



## Az L-valin kiegészítés hatása a pecsenyecsirkék élősúlyára (1–28 napos életkor között)

<sup>1</sup>Gyurcsó G., <sup>2</sup>Tóth T., <sup>1</sup>Fábián J., <sup>3</sup>Tossenberger J.

<sup>1</sup>Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft., 2942 Nagyigmánd, Burgert Róbert Agrár-Ipari Park

<sup>2</sup>Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

<sup>3</sup>Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A legújabb irodalmi adatok szerint a brojlerek esetében a valin tekintendő a negyedik limitáló aminosavnak (Corrent, 2009). Ebből adódóan szükségesnek látszik olyan kísérletek beállítása, amelyek eredményei hozzájárulnak a nagy teljesítményre képes brojlerek valin szükségletének pontosításához. Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a takarmányok valin kiegészítése milyen hatással van a brojlercsirkék súlygyarapodásra, takarmányfelvételére és takarmány-értékesítésére. A kísérletet 1600, Ross-308-as kakasokkal végeztük el, 5 ismétlésben (320 állat/kezelés). A madarak az 1–14. életnap között indító, a 15–28. életnap között pedig nevelő takarmányt fogyasztottak. A kontroll és kísérleti takarmánykeverékek kukorica-szójadara alapúak voltak. Az indítótápokot 0–0.91–1.82–2.73–3.63 g/kg mennyiségben, a nevelőtápokot pedig 0–0.82–1.63–2.44–3.26 g/kg mennyiségben kristályos L-valinnal egészítettük ki. Az állatokat az 1, a 14. és a 28. életnapon egyedileg mérlegeltük. A madarak takarmányfelvételét fülként (40 madár/fülke) mértük. A kísérleti adatokat variancia analízissel elemeztük. Szignifikáns hatás esetén az egyes kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey teszttel ellenőriztük (SAS, 2004). Az elvégzett kísérlet eredményei szerint a kristályos L-valin kiegészítésnek az indítótáp etetésének időszakában nincs szignifikáns hatása a madarak súlygyarapodásra ( $P \geq 0,05$ ). A nevelőszakasz végén (28. életnap) az alacsonyabb valin kiegészítések (0,82 ill. 1,63 g/kg takarmány) nem, a nagyobb valin dózisosok (2,44 ill. 3,26 g/kg takarmány) viszont statisztikailag igazolhatóan ( $P \leq 0,05$ ) növelték a madarak testsúlyát. A brojlerek takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére a kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása ( $P \geq 0,05$ ). Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a pecsenyecsirkék teljesítményére a takarmányok valintartalmának hatása van, amit további vizsgálatokban célszerű lenne tisztázni.*

(Kulcsszavak: valin, brojler, súlygyarapodás, takarmányértékesítés)

### ABSTRACT

#### The influence of L-valine supplementation of the diets on the live weight of broiler chickens (between 1–28 days of age)

G. Gyurcsó<sup>1</sup>, T. Tóth<sup>2</sup>, J. Fábián<sup>1</sup>, J. Tossenberger<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bonafarm-Bábolna Feedstuff Ltd., H-2942 Nagyigmánd, Burgert Róbert Agrár-Ipari Park

<sup>2</sup>University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

<sup>3</sup>Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

*According to the latest literature data valine should be considered as the fourth limiting amino acid in broilers (Corrent, 2009). Consequently, it appears necessary to set up trials that can facilitate to determine the valine requirement of high-performance*

broilers more accurately. Our study was aimed at determining how the valine supplementation of the diets affects the weight gain, feed intake and feed conversion rate of broiler chickens. The trial used 1600 Ross-308 roosters in 5 replicates (320 birds/treatment). Birds were fed starter diets between 1–14 days of age, and grower diets between 15–28 days of age. The control and trial diets were corn-soy based. Crystalline L-valine was used to supplement starter diets at the rate of 0–0.91–1.82–2.73–3.63 g/kg, and grower diets at the rate of 0–0.82–1.63–2.44–3.26 g/kg. Birds were individually weighed on days 1, 14 and 28 of age. Feed intake of the birds was determined by cage (40 birds per cage). Trial data were subjected to variance analysis. In case of the significant treatment effect the statistical reliability of differences among treatments was verified by Tukey test (SAS, 2004). According to the results of the trial the crystalline L-valine supplementation does not affect significantly the weight gain of the birds during the started diet phase ( $P \geq 0.05$ ). At the end of the grower phase (day 28 of age) the weight of the birds was not affected by the lower valine dosages (0.82 and 1.63 g/kg diet); higher valine dosages (2.44 and 3.26 g/kg diet), however, increased their weight in a statistically verifiable manner ( $P \leq 0.05$ ). The feed intake and feed conversion rate of the broilers were not influenced by the treatments ( $P \geq 0.05$ ). Our data highlight the fact, that the valine contents of the diet influence the performance of broiler chickens and this should be clarified further in future studies.

(Keywords: amino acid, L-valine, broiler)

## BEVEZETÉS

A brojler hizlalás gazdaságosságát elsősorban a takarmányozási költségek határozzák meg. Ezen költségek aránya jelenleg az összköltség 60–70%-át teszi ki. Napjainkban a brojler előállítás gyakran veszteséges, éppen ezért a takarmányozási költségek csökkentésének alapvető szerepe van. A takarmányok árát legnagyobb mértékben a fehérjehordozók ára határozza meg, ezért költségcsökkentés is legkönnyebben a takarmánykeverékek fehérje- és aminosav-tartalmának optimalizálása útján érhető el. Az ideális fehérje- és aminosav-tartalomra optimalizált takarmányok mellett, hogy költséghatékonyak nem terhelik meg a környezetet a felesleges nitrogénnel. Az ideális aminosav-tartalomra történő optimalizálásra, mára öt kristályos aminosav áll rendelkezésre. A legújabb kristályos aminosav az L-valin. Tekintettel arra, hogy az eddigi irodalmi adatok alapján a brojlerek esetében a valin tekintendő a negyedik limitáló aminosavnak, szükségesnek látszik további olyan kísérletek beállítása, amelyek eredményei hozzájárulnak a nagy teljesítményre képes madarak valin szükségletének pontosításához és ez által lehetővé teszik a madarak potenciális növekedési erélyének optimális kihasználását.

A takarmányozási tényezők közül a brojlerek teljesítményét az energia és fehérje ellátásuk mellett leginkább az aminosav ellátásuk határozza meg. Ezen túlmenően jelentős szerepe van a fehérje–energia és az aminosav–energia arány helyes beállításának is (Forgács, 1997; Nahashon és mtsai., 2005; Kamran és mtsai., 2008). Az utóbbi néhány évben a genetikai előrehaladás következtében a brojlerek potenciális teljesítő képessége folyamatosan nő. A nagy teljesítményre képes brojlerek lizin, metionin+cisztin, valamint treonin szükségletére vonatkozóan már számos kísérleti adat áll rendelkezésre. Így pl. a brojlerek lizin szükséglete jól ismert (Mendes és mtsai., 1997; Si és mtsai., 2001; Fatufe és mtsai., 2004; Ahmad és mtsai., 2007; Dozier és mtsai., 2009, 2010). Az elmúlt évek kutatásai először a kén-tartalmú aminosavak optimális mennyiségének meghatározásával foglalkoztak (Kalinowski és mtsai., 2003; Garcia és mtsai., 2005; Powell és mtsai., 2009). A kén-tartalmú aminosavak meghatározása mellett

fontos cél annak vizsgálata is, hogy a treonin ellátás hogyan befolyásolja a nagy teljesítményű pecsenyecsirkék természetes mutatóit (Douglas és mtsai., 1996; Rosa és mtsai., 2001; Kidd és mtsai., 2004; Samadi és mtsai., 2007). A treonin a brojlercsirkék termelési eredményeinek javításán túl hatással van a madarak immunrendszerének optimális működésére, a tollasodására, valamint a hőstressz kivédésében ugyancsak jelentős szerepe van (Kidd, 2000, 2004).

A valin szükséglet vonatkozásában még viszonylag kevés adat került publikálásra (Boldizsar és mtsai., 1973; Mendonca és mtsai., 1998; Corzo és mtsai., 2004, 2008; Etienne, 2009). Ez annak köszönhető, hogy az L-valin, mint kristályos aminosav csak néhány éve jelent meg kereskedelmi forgalomba, így az alkalmazására vonatkozó információk is meglehetősen korlátozottak és ellent mondanak egymásnak.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérleteket 1600, szárnyszámmal ellátott Ross-308-as kakassal végeztük el, hét ismétlésben (összesen 320 állat/kezelés). Az állatok mélyalmos nevelőfülkékben (40 madár/fülke) kerültek elhelyezésre. A kísérleti terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát továbbá a megvilágítás időtartamát és intenzitását a brojlercsirkéknek ajánlott értékeknek megfelelően szabályoztuk.

### Kezelések, kísérleti takarmányok

Kísérleteinkben 2-fázisos takarmányozást alkalmaztunk, amelynek során az 1–14 napos korig indító, 15–28 napos korig nevelőtápot etettünk. A kísérleti takarmányok kukorica-szója alapon kerültek összeállításra. A kísérleti állatok a takarmányokat az indító fázisban dercésen, nevelő fázisban pedig granulált formában fogyasztották. A kísérlet során 5 kezelést vizsgáltunk. A kísérleti takarmányok összetétele és számított táplálóanyag tartalma az 1. táblázatban látható. Az I. kezelés (kontroll) állatainak takarmánya valin kiegészítés nélkül készült. A II. III. IV. V. kezelés takarmányait indító fázisban 0,91–1,82–2,73–3,63 g/kg, nevelő fázisban 0,82–1,63–2,44–3,26 g/kg, kristályos valinnal egészítettük ki.

### A kísérleti állatok takarmányozása

A kísérleti állatokat a vizsgálatok alatt önetetökből *ad libitum* takarmányoztuk. Ivóvíz körítatókból tetszés szerint állt a madarak rendelkezésére.

### Adatfelvételezés

Az állatok egyedi élősúlyát a kísérlet 1., 21. és 28. napján mértük meg, grammos pontossággal. Az elhullott állatok szárnyszáma, élősúlya, az elhullás ideje és oka ugyancsak feljegyzésre került. Az állatok takarmányfelvételét csoportosan (fülkénként) mértük az élősúly mérések közötti időintervallumokban.

### Laboratóriumi vizsgálatok

Az etetett takarmánykeverékek táplálóanyag-tartalmát (szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, kalcium foszfor, aminosav) a Magyar Takarmánykódex (2004) alapján határoztuk meg.

### A kísérleti adatok statisztikai analízise

A kísérleti adatok statisztikai értékelését variancia-analízissel végeztük el (SAS, 2004). Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey-tesztel ellenőriztük (SAS, 2004).

**1. táblázat**

**A kísérleti takarmányok összetétele és számított táplálóanyag-tartalma (g/kg)**

Komponensek (2)	ALAPTAKARMÁNY (1)	
	Indító	Nevelő
Kukorica (3)	555.57	591.83
Extrahált szójadara (4)	380.00	339.00
Növényi olaj (5)	24.00	35.00
Takarmánymész (6)	16.00	13.00
MCP (7)	10.00	8.20
NaCl (8)	4.50	4.10
L-lizin-HCl (9)	1.65	1.33
DL-metionin (10)	2.80	2.30
L-treonin (11)	0.48	0.24
L-triptofán (12)	-	-
Premix (0.5%)* (13)	5.00	5.00
<b>Összesen (14)</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>
<b>Számított táplálóanyag-tartalom (15)</b>		
AMEn (MJ/kg) (16)	12.55	13,05
Szárazanyag (17)	886.8	887.4
Nyersfehérje (18)	211.6	195.0
Nyerszsír (19)	50.6	62.2
Lizin (20)	12.8	11.5
Metionin+cisztin (21)	9.5	8.6
Treonin (22)	8.5	7.7
Triptofán (23)	2.4	2.2
<b>Valin (24)</b>	<b>8.4</b>	<b>7.5</b>
Ca (25)	9.4	8.0
P <sub>össz.</sub> (26)	6.3	5.8
P <sub>nem phytin</sub> (27)	3.8	3.4

\*Bonafarm Bábólna Takarmány Kft. (Nagyigmánd)

*Table 1. Composition and nutrient content of the experimental diets (g/kg)*

*Treatments(1), Ingredients(2), Corn(3), Soybean meal(4), Vegetable oil(5), Limestone(6), MCP(7), NaCl(8), Lysine-HCl(9), DL-methionine(10), L-threonine(11), L-tryptophan(12), Premix(0,5 %)(13), Total(14), Nutrient content(15), Metabolisable energy content(16), Dry matter(17), Crude protein(18), Crude fat(19), Total lysine(20),*

Total methionine+cystine(21), Total threonine(22), Total tryptophan(23), Total valinne(24), Calcium(25), Total phosphorus(26), Non phytin phosphorus(27)

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérlet legfontosabb eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

### 2. táblázat

#### A kísérlet eredményei (21–28 napos életkor között)

Eredmények (2)	K E Z E L É S E K * (1)				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Élősúly (g) (3)	1458 <sup>b</sup>	1447 <sup>b</sup>	1459 <sup>b</sup>	1496 <sup>a</sup>	1510 <sup>a</sup>
Súlygyarapodás (g) (4)	80 <sup>b</sup>	80 <sup>b</sup>	81 <sup>b</sup>	83 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>
Takarmányfelvétel (g) (5)	111 <sup>b</sup>	111 <sup>b</sup>	112 <sup>ba</sup>	113 <sup>ba</sup>	114 <sup>a</sup>
Takarmányértékesítés (kg/kg) (6)	1.37 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	1.37 <sup>a</sup>

Table 2. Results of the experiment (21–28 days of age)

Treatments(1), Results(2), Body weight(3), Daily weight gain(4), Average feed consumption(5), Feed conversion ratio(6)

Adataink szerint az indító fázisban a kristályos valin kiegészítésnek nem volt szignifikáns hatása a madarak élősúlyára, takarmányfelvételére, takarmányértékesítésére és súlygyarapodására ( $P \geq 0,05$ ). Corzo és mtsai., 2009) kísérletükben arra keresték választ, hogy a valin és izoleucin hiányos takarmányok, valinnal és izoleucinnal történő kiegészítés, milyen hatással van a madarak élősúlyára, takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére. Megállapították, hogy a kontroll takarmány valin-tartalmához (9,9 g összes valin/kg takarmány) viszonyítva az 1,5 g/kg-os valin kiegészítés a felnevelés első 21 napjában nincs szignifikáns hatással a madarak élősúlyára. Az 1,5 g/kg összes valin, és az ugyanilyen mennyiségű izoleucin kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok teljesítménye sem múlta felül a kontroll csoport egyedeinek teljesítményét. Abban az esetben, ha a takarmány valin-tartalmát 9,9 g/kg-ról 11,4 g/kg-ra növelték az szintén nem volt hatással a madarak takarmányértékesítésére. Ugyanakkor az alaptakarmány 1,5 g/kg-os valin és 1,5 g/kg-os izoleucin kiegészítése már szignifikánsan javított a madarak takarmányértékesítését a többi kezeléshez képest.

Kísérletünkben a nevelő szakasz végén (28. nap) az alacsonyabb valin szintek (7,5 g/kg, 8,3 g/kg és 9,1 g/kg) nem, azonban az ennél magasabb valin dózisok (9,8 és 10,6

g/kg) statisztikailag igazolhatóan ( $P \leq 0,05$ ) növelték a madarak súlygyarapodását. Hasonló eredményre jutott *Leclercq* (1998) munkájában, aki 20–40 napos kor között a különböző valin dózisos hatásait vizsgálta a súlygyarapodásra és takarmányértékesítésre. Kísérletének eredményeiből azt a következtetést vonta le, hogy a magasabb valin dózisosok (7,88 g/kg, 8,42 g/kg, 8,96 g/kg, 9,5 g/kg) szignifikánsan javítják a madarak súlygyarapodását az alacsonyabb valin dózisosokhoz képest (6,8 g/kg, 7,34 g/kg). Érdemes megjegyezni azonban hogy *Leclercq* (1998) kísérletében – a mi adatainkkal (9,8 és 10,6 g/kg) ellentétben – alacsonyabb valin szintek mellett mutatott ki szignifikáns hatást (7,88 g/kg, 8,42 g/kg, 8,96 g/kg, 9,5 g/kg). Kísérletünkben a brojler kakasok takarmányértékesítését az alkalmazott kezelések nem befolyásolták ( $P \geq 0,05$ ). Ezzel szemben *Leclercq* (1998) kísérletében arról számol be, hogy csak a legalacsonyabb valin dózishoz képest javult a madarak takarmányértékesítése, az egyes valin dózisosok közti különbségek nem voltak szignifikánsak ( $P \geq 0,05$ ).

Kísérletünkben a nevelő szakasz végén (28. életnapon) a nagyobb valin dózisosok (9,8 és 10,6 g/kg) szignifikánsan javították a pecsenyecsirkék élősúlyát ( $P \leq 0,05$ ). *Corzo és mtsai.* (2008) ehhez hasonló eredményről számolnak be. Vizsgálatukban ugyancsak a nagyobb valin dózisosoknak (9,5 g/kg és 10,8 g/kg) volt szignifikáns hatása a madarak élősúlyára. Az előbb említett szerzők adataival ellentétben, saját kísérletünkben a növekvő részarányú valin kiegészítés nem volt hatással a takarmányértékesítés alakulására.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítottuk, hogy a szintetikus L-valin kiegészítés az indítópár etetés időszakában nem befolyásolja statisztikailag igazolható mértékben a pecsenyecsirkék súlygyarapodását ( $P \geq 0,05$ ). A nevelő szakasz végén (28. életnap) a 0,82 g/kg és 1,63 g/kg valin kiegészítést tartalmazó takarmányok (8,3 g/kg és 9,1 g/kg összes valin) nem, azonban a 2,44 g/kg és 3,26 g/kg-os valin kiegészítések (9,8 g/kg és 10,6 g/kg összes valin) viszont statisztikailag igazolhatóan ( $P \leq 0,05$ ) növelték a brojler kakasok élősúlyát. A madarak takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére a tápok növekvő részarányú valin kiegészítésének nincs szignifikáns hatása. Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a brojler takarmányok valin kiegészítésének hatását további vizsgálatokban célszerű lenne pontosítani.

## IRODALOM

- Leclercq, B. (1998). Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. *Poultry Science*. 77. 118-123.
- Boldizsar, H.K., Boorman, K.N., Buttery, P.J. (1973). The effect of excess leucine on valine catabolism in the chick. *British Journal of Nutrition*. 30. 501-510.
- Corzo, A., Dozier, W.A., Kidd, M.T. (2008). Valine nutrient recommendations for Ross × Ross 308 broilers. *Poultry Science*. 87. 335-338.
- Corzo, A., Moran, E.T., Hoehler, D. (2004). Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. *Poultry Science*. 83. 946-951.
- Corzo, A., Loar, R.E., Kidd, M.T. (2009). Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. *Poultry Science*. 88. 1934-1938.
- Dozier, W.A., Corzo, A., Kidd, M.T., Tillman, P.B., Brantonv, S.L. (2009). 13Digestible lysine requirements of male and female broilers from fourteen to twenty-eight days of age. *Poultry Science*. 88. 1676-1682.

- Dozier, W.A., Corzo, A., Kidd, M.T., Tillman, P.B., McMurtry, J.P., Branton, S.L. (2010): Digestible lysine requirements of male broilers from 28 to 42 days of age. *Poultry Science*. 89. 2173-2182.
- Webel, D.M., Fernandez S.R., Parsons, C.M. Baker, D.H. (1996). Digestible threonine requirement of broiler chickens during the period three to six and six to eight weeks posthatching. *Poultry Science*. 75. 1253-1257.
- Etienne Corrent (2009). Valine: the next limiting amino acid. *Feed Mix*. 17. 5.
- Fatufe, A., Timmler, R., Rodehutsord, M. (2004). Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. *Poultry Science*. 83. 1314-1324.
- Garcia, A., Batal, A. B. (2005). Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science*. 84. 1350-1355
- Kalinowski, A., Moran, E.T., Wyatt, C.L. Jr. (2003). Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. *Poultry Science*. 82. 1423-1427
- Kalinowski, A., Moran, E.T., Wyatt, C.L. Jr. (2003). Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering broiler males from three to six weeks of age. *Poultry Science*. 82. 1428-1437.
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M.A., Mahmood, S., Babar, M.E., Ahmed, S. (2008). Effect of low-protein diets having constant energy to protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*. 87. 468-474
- Kidd, M.T. (2000). Nutritional considerations concerning threonine in broilers. *World's Poultry Science* 56. 139-156
- Kidd, M.T., Corzo, A., Hoehler, D., Kerr, B.J., Barber, S.J., Branton, S.L. (2004). Threonine needs of boiler chickens with different growth rates. *Poultry Science*. 83. 1368-1375.
- Mendes, A.A., Watkins, S.E., England, J.A., Saleh, E.A., Waldroup, A.L., Waldroup, P.W. (1997). Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Science*. 76. 472-481.
- Mendonca, C.X., Jensen, L.S. (1989). Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids. *Nutrition Reports International*. 40. 247-252.
- Nahashon, S.N., Adefope, N., Amenyenu, A., Wright, D. (2005). Effects of dietary metabolizable energy and crude protein concentrations on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. *Poultry Science*. 84. 337-344.
- Powell, S., Bidner, T.D, Southern, L.L. (2009). The interactive effects of glycine, total sulfur amino acids, and lysine supplementation to corn-soybean meal diets on growth performance and serum uric acid and urea concentrations in broilers. *Poultry Science*. 88. 1407-1412.
- Rosa, A.P., Pesti, G.M., Edwards, H.M., Bakalli, R.I. Jr. (2001). Threonine requirements of different broiler genotypes. *Poultry Science*. 80. 1710-1717.
- Samadi, Liebert F. (2007). Threonine requirement of slow-growing male chickens depends on age and dietary efficiency of threonine utilization. *Poultry Science*. 86. 1140-1148.
- SAS (2004). User's Guide Statistics Inst. Inc. Cary NC.

Si, J., Fritts, C.A., Burnham, D.J., Waldroup, P.W. (2001). Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. Poultry Science. 80. 1472-1479.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Tóth Tamás**

Nyugat-Magyarországi Egyetem,  
Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar,  
*University of West Hungary*  
*Faculty of Agricultural and Food Sciences*  
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.  
Tel.: 36- 96- 566-600  
e-mail: ttamas@mtk.nyme.hu