



A lizin-ellátás hatása a fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségére növendék sertésekben

Tenke J., Horák A., Tischler A., Tolnai L., Tossenberger J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék, 7400 Kaposvár Guba Sándor út. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdaságos és környezetbarát sertéshús előállítás előfeltétele az állatok kiegyensúlyozott fehérje- és aminosav-ellátása, ezen belül pedig kiemelt jelentőség tulajdonítható az optimális lizin-ellátásnak. Szakirodalmi adatok szerint a különböző genetikai kapacitással rendelkező, iparszerű termelésre alkalmas hizósertések teljesítményében akár 30%-os különbség is adódhat, ami aminosav-szükségletükre is hatással van. Indokolt tehát olyan vizsgálatok elvégzése, melyek ezen sertések aminosav-szükségletének pontosítását tűzik célul. Vizsgálatainkban arra kerestünk választ, hogy a kísérleti takarmányok eltérő lizintartalma miként befolyásolja a fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségét nagy teljesítményre képes növendék sertésekben. A kísérleteket 25–60 kg közötti élősúly intervallumban, kezelésként 4, PVTC-kanüllel ellátott, Hungahib-39 ártánnyal állítottuk be két ismétlésben (8 állat/kezelés). Az állatok élősúlya a kísérlet kezdetén $34,9 \pm 5,3$ kg volt. A kísérlet során 6 eltérő lizintartalmú kukorica-árpa-szója alapú takarmány hatását vizsgáltuk, melyek lizintartalma 7,6, 8,3, 9,4, 10,0, 10,7 és 11,5 g/kg takarmány volt. A kísérleti adatokat varianciaanalízissel elemeztük (SAS, 2004). Eredményeink alapján megállapítható, hogy a fehérje és a lizin ileális emészthetősége 9,4 g/kg lizintartalom esetén szignifikánsan javult ($P \leq 0,05$) a legkisebb lizintartalmú (7,6 g/kg) diéta esetén mért értékhez képest. A lizintartalom további növekedése azonban nem járt együtt a lizin emészthetőségének további javulásával ($P \geq 0,05$). A metionin emészthetősége csak 10,0 g/kg esetén nőtt meg szignifikánsan ($P \leq 0,05$), de a további lizin dózisok azt még tovább növelték ($P \leq 0,05$). Hasonló tendenciák érvényesültek a treonin esetében is. Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a takarmányok eltérő lizintartalma az egyes aminosavak ileális emészthetőségét differenciált módon befolyásolják, amelyet a receptúrák összeállítása során is célszerű figyelembe venni.

(Kulcsszavak: lizin, növendék sertés, aminosav-emészthetőség)

ABSTRACT

The effect of dietary lysine level on the ileal digestibility of protein and amino acids in growing pigs

J. Tenke, A. Horák, A. Tischler, L. Tolnai, J. Tossenberger

Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

A precondition to producing pork in a cost-effective and environment-friendly manner is to provide a balanced protein and amino acid supply for the animals with a special focus on optimal lysine supply. According to the literature, commercial pig breeds having different genetic potentials may show up to 30% differences in their performance, which also affects their amino acid requirements. It is justifiable therefore to conduct studies with the objective of determining the amino acid requirements of these pigs more

accurately. were aimed at determining how the different lysine contents of the trial diets affect the ileal digestibility of protein and amino acids in growing pigs of high genetic potential. The trials, conducted in the 25–60 live weight interval, used 4 Hungahib-39 barrows per treatment in 2 replicates (8 pigs/treatment). The animals were fitted with a PVTC cannula. The initial live weight of the pigs was 34.9±5.3 kg. During the trial the effect of 6 corn–barley–soy based diets with different lysine contents – 7.6, 8.3, 9.4, 10.0, 10.7 and 11.5 g/kg diet – were studied. The trial data were subjected to variance analysis (SAS, 2004). Based on our results it can be concluded that when feeding the diet with 9.4 g lysine/kg of diet the ileal digestibility of protein and lysine improved significantly ($P \leq 0.05$) compared to the value determined when feeding the diet with the lowest lysine content (7.6 g/kg). Increasing the lysine content further, however, was not associated with the further improvement of lysine digestibility ($P \geq 0.05$). The digestibility of methionine increased significantly only at 10.0 g/kg ($P \leq 0.05$), and the further lysine dosages resulted in a further improvement ($P \leq 0.05$). Similar trends were found for threonine as well. Our data highlight the fact, that the different dietary lysine levels affect the ileal digestibility of dietary amino acids at different rates, which should be taken into account during feed formulation.

(Keywords: lysine, growing pigs, ileal digestibility of amino acids)

BEVEZETÉS

Hazánkban a korábbi tendenciákhoz hasonlóan még mindig a baromfi és a sertés teszi ki a hústermelés és fogyasztás 90%-át (Szöllősi és Nábrádi, 2008), a sertéshízlalás azonban egyre nehezebben végezhető gazdaságosan. Az utóbbi időben Magyarországon a sertésállomány 60 éve nem látott mélységbe süllyedt (Tóth, 2009). Ennek egyik oka, hogy a sertéshús ára stagnál, illetve csökken, a takarmányárak pedig folyamatosan emelkednek (http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsma004a.html, 2011.06.04). Napjainkban a gazdaságos és környezetkímélő sertéshús előállítás egyik előfeltétele az állatok kiegyensúlyozott takarmányozása. Ez különös fontossággal bír annak ismeretében, hogy a sertéshústermelés költségeinek, mintegy 70–75%-os hányadát a takarmányozási költségek teszik ki (Close, 2004a). Az egyes táplálóanyagok közül kiemelt fontosságú a fehérje és ezen belül az optimális aminosav-ellátás (Mézess és Hausenblasz, 2005), mivel az nagymértékben befolyásolja a hizósertések teljesítményét. A takarmányok nyersfehérje-tartalmán túl azok aminosav-összetétele (aminosav profilja) is meghatározó (Boisen és mtsai., 2000). A különböző korcsoportba tartozó állatok számára ajánlott optimális aminosav profilok meghatározásakor (ideális fehérje) az állatok élettani szükségleteinek fokozott figyelembe vételén túl a gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is szükséges szem előtt tartani. A szakirodalmi adatok arról számolnak be, hogy a nagyüzemi termelésre alkalmas hizósertések teljesítményében akár 30%-os különbség is adódhat ugyanazon tartási körülmények között (Schinckel és de Lange, 1996). Ezen sertések genetikai potenciál tekintetében három csoportra oszthatók: nagy, közepes és hagyományos genetikai potenciállal rendelkező állatokra (Close, 1994). A kifejezetten nagy genetikai potenciállal rendelkező hibrid sertéseket a nemzetközi szakirodalom a „genetically improved pig” elnevezéssel illeti. Ebben a csoportban az állatokra a napi 1000–1200 g-os súlygyarapodás jellemző az üres testek 180 g/kg-os fehérjetartalma mellett. A közepes genetikai potenciálú sertések esetében (normal pigs) ez a két érték 800–1000 g/nap illetve 170 g/kg. A hagyományos genetikai potenciállal rendelkező sertések (unimproved pigs) esetében a súlygyarapodás napi 800 g alatti, az üres testek fehérjetartalma pedig 160 g/kg-ra tehető. A Close (1994) által kategorizált sertések súlygyarapodása közt adódó különbségek tehát

alátámasztják *Schinckel és de Lange* (1996) állítását. Az üres testek fehérjetartalmában tapasztalt eltérések az egyes genotípusok különböző genetikailag determinált fehérjebeépítő képességére vezethetők vissza (*Close*, 2004b). Mindezek alapján a különböző teljesítményű hizósertések fehérje- és aminosav-szükséglete is jelentős eltéréseket mutathat. További problémaként merül fel, hogy az egyes ajánlások csaknem egy évtizede kerültek összeállításra és az ezekben feltüntetett aminosav szükségleti értékek nem minden esetben képesek fedezni a különböző genotípusú – különösen a nagy genetikai potenciállal rendelkező – állatok igényeit.

Mivel a sertéshízlalás összköltségének több, mint kétharmados hányadát a takarmányozási költségek teszik ki, költségcsökkentés legkönnyebben a takarmánykeverékek fehérje- és aminosav-tartalmának optimalizálásával érhető el. Az ideális fehérje elv alapján összeállított takarmányok ugyanis amellet, hogy költséghatékonyak, a környezetet is kevésbé terhelik felesleges nitrogénnel. Az „ideális fehérje” elv során a lizintartalmat alapul véve (100%), az esszenciális aminosavak mennyiségét ennek százalékos arányában adják meg (*Wang és Fuller*, 1989; *Baker és Chung*, 1992; *Cole and Van Lunen*, 1994). Ennek legfőbb oka, hogy a sertések számára a lizin tekinthető elsődlegesen limitáló aminosavnak (*Close*, 2004b; *Csapó és mtsai.*, 2008) és a hizósertések teljesítményét az aminosavak közül ugyancsak a lizin határozza meg leginkább. Az ideálisan emészthető lizin-felvétel, az átlagos napi súlygyarapodás, valamint a napi fehérjedepozíció és a takarmányértékesítés között igen szoros korreláció áll fenn (*Babinszky és Halas*, 2009). Mindezek okán indokolt az olyan vizsgálatok elvégzése, melyek a különböző genetikai potenciállal és ebből adódóan eltérő teljesítménnyel rendelkező sertések lizin szükségletének további pontosítását tűzik célul. Vizsgálatainkban ezért arra kerestünk választ, hogy a kísérleti takarmányok eltérő lizintartalma miként befolyásolja a fehérje és az aminosavak ideális emészthetőségét a nagy teljesítményre képes növendék sertésekben.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a 25–60 kg közötti élősúlyban, kezeléenként négy Hungahib 39-es hibrid ártánnal, két ismétlésben állítottuk be (8 állat/kezelés). A vizsgálatok megkezdése előtt a kísérleti állatokat PVTC-kanüllel láttuk el. Az állatok élősúlya a kísérlet kezdetén $34,9 \pm 5,3$ kg volt. A műtéteket megelőzően, a regenerációs periódusban, valamint a vizsgálatok elő- és fő szakaszában a kísérleti állatokat műtött sertések elhelyezésére kialakított kutricákban helyeztük el. Az állatok elhelyezésére szolgáló terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát a növendék sertések igényeinek megfelelően szabályoztuk.

A kísérleti takarmányok összeállítása az ideális fehérje elv (*Baker és Chung*, 1992) figyelembe vétele mellett történt. A kísérlet során a takarmányok azonos DEs (13,9 MJ/kg) és fehérjetartalma (15%) mellett, hat eltérő lizinszint hatását vizsgáltuk. A kísérleti takarmányok összetétele és táplálóanyag-tartalma az *1. táblázatban* látható. A kísérleti állatok a vizsgálatok alatt, létfenntartó energiaszükségletük (450 KJ MEs/kg^{0,75}/d) 2,8-szeresének megfelelő mennyiségű dercs takarmányt vehettek fel két egyenlő részletben; ivóvíz szopókás önitatókból tetszés szerinti mennyiségben állt rendelkezésükre. (*1. táblázat*).

Az anyagcsere kísérletek 5 napos előtetési és 3 napos gyűjtési szakaszból álltak. A chymust a PVTC-kanüle rögzített polietilén zacskókba folyamatosan gyűjtöttük, mértük, majd azonnal lefagyasztottuk. A gyűjtési szakasz végén az összegyűjtött chymus mennyiségét ismételtelen lemértük, majd a homogenizálást követően a teljes mennyiség 30%-át tömegállandóságig történő liofilezéssel, 1 mm rostaméretű darálással történő

aprítással, illetve egy ismételt homogenizálással laboratóriumi vizsgálatra készítettük elő. A kísérleti állatok élsúlyát az előtetési szakasz kezdetén, valamint a gyűjtési szakasz kezdetén és végén mértük. A kísérleti takarmányok táplálóanyag (szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, kalcium, foszfor, titán dioxid) és aminosav-tartalmát, továbbá a chymus minták aminosav-, szárazanyag-, nyersfehérje- és titán dioxid-tartalmát az *AOAC* (1989) leírása szerint határoztuk meg. A kísérleti adatokat variancia-analízissel (ANOVA) elemeztük (*SAS*, 2004). Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey teszttel ellenőriztük (*SAS*, 2004).

1. táblázat A kísérleti takarmányok összetétele és táplálóanyag tartalma (g/kg)

<i>Komponensek</i> (2)	K E Z E L É S E K (1.)					
	A	B	C	D	E	F
Kukorica (3)	515,0	535,0	563,0	565,0	576,0	576,0
Árpa (4)	263,0	258,0	228,3	228,3	218,0	219,8
Extr. Szója (5)	168,4	165,0	163,0	158,4	154,3	150,0
Arbocel	11,0	8,0	10,0	10,0	11,0	11,0
Növényi olaj (6)	15,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Egyebek* (7)	26,6	26,7	27,8	29,3	30,6	32,0
Lizin-HCl (8)	1,0	1,8	2,9	4,0	5,1	6,2
ÖSSZESEN (9)	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Táplálóanyag-tartalom (10)						
Des (MJ/kg) (11)	13,8	13,9	13,9	13,8	13,8	13,8
Nyersfehérje (12)	154,0	154,0	157,0	158,0	157,0	158,0
Lizin_{össz} (13)	7,6	8,3	9,4	10,0	10,7	11,5
Ca (14)	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0
P _{összes} (15)	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0

*Premix (0,5%), DL-metionin, L-treonin, L-triptofán, Cisztin-HCl, MCP, takarmánymész, NaCl

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

Treatments(1), Components(2), Corn(3), Barley(4), Soybean meal(5), Vegetable oil(6), Other components: premix (0,5%), DL-methionine, L-threonine, L-tryptophan, cystine-HCl, MCP, limestone and NaCl(7), Lysine-HCl(8), Total(9), Nutrient content(10), Digestible energy content(11), Crude protein(12), Total lysine(13), Calcium(14), Total phosphorus(15)

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Kísérletsorozatunk legfontosabb eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A fehérje és az aminosavak ileális emészthetősége (%)

Táplálóanyagok (2)	K E Z E L É S E K * (1)						RMSE**
	A	B	C	D	E	F	
Nyersfehérje (3)	71,9 ^a	73,5 ^{bc}	74,7 ^c	73,9 ^c	74,2 ^c	74,3 ^c	1,97
Lizin (összes) (4)	83,7 ^a	84,3 ^a	87,6 ^b	87,5 ^b	87,4 ^b	87,5 ^b	1,99
Lizin (fehérjéhez kötött) (5)	81,8 ^{ab}	81,1 ^{ab} _c	83,6 ^b	81,7 ^{ab}	80,0 ^{ac}	78,4 ^c	2,93
Metionin (összes) (6)	80,2 ^a	81,6 ^{ab}	81,6 ^{ab}	83,1 ^{cb}	84,3 ^{cd}	85,9 ^d	2,43
Metionin (fehérjéhez kötött) (7)	80,2 ^{ab}	81,6 ^b	77,2 ^{ac}	74,4 ^c	69,5 ^d	64,7 ^e	3,90
Treonin (összes) (8)	70,7 ^a	71,4 ^a	74,4 ^b	76,1 ^{bc}	76,4 ^{bc}	77,2 ^c	2,18
Treonin (fehérjéhez kötött) (9)	70,7 ^{ab}	71,4 ^{ab}	72,3 ^b	71,6 ^{ab}	69,1 ^{ac}	67,9 ^c	2,53

*Lizintartalom (g/kg): A: 7,6; B: 8,3; C: 9,4; D: 10, 0; E: 10,7; F:11,5 (10)

**Root Mean Square Error

a,b,c,d,e : $P \leq 0,05$

Table 2. Ileal digestibility of crude protein and amino acids (%)

Treatments(1), Nutrients(2), Crude protein(3), Total lysine(4), Protein-bound lysine(5), Total methionine(6), Protein-bound methionine(7), Total threonine(8), Protein-bound threonine(9), Total lysine content(10)

Adataink szerint a nyersfehérje ileális emészthetősége a 9,4 g/kg-os lizintartalom hatására 2,8%-kal javult a 7,6 g/kg-os lizintartalmú kezeléshez képest (71,9%), a további lizin dózisok azonban azt nem növelték tovább ($P \geq 0,05$). Az össz lizin emészthetősége a nyersfehérje esetében leírt tendenciát követte. A 9,4 g/kg-os lizin dózis hatására az emészthetőség 83,7%-ról 87,6%-ra nőtt ($P \leq 0,05$). Ezzel az értékkel jó egyezőséget mutatnak *Fan és mtsai.* (1994) eredményei is, akik a 160 g/kg-os nyersfehérje- és 9,2 g/kg-os lizin-tartalmú takarmányok etetése mellett 86,3%-os ileális lizin emészthetőséget mértek.

Martinez és Knabe (1990) a takarmányok 164 g/kg-os fehérje és 8,7 g/kg-os lizintartalma esetén 82,6%-os ileális emészthetőséget állapítottak meg, ami vizsgálatunkban a 8,3 g/kg-os lizintartalom mellett mért emészthetőséggel mutat jó egyezőséget. A hivatkozott és a saját vizsgálatainkban mért csaknem azonos össz lizin emészthetőség valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a kísérleti takarmányok lizin/emészthető energia aránya azonos volt ($Lys/DEs=0,61$).

A fehérjéhez kötött lizin esetében az emészthetőség ugyancsak a 9,4 g/kg-os lizin dózis esetében volt a legnagyobb (83,6%), ami azonban nem haladta meg szignifikánsan ($P \geq 0,05$) az „A” kezelésben (7,6 g/kg lizin) mért értéket (81,8%). A további lizin dózisok (10,7- és 11,5 g/kg) a natív lizin emészthetőségének szignifikáns csökkenésével jártak együtt ($P \leq 0,05$). A fehérjéhez kötött treonin emészthetőségét hasonló tendencia jellemezte. A fehérjéhez kötött metionin emészthetősége azonban már 9,4 g/kg-os

lizintartalom mellett is szignifikáns csökkenést mutatott ($P \leq 0,05$). A fehérjéhez kötött aminosavak emészthetőségének romlása feltételezhetően arra vezethető vissza, hogy a kristályos aminosavak abszorpciója passzív diffúzióval történik az ozmotikus nyomáskülönbség hatására, így emészthetőségük 100%-os. Ezzel szemben a fehérjéhez kötött aminosavak esetében az abszorpció energiaigényes folyamat, és aktív transzporttal megy végbe. Ebből adódóan a felszívódás lassabb (*Yen és mtsai.*, 2004) és rosszabb hatásfokú, mint a kristályos aminosavaké. Ez utóbbi állítást alátámasztják *Martinez és Knabe* (1990), *Fan és mtsai.*, (1994), valamint *Otto és mtsai.*, (2003) vizsgálati eredményei is.

Valószínűsíthető az is, hogy a kísérleti takarmányok növekvő kristályos lizin kiegészítése mellett a passzív diffúzióval történő felszívódásának aránya megnőtt, mellyel párhuzamosan csökkent a fehérjéhez kötött aminosavak felszívódására jellemző aktív transzport részaránya, ami ezen aminosavak emészthetőségének romlását eredményezte. Ez alapján az a téves következtetés lenne levonható, hogy a nagyobb kristályos lizindózist tartalmazó takarmányok etetése „energia megtakarítással” jár, mivel a passzív diffúzió nem igényel energiát (*Helmreich és Kipnis*, 1962). Szükséges azonban megjegyezni, hogy a fehérjéhez kötött aminosavak az ileumot követően is felszívódhatnak, azonban ez az aminosav-hányad már nem vesz részt a fehérje bioszintézisben (*Zebrowska*, 1973), hanem a vizelettel ürül a szervezetből. Megjegyzendő azonban az is, hogy ezen aminosavak esetében a kiürülés energia szükségletével is számolnunk kell, mely terheli az állatok intermedier anyagcseréjét és ezen keresztül a teljesítményt is csökkentheti (*Brydl*, 2011). A legnagyobb lizintartalmú takarmány (11,5 g g/kg) etetése mellett a fehérjéhez kötött aminosavak emészthetősége a lizin esetében 5,2%-kal, a treoninnál 4,4%-kal a metioninnál pedig 16,9%-kal csökkent a legnagyobb emészthetőséget mutató kezeléshez képest. A lizin és treonin esetében a legnagyobb emészthetőséget a 9,4 g/kg-os lizintartalom mellett mértük, a metioninnál az emészthetőség a „B” kezelés esetében (8,3 g/kg lizin) volt a legnagyobb (2. táblázat).

Az össz-metionin és treonin vonatkozásában a lizintartalommal, és kristályos lizin-kiegészítéssel párhuzamosan nőtt az ileális emészthetőség. Az előbbi esetében a 7,6 g/kg-os lizintartalom (A-kezelés) mellett mértük a legalacsonyabb emészthetőséget (80,2%), míg a legnagyobb a 11,5 g/kg-os lizin dózis esetén (85,9%) volt megállapítható. A treonin emészthetőségének két szélső értéke 70,7 illetve 77,2% volt ($P \leq 0,05$). *Martinez és Knabe* (1990), *Fan és mtsai.*, (1994), valamint *Otto és mtsai.*, (2003) mind a metionin, mind pedig a treonin esetében eltérő emészthetőséget állapítottak meg, amely valószínűsíthetően a kísérleti takarmányok összetételének eltéréseiből és a kísérleti állatok élősúlya, valamint genetikai tulajdonságai közti különbségekből adódott.

KÖVETKEZTETÉSEK

Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a takarmányok eltérő lizintartalma az egyes aminosavak ileális emészthetőségét differenciált módon befolyásolják. A takarmányok indokoltnál magasabb össz-lizintartalma a fehérjéhez kötött lizin, metionin és treonin ileális emészthetőségét egyaránt rontja, amit a receptúrák összeállítása során is célszerű figyelembe venni.

IRODALOM

- AOAC (1996). Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off Anal. Chem., Arlington VA.
- Babinszky L., Halas V. (2009). Kihívások és kutatási irányok a 21. század sertés-takarmányozásában. Állattenyésztés és Takarmányozás. 58. 411-426.
- Baker, D.H., Chung, T.K. (1992). Ideal protein for swine and poultry. Biokyowa Technical Review. Biokyowa, Inc., Chesterfield, MO, USA. 4. 16.
- Boisen, S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R. (2000). Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. Livestock Production Science. 64. 239-251.
- Brydl E., Könyves L., Kovács P., Tegzes L. (2011). Szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulása tej- és húshasznú szarvasmarha állományokban. 15. Nemzetközi takarmányozási szimpózium. Kaposvár, 2011. június 3. 33-40.
- Close, W.H. (1994). Feeding new genotypes: establishing amino acid/energy requirements. Principles of pig science. 123-140.
- Close, W.H. (2004a). Új genotípusok takarmányozása. Takarmányozás. 7. 2. 4-7.
- Close, W.H. (2004b). Új genotípusok takarmányozása. Takarmányozás. 7 3. 5-8.
- Cole, D.J.A., Van Lunen, T.A. (1994). Ideal amino acid patterns. D'Mello, J. P. F. (Ed.), Amino acids in farm animal nutrition, CAB International, 99-112.
- Csapó J., Győri Z., Csapóné Kiss Zs., Borosné Győri A. (2008). Növényi eredetű élelmiszer- és takarmány-alapanyagok aminosav-összetételének alakulása a nyersfehérje-tartalom függvényében. Acta Agraria Kaposváriensis. 12. 3. 73-82.
- Fan, M.Z., Sauer, W.C., Hardin, R.T., Lien, K.A. (1994). Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs: Effect of dietary amino acid level. J. Anim. Sci., 72. 2851-2859.
- Helmreich, E., Kipnis, D.M. (1962). Amino acid transport in lymph node cells. The Journal of Biological Chemistry. 237. 8. 2582-2589.
- Központi Statisztikai Hivatal (2011). A fontosabb állatok és állati termékek felvásárlási átlagára.
http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsma004a.html
(Utolsó frissítés: 2011. 06. 14; Letöltés: 2011. 06.15)
- Martinez, G.M., Knabe, D.A. (1990). Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. J. Anim. Sci., 68. 2748-2755.
- Mézes M., Hausenblasz J. (2005). A hiányos sertéstakarmányozás következményei. Mezőhír. 9. 4. 100-103.
- Otto, E.R., Yokoyama, M., Ku, P.K., Ames N.K., Trottier N.L. (2003). Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. J. Anim. Sci., 81. 1743-1753.
- SAS (2004). SAS User's Guide. Statistics Inst., Inc. Cary. NC.
- Schinckel, A.P., de Lange, C.F.M. (1996). Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. Journal of Animal Science. 74. 2021-2036.
- Szóllósi L., Nábrádi A. (2008). A vágócsirke vertikum modellezése és gazdasági modellezése egy, az észak-alföldi régióban működő integráció alapján. PhD értekezés. Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Vállalatgazdaságtani és Marketing Tanszék.
- Tóth P. (2009). Sertéspiacei helyzetkép, 2008. A sertés. 14. 2. 4-11.
- Wang, T.C., Fuller, M.F. (1989). The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. Br. J. Nutr., 66. 77-89.

- Yen, J.T., Kerr, B.J., Easter, R.A., Parkhurst, A.M. (2004). Defference in rates of net portal absorption between crystalline and protein-bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily. *J. Anim. Sci.*, 82.1079-1090.
- Zebrowska, T. (1973). Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Rocz. Nauk. Roln.* 95(B). 8.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Tossenberger János

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar,

Takarmányozástani Tanszék

Kaposvár University, Faculty of Animal Science

Department of Animal Nutrition

7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-82-505-800

e-mail: tossenberger.janos@ke.hu