyásolták. Az átlagpontok az értékelő rendszer alapján a 0-0,6 közötti tartományban helyezkedtek el, normális státuszt mutatva, amikor a kokcidiózis negatív következményeire nem kell számítanunk. A negatív bélelváltozások közül háromnál mutattuk ki valamelyik takarmányozási kezelés szignifikáns hatását. Az ionofor kokcidiosztatikum program használatához képest több esetben tapasztaltunk elhalásos bélgyulladásra gyanút keltő elváltozásokat és magas gáztartalmú beleket, a bél lumenben habos béltartalmat. A vakbelek sok esetben gázosak voltak, híg, habos tartalommal, és figyelemfelkeltő volt a nagy számban tapasztalt minimális, illetve üres tartalmuk. A probiotikumot nem fogyasztó állatok esetében 52,8%-ban volt jelen intenzív gázosodás a bélben, amit a probiotikum használata közel felére, 25,0%-os előfordulási arányra csökkentett. A probiotikum további szembevetendő és igazolt kedvező hatása

6. táblázat

Bélegészségügyi vizsgálat eredményei

Takarmánykezelések (1)		Kocidiózis pontszám ¹ (n=6) (3)	Bélegészségügyi elváltozások előfordulási aránya (%; n=18) (2)						
Nyersfehérje-szint (10)	Probiotikum (11)		Gázképződés (4)	Kipirult Peyer-plakkok (5)	Vékony bélfal (6)	Fokozott bélnyák termelés (7)	Elhalásos bélgülladás (8)	Diszбактерiózis (9)	
Kontroll (C) (12)	BA- (14)	0,416	55,6	33,3	16,7	22,2	11,1	5,6	
	BA+ (15)	0,333	27,8	16,7	16,7	22,2	16,7	11,1	
Csökkentett (LP) (13)	BA- (14)	0,277	50,0	55,6	0,0	5,6	27,8	16,7	
	BA+ (15)	0,333	22,2	16,7	5,6	11,1	11,1	22,2	
A nyersfehérje szint hatása (16)									
Kontroll (C) (12)		0,375	41,7	25,0	16,7 ^a	22,2	13,9	8,3	
Csökkentett (LP) (13)		0,305	36,1	36,1	2,8 ^b	8,3	19,4	19,4	
Probiotikum-kiegészítés hatása (17)									
BA- (14)		0,374	52,8 ^a	44,4 ^a	8,3	13,9	19,4	11,1	
BA+ (15)		0,333	25,0 ^b	16,7 ^b	11,1	16,7	13,9	16,7	
Szignifikancia szint (p-érték) (18)									
Fehérjehatás (19)		NS ³	NS	NS	< 0,05	NS	NS	NS	
Probiotikum hatás (20)		NS	< 0,05	< 0,05	NS	NS	NS	NS	

¹ Lesion scoring értékelő rendszere alapján (Johnson és Reid, 1970); BA -/+ = probiotikum nélkül/probiotikum-kiegészítés; NS= nem szignifikáns hatás (p>0,05)

^{a,b} eltérő betűjelek szignifikáns különbséget jelölnek (p<0,05); n=18

Table 6. Results of gut health examination

dietary treatments (1); rate of intestinal lesions (2); lesion score of coccidiosis (3); gas formation (4); flushed Peyer-plaques (5); thin intestine (6); increased mucus production (7); necrotic enteritis (8); dysbacteriosis (9); level of crude protein (10); probiotic supplementation (11); control protein level (12); reduced protein level (13); without *Bacillus amyloliquefaciens* supplementation (14); supplemented with *Bacillus amyloliquefaciens* (15); effect of crude protein level (16); effect of probiotic supplementation (17); p-values (18); effect of protein (19); effect of probiotic (20)

volt, hogy a bélfal Peyer-plakkjai kevésbé voltak kifejezettek, kipirultak (17,6%), ami a probiotikum nélküli brojlerek esetében 44,4%-ban jellemző volt. A csökkentett nyersfehérje szintű takarmányozás hatására kisebb arányban fordult elő vékony bélfal. Erős tendenciaként megfigyeltük, hogy a nyersfehérje csökkentés esetében kevesebb volt a fokozott bélnyáktermelést mutató állat (22,2 vs. 8,3%).

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Kísérletünkben a nevelő és befejező fázisban alkalmaztunk csökkentett nyersfehérje-tartalmú kísérleti tápokot, amelyekre vonatkozóan a célként megfogalmazott, a kontrolltápokhoz viszonyított 1,5 (nevelő fázis) illetve 2%-os (befejező fázis) fehérje csökkentést a takarmány analízise alapján is sikerült megvalósítanunk. Számos kísérlet eredményei alapján a takarmánykeverékek nyersfehérje-tartalmának a technológiai ajánláshoz viszonyított 2%-os csökkentése a termelési eredmények romlása nélkül végrehajtható (*Belloir és mtsai*, 2015). A jelen kísérlet eredményei azt mutatják, hogy csökkentett nyersfehérjesszintű tápokkal a termelési paraméterek (testsúly, testsúlygyarapodás, takarmányértékesítés) nem csak szinten tarthatók, de javíthatók is a kontroll fehérjesszintű tápokhoz képest. *Belloir és mtsai* (2017) tendenciaszerűen javították a csirkék súlygyarapodását a 21-35. nap között, amikor a kontrolltáp 19%-os nyersfehérje-tartalmát 16%-ra csökkentették. Korábbi, hasonló felépítésű kísérletünkben a 2%-kal csökkentett nyersfehérje-tartalmú tápokkal szintén szignifikánsan jobb termelési eredményeket értünk el, mint a hagyományos tápsorral (*Dublecz és mtsai*, 2018). Ennek feltételei voltak, hogy alkalmaztuk az ideális fehérje koncepciót, illetve a legfontosabb esszenciális aminosavak SID értékét az AminoChick2.0® ajánlásnak megfelelően a kontrolltápok szintjén tartottuk hatféle kristályos aminosav-kiegészítés (lizin, metionin, treonin, valin, izoleucin, arginin) segítségével. A kontroll nevelő tápokban az izoleucin és arginin, a befejező tápokban pedig e két aminosav mellett a valin kiegészítésére sem volt szükség.

A metionin és lizin aminosavak után a brojlertápok harmadikként limitáló aminosava általában a treonin, amelynek optimalizálása már az 1-1,5%-os fehérje-csökkentés esetén is elengedhetetlen. A tápok nyersfehérje szintjének nagyobb mértékű, 2,4-4,5%-os csökkentése esetén általános tapasztalat volt a csirkék vérplazma szabad treonin koncentrációjának 66-116%-os növekedése (*Fancher és Jensen*, 1989; *Chrystal és mtsai*, 2020ab). Ezt a növekedést valószínűleg a treonint bontó treonin-dehidrogenáz enzim aktivitásának csökkenése okozhatja. Az egyik legvalószínűbb magyarázat az enzim kisebb aktivitására a csökkentett nyersfehérje szintű tápok nagyobb keményítőtartalmából eredő megemelkedett acetyl-CoA koncentráció. Az acetyl-CoA a treonin, mint ketogén aminosav katabolizmusának fő végtermékeként gátolhatja az enzim működését. A treonin 544 mmol/l vérplazma koncentrációt meghaladó növekedése esetén a takarmányértékesítés egyre kedvezőtlenebbé válik. A treoninból a nem-esszenciális glicin és szerin keletkezhet, amelyek 2%-nál nagyobb fehérjecsökkentés esetén limitáló aminosavakká válhatnak. Elméletileg a takarmány treoninszint megemelése segíthetné a glicin és szerint ellátást, ugyanakkor a vérplazma szabad treonin szintjének növekedésével az említett kísérletekben a glicin koncentrációjának egyidejű csökkenését is kimutatták a plazmában (*Chrystal és mtsai*, 2020ab).

Több mint tíz éve folytatott vizsgálatokban egyes szerzők a fehérjecsökkentett kísérleti tápok aminosav-egyensúlyát csak a lizin, metionin+cisztein és treonin esetében módosították a kontrolltápoknak megfelelő szintre, de nem használtak valin-, arginin- és izoleucin-kiegészítést, ami már abban az időben is az alacsony fehérjetartalmú tápokkal etetett brojlerek gyengébb teljesítményéhez vezetett (*Leitgeb és mtsai*, 2003; *Khajali és Moghaddam*, 2006; *Guaiume*, 2007). A brojlertápokban a negyedik limitáló aminosav kizárólag növényi eredetű alapanyagok esetén a valin, illetve ettől eltérő alapanyagbázis esetén előfordulhat, hogy az izoleucin. Mindkét aminosav elágazó szénláncú, a kísérletünkben is alkalmazott 1,5-2,0%-s nyersfehérje csökkentés esetén célszerű SID-alapon számított koncentrációjuk szinten tartása a teljesítménycsökkenés megelőzése érdekében (*Selle és mtsai*, 2020). A szója nagy koncentrációban tartalmazza az arginint, így a kontrolltápokban szintetikus arginin-kiegészítés nélkül is nagyobb volt a SID argininszintje, mint a brojler kakasokra vonatkozó AminoChick2.0® alapú ajánlások (nevelő: 12,5 vs. 11,3 g/kg; befejező: 11,8 vs. 10,5 g/kg). A csökkentett nyersfehérje-tartalmú tápokban a kristályos arginin-kiegészítésekkel a szükségletet kielégítő SID argininszinteket biztosítottuk, ami a kontroll- és a fehérjecsökkentett tápok között 1,2 g/kg SID argininkoncentráció különbséget eredményezett a kontrollkezelések javára. A SID arginin:lizin arányokat tekintve a kontrolltápok (nevelő-befejező) 1,14-1,18, míg a fehérjecsökkentett tápok 1,03-1,06 arányokkal voltak jellemezhetőek. Más szerzők eredményei alapján a tápok SID arginin:lizin különbségei jelen kísérletünkben nem magyarázhatják a csökkentett fehérjetartalmú keveréket fogyasztó brojlerek jobb testsúlygyarapodási és takarmányértékesítési eredményeit (*Fouad és mtsai*, 2013; *Zampiga és mtsai*, 2018). Sőt, *Zampiga és mtsai* (2018) a nagyobb emészthető arginin-lizin arányú tápoknál (1,05-1,07 vs. 1,15-1,17) mutattak ki szignifikánsan kedvezőbb takarmányértékesítést a hizlalás első 33 napjára vonatkozóan.

Amennyiben a hizlalás első 21 napjában a tápok nyersfehérjeszintjét 19%, a 21-35. nap között pedig 16-17% alá kívánjuk csökkenteni, akkor a növekedési teljesítmény szempontjából a glicin és szerin nem-esszenciális aminosavakból képzett un. glicin-ekvivalens (glicin (g/kg) + (0,7143 x szerin (g/kg))) koncentráció is limitálónak válik. A brojlerek glicin-ekvivalens szükséglete nem állandó, a becslések szerint az első 21 napban 11-20 g/kg között változik. A növekvő glicin-ekvivalens érték nemlineáris módon pozitívan hat a növekedési jellemzőkre és ezeket az összefüggéseket befolyásolja többek között a metionin+cisztein, a treonin, az arginin és a kolin koncentrációja is (*Siegert és Rodehutscord*, 2019). Véleményünk szerint, mivel a kísérletünkben a nevelő és befejező tápok nyersfehérjeszintjei nem csökkentek a fenti kritikus értékek alá, a kontroll és a fehérjecsökkentett tápok glicin-ekvivalens értékeinek különbségei valószínűleg nem befolyásolták a termelési eredményeket.

A csökkentett nyersfehérje-tartalmú tápokkal a kísérlet minden fázisában elért szignifikánsan nagyobb testsúlyra és testsúlygyarapodásra, kedvezőbb takarmányértékesítésre egyértelmű magyarázatot nem tudunk adni. Korábbi hasonló kísérletünkben a csökkentett nyersfehérje-tartalmú tápot fogyasztó kísérleti állatok nagyobb takarmányfelvételén alapuló, igazoltan nagyobb emészthetőaminosav-felvétele vezethetett a kontrollcsoportot meghaladó növekedési teljesítményhez (*Dublecz és mtsai*, 2018). Jelen kísérletben a tápok kisebb nyersfehérjeszintje a nevelő szakaszban csökkentette a takarmányfelvételt, míg a teljes kísérletre vonat-

kozáan a takarmányfelvétel nem különbözött a kezelések között. A tápok fehérjeszintje és a takarmányfelvétel vonatkozásában korábbi vizsgálatok sem állapítottak meg egyértelmű összefüggést, a genotípus is meghatározó volt a kísérleti állatok reakciójában (Belloir és mtsai, 2017). A tápok nyersfehérjeszintjének csökkentése bizonyítottan befolyásolja az aminosavak emészthetőségét, de aminosavanként vizsgálva növekedés és csökkenés is kimutatható (Chrystal és mtsai, 2020ab). Moss és mtsai (2018) kísérletében a mi vizsgálatunkban is alkalmazott 1,5 %-os fehérjeszint csökkentés esetében a disztális ileumban mért átlagos aminosav emészthetőségi koefficiens 5,5%-kal nőtt a kontrolltáppal összehasonlítva. Liu és mtsai (2021) szemleciikkükben számos kísérlet eredményeit dolgozzák fel az aminosav emészthetőség vonatkozásában. A meglehetősen nagy, legalább 4%-os nyersfehérje-csökkentés négy kísérletben növelte (1-14%-kal), illetve egy esetben csökkentette (5%-kal) az aminosav átlagos emészthetőségét a disztális jejunumban. A disztális ileumban mért átlagos emészthetőségi értékek négy esetben csökkentek, három esetben pedig növekedtek a tápok fehérjecsökkentésének hatására. A jejunumra vonatkozó több pozitív eredmény azzal is összefüggésben állhat, hogy a fehérjecsökkentett tápokban nagyobb arányban alkalmazott kristályos, nem fehérjéhez kötött aminosavakat közel 100%-os felszívódás jellemzi ebben a bélszakaszban. Bár jelen kísérletünkben nem mértünk aminosav emészthetőséget, az irodalmi adatok alapján a fehérjecsökkentett tápok kedvezőbb átlagos aminosav emészthetősége hozzájárulhatott a kontrollnál jobb termelési eredményekhez.

A fehérjecsökkentett takarmányok etetése hatással lehet a baromfi vágóértékére is. Kísérletünkben a vágott test, a mell- és combfilé arányát nem befolyásolták a takarmány kezelések, egyedül a hasúri zsír aránya reagált igazolt mértékben a fehérjecsökkentésre. Amennyiben a fehérjecsökkentett tápokban valin-, arginin- és izoleucin-kiegészítést nem alkalmaznak, illetve nem SID alapon történik az aminosavszintek egyenlőségének biztosítása a kezelések között, akkor a fehérjecsökkentett tápok esetében előfordulhat a vágott test és a mellfilé arányának csökkenése is a hasúri zsír arányának növekedése mellett (Law és mtsai, 2018). Kísérletünkben a kontroll és a fehérjecsökkentett tápok azonos energiatartalmúak (AMEn) voltak. Utóbbiak esetében a csökkent fehérje-, illetve nitrogén-bevitel miatt a madaraknak kevesebb energiára van szüksége a felesleges nitrogén kiválasztását biztosító húgysavszintézishez. Az így keletkező energiatöbbletet a brojlercsirkék elsősorban hasúri zsírrá alakítják. A kísérletünkben kimutatott, a fehérjecsökkentett tápok hasúri zsír arányt növelő hatását korábbi saját vizsgálatunkban már tapasztaltuk, de más szerzők is megerősítik ezt a megfigyelést (Belloir és mtsai, 2017; Dublecz és mtsai, 2018). Mivel jelenleg részletes javaslatok nincsenek, további vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a különböző nyersfehérjeszint csökkentésekhez milyen mértékű energiacsökkentést volna célszerű alkalmazni a brojlertápokban.

A bélegészségügy és a csökkentett fehérjetartalmú tápok vonatkozásában korábbi vizsgálatok arról számoltak be, hogy a tápok fehérjetartalmának csökkentése a bélbolyhok hosszának és a bélfal felszívó felületének csökkenését, kisebb mucin szekréciót idézett elő (Ding és mtsai, 2016; Law és mtsai, 2018). Ezek a negatív hatások a szerzők szerint a fehérjecsökkentett tápokban jellemző kisebb nem-esszenciális aminosavszinteknek köszönhetőek, amely aminosavak fontos energiaforrásai a bél epithel sejteinek és bizonyos kedvező hatású baktériumoknak.

Hiányukban csökkenhet a bélhám megfelelő fejlődése, a sejtosztódás és többek között a mucin szintézise. Az említett két vizsgálatban a fehérjecsökkentett keveréket fogyasztó brojlerek növekedési teljesítménye is csökkent a kedvezőtlenebb bélmorfológiai változásokkal együtt. Véleményünk szerint fontos módszertani tény a két kísérletben, hogy a tápok aminosavai esetében az optimalizálás teljes aminosav szintekre és nem SID alapon történt, illetve ez nem terjedt ki a valin, arginin és izoleucin aminosavakra. Saját kísérletünkben a fehérjecsökkentett tápok nem okoztak növekedési depressziót és teljesítmény csökkenést, tápjainkkal valószínűleg pontosabb aminosav-ellátást valósítottunk meg. A boncolással egybekötött bélegészségügyi vizsgálatunk során szignifikánsan kevesebb volt a vékony bélfal előfordulása a csökkentett fehérjetartalmú tápok hatására, illetve – tendenciaszerűen - kisebb arányban fordult elő fokozott bélnyák termelés. Ez utóbbi megfigyelés összefüggésben lehet a korábbi vizsgálatok során kimutatott csökkent mucin termeléssel.

A különböző probiotikum-készítményekhez kapcsolódóan számos pozitív hatás tulajdonítható, amelyek befolyásolják a gazdasági haszonállatok egészségi állapotát és a termelési mutatókat (Vuong és mtsai, 2016). A *Bacillus* fajokat gyakran alkalmazzák probiotikumként, mivel stabil spóráképző tulajdonságuknak köszönhetően a különböző takarmánygyártási és az emésztési folyamatok során fellépő környezeti behatásokat (pl.: pelletálás során fellépő hőhatás, gyomorsav) kiválóan tolerálják (Shivaramaiah és mtsai, 2011). Cartman és mtsai (2008) a *Bacillus* fajok pozitív hatásáról számoltak be, amely háttérben kettős ok állhat: a patogén kórokozók kompetitív kizárása, illetve a *Bacillus* fajok által szekretált antimikrobiális vegyületek együttesen visszaszorították a kórokozókat. Kadaikunnan és mtsai (2015) valamint Lei és mtsai (2015) egyaránt megállapították, hogy az általunk vizsgált *B. amyloliquefaciens* CECT 5940 széleskörű antimikrobiális aktivitással bír, így meggátolva a patogén kórokozók kolonizációját a brojlerek bélrendszerében, ezáltal jobb bélegészségügyi státuszt elérve javulnak a termelési mutatók is. A vizsgálatunkban szereplő *B. amyloliquefaciens* CECT 5940 baktériumfaj amiláz, tripszin és lipáz enzimtermelése javítja a táplálóanyagok emészthetőségét, így segítve a gazdaszervezetet. A brojlercsirke takarmányozásban használt probiotikumokkal végzett kutatások eredményei nem egybehangzóak. Lei és mtsai (2015) brojlercsirkével végzett kísérletük során szintén *B. amyloliquefaciens* kiegészítést alkalmaztak. A saját eredményeinktől eltérően a probiotikum-kiegészítés szignifikánsan megnövelte a kezelt állatok testsúlygyarapodását (befejező fázis és teljes hizlalás alatt is) és javította a fajlagos takarmányértékesítést. De Oliveira és mtsai (2019) szintén pozitív hatást értek el indukált *Eimeria maxima* és *Clostridium perfringens* fertőzésben részesített brojlerek esetében: javult a fajlagos takarmányértékesítés, a vágási- és mellhúskihozatal is. Azonban néhány tanulmányban arról számoltak be, hogy *B. amyloliquefaciens* ($1,3 \times 10^9$ CFU/g BA-KU801; An és mtsai, 2008), (1×10^6 CFU/g BA-L; Jerzsele és mtsai, 2012), (1×10^5 CFU/g BA-SC06; Wang és mtsai, 2021) kiegészítés hatására nem figyeltek meg szignifikáns különbséget a brojlerek termelési paramétereinek (testsúly, testsúlygyarapodás, takarmányfelvétel, fajlagos takarmányértékesítés) esetében, amely eredmények összhangban állnak a saját kísérletünk során a teljes hizlalási időszakra megállapított értékekkel. Vizsgálatunkban a probiotikum-kiegészítés a termelési eredményekhez hasonlóan a brojlerek vágóértékét sem befolyásolta. Pelicano és mtsai (2003) különböző

dózisú és kombinációjú probiotikum-kiegészítés (*B. subtilis*, *B. licheniformis*; takarmányban), (*Lactobacillus reuteri*, *L. johnsonii*; ivóvízben) (*Saccharomyces cerevisiae*; takarmányban) hatását vizsgálták brojlercsirke vágóérték vonatkozásában. A kontroll- és a probiotikummal kezelt csoportok között csupán egy paraméter esetében volt statisztikailag igazolható eltérés ($p < 0,01$; lábkihozatal), amely szerint a probiotikum kezelés hatására megnőtt a kihozatal. Sarangi és mtsai (2016) Cobb 500 típusú csirkékkel vizsgálta a vágóértékre és a húsmínőségre gyakorolt probiotikum-hatást. Eredményeinkhez hasonlóan a probiotikummal kezelt állatok vágóértéke nem különbözött szignifikánsan a negatív kontrollcsoport értékeitől. A hizlalás 29. napján végzett bélegészségügyi vizsgálatunk alapján az alkalmazott probiotikum csökkentette a bélben a gázképződést és a kipirult, gyulladást jelző Peyer-plakkok arányát. A *Bacillus* törzseknek a bél egészségi állapotára kifejtett pozitív hatását számos korábbi vizsgálat támasztja alá. A *B. amyloliquefaciens* SC06 törzse probiotikumként alkalmazva 30 nap után csökkentette a brojlerek egyes gyulladást keltő citokinjainak (IL-6 és TNF α) koncentrációját, továbbá erősítette a bél epithel sejtei közötti integritást biztosító fehérjekapcsolatokat az ileumban (Wang és mtsai, 2021). Saját eredményeinket erősíti meg de Oliveira és mtsainak (2019) kísérlete, akik szintén a *B. amyloliquefaciens* CECT 5940 törzssel dolgoztak *Eimeria maxima* és *Clostridium perfringens* indukált fertőzéssel kombináltan. Eredményeik alapján a probiotikum szignifikánsan csökkentette a gázképződést, a rendellenes béltartalom és a gyulladt nyálkahártya előfordulási arányát.

Az általunk használt probiotikummal Naseri és mtsai (2021) végeztek olyan kísérletet, amelyben a kiegészítőt kontroll és nyersfehérje csökkentett tápokkal vizsgálták, miközben a kísérleti állatokban szubklinikai elhalásos bélgyulladást (*Eimeria ssp.* és *C. perfringens*) indukáltak. Ilyen körülmények között a nyersfehérje csökkentés igazoltan negatívan befolyásolta a testsúlygyarapodást, míg a probiotikum pozitívan hatott erre a paraméterre. A két kezeléshatás között egyetlen esetben tudtak szignifikáns kölcsönhatást kimutatni: a probiotikum csak a fehérjecsökkentett tápok esetében volt képes redukálni a *C. perfringens* koncentrációját a vakbéltartalomban. Saját kísérletünkben is egy esetben, a hasúri zsír arány eredményeiben volt szignifikáns kölcsönhatás a kezelések között. Az alkalmazott *Bacillus* törzs a kontrolltápokot fogyasztó állatok esetében nem hatott a hasúri zsír arányára, a fehérjecsökkentett tápok esetében viszont igazoltan csökkentette az elzsírosodás mértékét. Más kutatók is kimutatták egyes probiotikumoknak a brojlerek hasúri zsír arányát csökkentő kedvező hatását, többek között a *B. subtilis* (Santoso és mtsai, 1995), *Enterococcus faecium* M47 (Weis és mtsai, 2011) és a *B. amyloliquefaciens* LFB112 (Ahmat és mtsai, 2021) esetében. A kedvező élettani hatás háttérében Santoso és mtsainak (1995) kísérletében a probiotikum kezelés következtében a májban lecsökkent triglicerid szintézis, kisebb acetil-CoA karboxiláz enzim aktivitás állt. Az általunk kimutatott eredményt, miszerint a probiotikumoknak az elzsírosodást csökkentő hatását a takarmány fehérjeszintje is befolyásolná, más kísérletek nem erősítették meg.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kísérletünk eredményei alapján a brojlerhizlalás nevelő és befejező szakaszában a tápok 1,5, illetve 2,0%-os nyersfehérje csökkentése a legfontosabb hat esszenciális aminosav kiegészítésével és SID-alapú optimalizálásával együtt nem csak a

termelési eredmények szinten tartását biztosíthatja, hanem ezáltal nagyobb testsúlygyarapodás és kedvezőbb takarmányértékesítés is elérhető. A fehérjecsökkentett tápok esetében a metabolizálható energia (AME_n) szintjének csökkentése nélkül a hasúri zsír arányának növekedésére kell számítani. A vágóérték egyéb jellemzői, illetve a bélegészségügyi paraméterek ilyen szintű nyersfehérje csökkentés során szinten tarthatók. Az általunk alkalmazott *B. amyloliquefaciens* CECT 5940-alapú probiotikum 500 mg/kg dózisban a teljes hizlalás vonatkozásában - sem a kontroll, sem a fehérjecsökkentett tápok esetében - nem befolyásolta a kísérleti állatok növekedési jellemzőit, a vágási kihozatalt, a combok és a mellfilé arányát. A tápok fehérjecsökkentése és a probiotikum-kiegészítés közötti szignifikáns kölcsönhatás egyedül a hasúri zsír arány esetében mutatkozott meg, amikor a fehérjecsökkentett tápokhoz adott kiegészítő igazoltan csökkentette az elzsírosodás mértékét. A kiegészítő önálló pozitív hatását viszont egyértelműen kimutattuk a bélegészségügy egyes fontos jellemzői esetében.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ahmat, M. - Cheng, J. - Abbas, Z. - Cheng, Q. - Fan, Z. - Ahmad, B. - Hou, M. - Osman, G. - Guo, H. - Wang, J. - Zhang, R. (2021): Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* LFB112 on growth performance, carcass traits, immune, and serum biochemical response in broiler chickens. *Antibiotics*, 10. 1427-1443.
- An, B. K. - Cho, B. L. - You, S. J. - Paik, H. D. - Chang, H. I. - Kim, S. W. - Yun, C. W. - Kang, C. W. (2008): Growth performance and antibody response of broiler chicks fed yeast derived β -glucan and single-strain probiotics. *Asian Austral. J. Anim.*, 21. 1027-1032.
- Aviagen (2019): Ross 308 broiler management handbook. aviagen group, cummings research park, 5015 Bradford Drive, Huntsville, AL 35805 USA
- Belloir, P. - Lessire, M. - Van Milgen, J. - Schmidley, P. - Corrent, E. - Tesseraud, S. (2015): Reducing dietary crude protein of broiler: a meta-analysis approach. 11^{èmes} Journées de la Recherche Avicoles et Palmipèdes a Foie Gras, Tours, France, 9. 539-544.
- Belloir, P. - Méda, B. - Lambert, W. - Corrent, E. - Juin, H. - Lessire, M. - Tesseraud, S. (2017): Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal*, 11. 1881-1889.
- Cartman, S. T. - La Ragione, R. M. - Woodward, M. J. (2008): *Bacillus subtilis* spores germinate in the chicken gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74. 5254-5258.
- Chrystal, P. V. - Moss, A. F. - Khoddami, A. - Naranjo, V. D. - Selle, P. H. - Liu, S. Y. (2020a): Impacts of reduced-crude protein diets on key parameters in male broiler chickens offered maize-based diets. *Poult. Sci.*, 99. 505-516.
- Chrystal, P. V. - Moss, A. F. - Khoddami, A. - Naranjo, V. D. - Selle, P. H. - Liu, S. Y. (2020b): Effects of reduced crude protein levels, dietary electrolyte balance and energy density on the performance of broiler chickens offered maize-based diets with evaluations of starch, protein and amino acid metabolism. *Poult. Sci.*, 99. 1421-1431.
- De Oliveira, M. J. K. - Sakomura, N. K. - de Paula Dorigam, J. C. - Doranalli, K. - Soares, L. - da Silva Viana, G. (2019): *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 alone or in combination with antibiotic growth promoters improves performance in broilers under enteric pathogen challenge. *Poult. Sci.*, 98. 4391-4400.
- Ding, X. M. - Li, D. D. - Li, Z. R. - Wang, J. P. - Zeng, Q. F. - Bai, S. P. - Su, Z. W. - Zhang, K. Y. (2016): Effects of dietary crude protein levels and exogenous protease on performance, nutrient digestibility, trypsin activity and intestinal morphology in broilers. *Livest. Sci.*, 193. 26-31.

- Dublecz, K. - Koltay, I. - Such, N. - Dublec, F. - Husvéth, F. - Wágner, L. - Péterné Farkas E. - Márton, A. - Farkas, V. - Pál, L. (2018): Lehetőségek a takarmányok nyersfehérje-tartalmának csökkentésére monogasztrikus állatokban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 67. 273-286.
- Evonik Industries – Animal Nutrition. (2014). AMINOChick 2.0 – Amino acid recommendation software for growing broilers. Version 2.0.0.14.
- Fancher, B. I. - Jensen, L. S. (1989): Dietary protein levels and essential amino acid content: Influence upon female broiler performance during the growing period. *Poult. Sci.*, 68. 897–908.
- Fouad, A. M. - El-Senousey, H. K. - Yang, X. J. - Yao, J. H. (2013): Dietary L-arginine supplementation reduces abdominal fat content by modulating lipid metabolism in broiler chickens. *Animal*, 7. 1239–1245.
- Guaiume, E. A. (2007): Effects of reduced protein, amino acid supplemented diets on production and economic performance of commercial broilers fed from hatch to market age. PhD Diss. Univ. Missouri-Columbia.
- Jerzsele, A. - Szekér, K. - Csizinszky, R. - Gere, E. - Jakab, C. - Mallo, J. - Gálfi, P. (2012): Efficacy of protected sodium butyrate, a protected blend of essential oils, their combination, and *Bacillus amyloliquefaciens* spore suspension against artificially induced necrotic enteritis in broilers. *Poult. Sci.*, 91. 837–843.
- Johnson, J. - Reid, W. M. (1970): Anticoccidial drugs: Lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Exp. Parasitol.*, 28. 30-36.
- Kadaikunnan, S. - Rejiniemon, T. S. - Khaled, J. M. - Alharbi, N. S. - Mothana, R. (2015): In-vitro antibacterial, antifungal, antioxidant and functional properties of *Bacillus amyloliquefaciens*. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.*, 14. 1-11.
- Khajali, F. - Moghaddam, H. N. (2006): Methionine supplementation of low-protein broiler diets: Influence upon growth performance and efficiency of protein utilization. *Int. J. Poult. Sci.*, 5. 569–573.
- Law, F. L. - Zulkifli, I. - Soleimani, A. F. - Liang, J. B. - Awad, E. A. (2018): The effects of low-protein diets and protease supplementation on broiler chickens in a hot and humid tropical environment. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 31. 1291-1300.
- Lei, X. - Piao, X. - Ru, Y. - Zhang, H. - Peron, A. - Zhang H. (2015): Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* based direct-fed microbial on performance, nutrient utilization, intestinal morphology and cecal microflora in broiler chickens. *Asian Austral. J Anim Sci.*, 28. 239-246.
- Leitgeb, R. - Tschischej, M. - Hutterer, F. - Bartelt, J. (2003): Impact of protein reduction and arginine and valine supplementation in the diet on growth and slaughter performance of broilers. *Die Bodenkultur*, 54. 187–195.
- Liu, S. Y. - Macelline, S. P. - Chrystall, P. V. - Selle, P. H. (2021): Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 12. 20-32.
- Moss, A. F. - Sydenham, C. J. - A. F. - Khoddami, A. - Naranjo, V. D. - Liu, S.Y. - Selle, P. H. (2018): Dietary starch influences growth performance, nutrient utilisation and digestive dynamics of protein and amino acids in broiler chickens offered low-protein diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 237. 55–67.
- Naseri, K. G. - Dorigam, J. C. P. - Doranalli, K. - Kheravij, S. - Swick, R. A. - Choct, M. - Wu, S.-B. (2020): Modulations of genes related to gut integrity, apoptosis, and immunity underlie the beneficial effects of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 in broilers fed diets with different protein levels in a necrotic enteritis challenge model. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 11. 104-116.
- Naseri, K. G. - Dorigam, J. C. P. - Doranalli, K. - Morgan, N. - Swick, R. A. - Choct, M. - Wu, S.-B. (2021): *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 improves performance and gut function in broilers fed different levels of protein and/or under necrotic enteritis challenge. *Anim. Nutr.*, 7. 185-197.
- Pelicano, E. - Souza, P. - Souza, H. - Oba, A. - Norkus, E. - Kodawara, L. - Lima, T. (2003): Effect of different probiotics on broiler carcass and meat quality. *Braz. J. Poult. Sci.*, 5. 207-214.

- Reva, O. N. – Dixelius, C. – Meijer, J. – Priest, F. G. (2004): Taxonomic characterization and plant colonizing abilities of some bacteria related to *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus subtilis*. FEMS Microbiol. Ecol, 48. 249-259.
- Santoso, U. - Tanaka, K. - Ohtani, S. (1995): Effect of dried *Bacillus subtilis* culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. Br. J. Nutr., 74. 523–529.
- Sarangi, N. R. - Babu, L. K. - Kumar, A. - Pradhan, C. R. - Pati, P. K. - Mishra, J. P. (2016): Effect of dietary supplementation of prebiotic, probiotic, and synbiotic on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. Vet. World, 9. 313–319.
- Selle, P. H. – Dorigam, J. C. P. – Lemme, A. -Chrystal, P. V. – Liu, S. Y. (2020): Synthetic and crystalline amino acids: alternatives to soybean meal in chicken-meat production. Animals, 10. 729-748.
- Shivaramaiah, S. – Pumford, N. R. – Morgan, M. J. – Wolfenden, R. E. – Wolfenden, A. D. – Torres-Rodriguez, A. - Hargis, B. M. – Téllez, G. (2011): Evaluation of *Bacillus* species as potential candidates for direct-fed microbials in commercial poultry. Poult Sci., 90. 1574-1580.
- Siebert, W. – Rodehutschord, M. (2019): The relevance of glycine and serine in poultry nutrition: a review. Br. Poult. Sci., 60. 579-588.
- Vuong, C. N. – Chou, W-K – Hargis, B. M. – Berghman, L. R. – Bielke, L. R. (2016): Role of probiotics on immune function and their relationship to antibiotic growth promoters in poultry, a brief review. Int. J. Probiotics Prebiotics, 11. 1-6.
- Wang, B. - Zhou, Y. - Tang, L. - Zeng, Z. - Gong, L. - Wu, Y. - Li, W. F. (2021): Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* instead of antibiotics on growth performance, intestinal health, and intestinal microbiota of broilers. Front. Vet. Sci., 8:679368. doi: 10.3389/fvets.2021.679368.
- Weis, J. - Hrnčár, C. - Pál, G. - Baračska, B. - Bujko, J. - Malíková, L. (2011): Effect of probiotic strain *Enterococcus faecium* M74 supplementation on the carcass parameters of different hybrid combination chickens. Sci. Pap. Anim. Sci. Biotech., 44. 149–152. Online elérhető: <https://www.scinapse.io/papers/1790402455> (accessed on 30 January 2021).
- Welker, N. – Campbell, L. L. (1967): Comparison of the α -amylase of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*. J. Bacteriol., 94. 1131-1135.
- Zampiga, M. -Laghil, L. – Petraccil, M. – Zhu, C. – Meluzzi, A. – Dridi, S. (2018): Effect of dietary arginine to lysine ratios on productive performance, meat quality, plasma and muscle metabolomics profile in fast-growing broiler chickens. J. Anim. Sci. Biotechnol., 9. 79-92.

Érkezett: 2022. április

Szerzők címe: Strifler P. – Such N. – Csitári G. – Duplecz K. – Pál L.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus
H-8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.
striflerpatrik@gmail.com

Bencze-Nagy J.
Bonafarm Zrt., Fiorács Kft.
Bonafarm Ltd., Fiorács Ltd.
H-2941 Ács, Fő u. 43.

Horváth B.
UBM Feed Zrt.
UBM Feed Ltd.
H-2851 Környe, Tópart u. 1.