

## A precíziós takarmányozás tudományos háttere

**Babinszky László**

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Takarmány- és Élelmiszer Biotechnológiai Tanszék  
babinszky@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A precíziós takarmányozás azt jelenti, hogy az állatok táplálék-anyag szükségletét igyekszünk a lehető legpontosabban kielégíteni a biztonságos, a jó minőségű és a leghatékonyabb termelés érdekében úgy, hogy a termelés a környezetünket a lehető legkisebb mértékben terhelje. A precíziós takarmányozásnak egyik fontos, azonban nem az egyetlen eleme a számítógépre és az informatikára alapozott egyedi takarmányozás. Jelen dolgozatban a szerző megbeszéli a precíziós takarmányozás fontosabb elemeit és azok gyakorlati jelentőségét. Így részletesen tárgyalja a, takarmány receptúra készítés és a takarmány minőségének ellenőrzését, a hő stressz káros hatásának csökkentését, a molekuláris genetika eredményeinek alkalmazását a takarmányozásban, takarmányozás és a genetika közötti kapcsolatot valamint a N- és P- ürítés csökkentését takarmányozási módszerekkel.*

**Kulcsszavak:** precíziós takarmányozás, sertés, termék minőség, környezetvédelem

### SUMMARY

*Precision animal nutrition consists of meeting the nutrient requirements of animals as accurately as possible in the interest of a safe, high-quality and efficient production, besides ensuring the lowest possible load on the environment. This is facilitated by electronic feeding based on IT technology, an important but by far not the only tool of precision nutrition. In the present paper the following most important elements of precision nutrition are discussed: diet formulation, quality control of ingredients and compound feeds, reduction of the harmful effects of heat stress in pigs with different nutritional tools, application of the recent findings of the molecular genetics in animal nutrition, the relationship between genetics and animal nutrition and reduction of the N and P excretion by nutritional tools.*

**Keywords:** precision animal nutrition, pig, product quality, environment protection

### BEVEZETÉS

Az állati eredetű élelmiszer alapanyag termelés hatékonyságának növelése érdekében rendkívül fontos, hogy a legújabb tudományos eredmények minél gyorsabban kerüljenek bevezetésre a gyakorlatban. Ez azt jelenti, hogy az ún. innovációs időt (az ötlettől a termék megvalósulásáig eltelt idő) a lehető legjobban le kell rövidíteni. A kérdés azonban az, hogy a klasszikus takarmányozási ismeretek birtokában tudunk-e választ adni a 21. század kihívásaira. Valószínű, hogy nem,

ezért szükséges a takarmányozásnak az újabb területeit is bevonni az innovációs tevékenységbe (Babinszky és Halas, 2009a). Ez a folyamat nem most indult el, hiszen a takarmányozás-élettan vagy a takarmányozás-immunológia már korábban is nagyon fontos részévé vált a mai modern takarmányozásnak.

Az utóbbi évtizedben, azonban más, a természettudomány (pl. molekuláris biológia, molekuláris genetika, a matematika, a biokémia, stb.), továbbá a műszaki tudomány valamint az informatika különböző területeivel is bővült a klasszikus takarmányozás. Ilyen viszonylag új terület például a molekuláris takarmányozás, vagy a növekedés matematikai modellezése.

A klasszikus takarmányozási ismeretek, továbbá a természettudományi területekkel kibővített új takarmányozási ismeretek, az informatika és a műszaki tudományok egy sajátos ötvözetéből alakult ki a takarmányozásnak egy újabb területe, a precíziós takarmányozás (Babinszky és Halas, 2009b).

Jelen közleményben –terjedelmi okok miatt – a precíziós takarmányozás tudományos hátterének csak néhány, fontosabb aspektusát emeljük ki a pontosabb táplálékanyag ellátás szempontjából. A példákat a sertés takarmányozás területéről mutatjuk be.

### A PRECÍZIÓS TAKARMÁNYOZÁSRÓL ÁLTALÁBAN

Az előbbiekből alapján megállapítható, hogy a precíziós takarmányozás alkalmazza a klasszikus takarmányozás, valamint a takarmányozás új területeinek kutatási eredményeit, felhasználva nagy adatbázisokat a számítástechnika segítségével. A precíziós takarmányozás tulajdonképpen azt jelenti, hogy az állatok táplálék-anyag szükségletét igyekszünk a lehető legpontosabban kielégíteni a biztonságos, a jó minőségű és a leghatékonyabb termelés érdekében úgy, hogy a termelés a környezetünket a lehető legkisebb mértékben terhelje (Sifri, 1997; Nääs, 2001). Az Egyesült Államokban a precíziós takarmányozást „information intensive nutrition”-nak is nevezik. Szükségesnek tartjuk azt is megjegyezni, hogy a precíziós takarmányozásnak egyik fontos, de nem egyetlen eleme a számítógépre alapozott egyedi takarmányozás alkalmazása (Babinszky és Halas, 2009b). Az amerikai és ausztrál példák azt bizonyítják, hogy az elkövetkező időben a precíziós takarmányozásnak óriási jelentősége lesz a gazdaságos és jó minőségű állati termék előállításában és így az innovációs tevékenységben is.

## A PRECÍZIÓS TAKARMÁNYOZÁS NÉHÁNY FONTOSABB ELEME

### Takarmány komponensek, takarmány receptúra készítés és a takarmány minőségének ellenőrzése

A precíziós takarmányozásnak természetesen vannak olyan alap elemei, melyek a hagyományos takarmányozásban is fontos követelmények. Így például a gazdasági haszonállatok táplálóanyag szükségletének pontosabb kielégítése érdekében nagyon fontos a takarmánykomponensek és így a takarmány kiegészítők helyes kiválasztása, a komponensek korrekt laboratóriumi vizsgálata, a különböző laboratóriumi gyors tesztek (többnyire különböző in vitro vizsgálatok) alkalmazása, továbbá számítógépes receptúra összeállításakor a megfelelő korszerű szoftver és a legújabb kutatási eredményeken alapuló szükségleti értékek alkalmazása (Babinszky, 2006). Ugyancsak elengedhetetlen az adott telep működéséhez szükséges, az állatállományt és a takarmánybázist jellemző adatbázisok és az ezek kezelését végző programok megléte. Végül, de nem utolsósorban nagyon fontos a takarmánykeverőben elkészített abrakkeverék folyamatos laboratóriumi ellenőrzése, és ha szükséges, a megfelelő korrekciók elvégzése.

### A hő stressz káros hatásának csökkentése takarmányozási eszközökkel

Ismeretes, hogy a környezeti hőmérséklet nagymértékben befolyásolja az élelmiszer előállító gazdasági haszonállatok energia forgalmát (Babinszky et al., 2011a;b).

Bizonyos környezeti hőmérsékleti határértékek között azonos takarmány- és táplálóanyag felvétel mellett az állat összes hőtermelése állandó. Ezt a hőmérsékleti tartományt nevezzük termoneutrális zónának.

A termoneutrális miliőben lévő állat hőtermelése a lehető legkisebb, így a takarmány energiája hatékonyan tud a termelő/termékképző folyamatokra (növekedés/hústermelés, tojás és tejtermelés) fordítódni. Amennyiben az állatok kikerülnek a termoneutrális zónából hidegebb, vagy melegebb környezetbe a hőtermelésük, és így az energia veszteségük növekszik, az energia értékesülés hatékonysága pedig romlik.

Gyakorlati szempontból a magas hőmérséklet növendék/hízó és tenyészállatok esetében sokkal kritikusabbnak tekinthető, mint a hideg környezet. A felső kritikus érték feletti hőmérséklet ugyanis nem csak az energia és a táplálóanyagok metabolizmusának megváltoztatása révén rontja az állatok teljesítményét, hanem felborítja a szervezet homeosztázisát is, melynek mind az állatok védekező képességére, mind pedig a termék minőségére nézve káros következményei vannak.

Többek között Wittmann et al. (1997) vizsgálatai alapján azt találták, hogy a nagyon meleg istállóban romlik a hízósertések étvágya, csökken a takarmányfogyasztás, romlik a takarmányértékesítés, ami arra utal, hogy a sertés kevésbé hatékonyan tudja gyarapodásra használni a takarmány energiatartalmát, így a felvett takarmány metabolizálható energiatartalmának több mint 35%-a a létfenntartásra kerül felhasználásra (1. táblázat).

1. táblázat

### Hízalási teljesítmény a hő-stressznek kitett és normál környezetben tartott sertéseknél

Tulajdonságok(1)	Hő-stressznek kitett sertések(2)	
	Takarmányozás(4)	
	Adagolt(5)	Ad libitum(6)
Beállítási súly (kg)(7)	33	33
Hízalási végsúly (kg)(8)	103	104
Súlygyarapodás (g)(9)	609	619
Takarmányfogyasztás (kg)(10)	1,98	2,08
Takarmányértékesítés (kg)(11)	3,25	3,36
pH <sub>2</sub> (12)	5,7	5,71
	Normál környezetben tartott sertések(3)	
	Takarmányozás(4)	
	Adagolt(5)	Adagolt(5)
Beállítási súly (kg)(7)	27	27
Hízalási végsúly (kg)(8)	100	106
Súlygyarapodás (g)(9)	632	685
Takarmányfogyasztás (kg)(10)	1,96	2,20
Takarmányértékesítés (kg)(11)	3,10	3,21
pH <sub>2</sub> (12)	5,57	5,59

Source: Wittmann et al., 1997

Table 1: Fattening performance of pigs kept in heat stressed vs. normal environment

Parameters(1), Pigs with heat stress(2), Pigs kept in normal environment(3), Feeding(4), Rationed(5), Ad libitum(6), Initial weight (kg)(7), Finishing weight (kg)(8), Weight gain (g)(9), Feed intake (kg)(10), Feed conversion ratio(11), pH<sub>2</sub>(12). Source: Wittmann et al., 1997.

Az idevonatkozó eddigi vizsgálatok a következő fontosabb takarmányozási lehetőségeket ajánlják a hő-stressz káros hatásainak csökkentésére:

- Tekintettel arra, hogy mind a takarmányfelvétel, mind pedig a táplálóanyagok emészthetősége csökken a hő-stressz hatására, koncentráltabb, emészthető táplálóanyagban gazdag takarmányokat kell etetni a nagy melegben. Célszerű a takarmány energia tartalmának nagyobb hányadát takarmányzsírral biztosítani, az állatok hőtermelésének csökkentése és így az ún. hősokk kialakulásának az elkerülése érdekében.
- Azon mikro táplálóanyagok mennyiségének okszerű megváltoztatása az abrakkeverékekben, melyek direkt vagy indirekt antioxidáns tulajdonságokkal bírnak (pl. C, E, A-vitaminok, cink, szelén, metionin, stb.). Az idevonatkozó vizsgálatok eredményei szerint a felsorolt táplálóanyagok javítják a gazdasági haszonállatok lipidperoxidáció elleni védelmét, de a hő stressz során ezen anti-oxidánsok iránti igénye a szervezetnek is nagyobb. Az egyértékű ionoknak a takarmányban való pótlásával az állati szervezet vízvisszatartásának csökkenése enyhíthető. Erre alkalmas só készítmények az ammónium klorid, nátrium és kálium-bikarbonát, nátrium és kálium-hidrokarbonát, stb.
- Betain (trimetil-glicin) bekeverése a takarmányba. A betain a kolinnak egy anyagcsere terméke, melynek fontos szerepe van a szervezetben, mint metil csoport (CH<sub>3</sub>) donor és így hatással van a sejtek ozmolaritására. Schrama (2003) vizsgálatai szerint a betain 1,23 g/kg koncentrációban való bekeverése

csökkenti a sertések hőtermelését, és ezért a magasabb környezeti hőmérséklet esetén a takarmányfelvétel kevésbé csökken.

### Molekuláris takarmányozás és a molekuláris geneti- ka eredményeinek alkalmazása a takarmányozásban

A molekuláris takarmányozás egy új interdiszciplináris kutatási terület, mely a genomika és a táplálóanyagok intermedier anyagcseréjének vizsgálatára épül.

A molekuláris takarmányozás többek között azt vizsgálja, hogy a táplálóanyagok (glükóz, zsírsavak, aminosavak, vitaminok) hogyan befolyásolják a sejtek közti jelátvitelt és a gén expressziót. A mikro táplálóanyagok a biokémiai folyamatok révén hatással vannak a sejtekben lévő információáramlásra és így befolyásolják a gének aktiválását vagy szűpresszióját. Mind ezen folyamatok megismerésének alapja a táplálóanyag transzport mechanizmusának, valamint a mikro táplálóanyagok és a celluláris homeosztázis, a sejtek proliferációja és az apoptózis közti kapcsolat vizsgálata (Zhang, 2003).

Az idevonatkozó szakirodalmi adatok azt mutatják, hogy az ún. genetikai profilra alapozott takarmányozási módszerek segítségével lehetőség van a hatékonyabb sertéshús előállításra és a jobb minőségű élelmiszer alapanyag előállítására (Tenke és Babinszky, 2012). E módszer alkalmazása esetén olyan értékmérő tulajdonságokat meghatározó gének genotipizálására van lehetőség, mely gének a testtömeg gyarapodásra, a fehérje- és a zsírbeépülésre, takarmányfelvételre, takarmányértékesítésre, a szaporodásbiológiai tulajdonságokra, stb. mint mennyiségi paraméterekre gyakorolnak hatást. A génexpressziós vizsgálatok segítségével pedig lehetőség van az aminosavak, az energia és más táplálóanyagok felvételének az eddigiéknél sokkal pontosabb biztosítására. Ezzel a takarmányozás hatékonysága nagymértékben javítható úgy, hogy a N és a P kiürülés csökken, a termék (pl. a hús) minősége pedig javul.

### A takarmányozás és a geneti- ka közötti kapcsolat

A növendék- és hizósertések fehérje- és zsírbeépítését több tényező befolyásolja. Ezek közül a legfontosabb az állat genetikailag meghatározott fehérjeépítő és takarmányfelvételre való képessége. A két tényező közötti kapcsolatot több elmélet is leírja. Ezek közül általánosan használt az ún. linear-plateau elmélet, mely szerint a genetikailag determinált fehérjebeépítő képesség határáig az energia-felvétellel egyenes arányban nő a fehérjebeépítés.

A növekedési teljesítményt, illetve a vágott test kémiai összetételét (a hús minőségét) a takarmány aminosav/energia aránya ugyancsak befolyásolja. Ismeretes, hogy a sertés részére általában a lizin az elsődleges limitáló aminosav.

A 2. táblázat azt mutatja be, hogy az ileálisan emészthető lizin felvétel és az átlagos napi súlygyarapodás, továbbá a napi fehérje depozíció, valamint a fajlagos takarmányértékesítés között igen szoros korreláció áll fenn (Halas és Babinszky, 2001). Ezért a takarmánykeverékek összeállításakor a fehérjebeépülés növelése érdekében feltétlenül törekednünk kell a legkedvezőbb lizin/energia (DE) arány kialakítására.

2. táblázat

### A napi ileálisan emészthető lizin felvétel, a napi súlygyarapodás, a napi fehérje beépülés és a fajlagos takarmányértékesítés közötti összefüggés

Testsúly(1)	Korreláció(2)	
	Napi testsúlygyarapodás(3)	Napi fehérjebeépülés(4)
30–60 kg	r=0,94, P=0,0001	r=0,78, P=0,001
60–105 kg	r=0,89, P=0,0001	r=0,77, P=0,0013

  

Testsúly(1)	Korreláció(2)	
	Fajlagos takarmányértékesítés(5)	
30–60 kg	r=-0,94, P=0,0001	
60–105 kg	r=-0,87, P=0,0001	

Forrás: Halas és Babinszky, 2001

Table 2: Relationship between daily ileal digestible lysine intake and average daily gain, daily protein deposition and feed conversion ratio

Body weight(1), Correlation(2), Daily weight gain(3), Daily protein deposition rate(4), Feed conversion ratio(5). Source: Halas and Babinszky, 2001.

Az idevonatkozó vizsgálati eredmények szerint a növendéksertéseknél (25–60 kg élősúly között) a legkisebb zsírbeépüléssel 0,63 g ileálisan emészthető lizin/MJ DE arány esetén számolhatunk. E vizsgálati adatok arra engednek következtetni, hogy ha ettől a lizin/energia aránytól eltérünk, akkor növekszik a test zsírtartalma, azaz romlik a hús minősége.

A vizsgálatok eredményei azt is mutatják, hogy a 25–60 kg élősúly között megállapított arány a hizolás második felében (60–105 kg élősúly között) 0,50 g ileálisan emészthető lizin/MJ DE-ra csökken (Babinszky és Vincze, 2002). Szükséges azonban megjegyezni, hogy az előbbieken megadott lizin/energia arányok egy ún. átlagos genetikai potenciállal rendelkező hibridekre vonatkoznak.

A szakirodalom a hibrideket három kategóriába sorolja (Close, 1994). Az egyes kategóriákra jellemző napi átlagos súlygyarapodás, valamint az üres test fehérjetartalma a 3. táblázatban látható.

2. táblázat

### Genetikai kategóriák, a kategóriákra jellemző súlygyarapodás, az üres test fehérjetartalma hizósertések esetén

Kategóriák(1)	Súlygyarapodás (g/nap)(2)	Üres-test fehérjetartalma (g/kg)(3)
Nagy genetikai kapacitású hibrid(4)	1200	180
Normál hibrid(5)	1000	170
Hagyományos fajta(6)	800	160

Forrás: Close, 1994

Table 2: Pig categories based on average daily gain and protein content of the empty body

Categories(1), Weight gain, (g d<sup>-1</sup>)(2), Protein content of the empty body (g kg<sup>-1</sup>)(3), Superior, genetically improved pigs(4), Normal hybrids(5), Traditional, unimproved pigs(6). Source: Close, 1994.

Az eddig elvégzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy ha az első kategóriába tartozó hibridek (nagy genetikai kapacitású hibridek) takarmányában a lizin/energia aránya megegyezik az átlagos genetikai

potenciállal rendelkező hibridekével, akkor ezek a sertések a hizlalás végére elzsírosodnak, azaz a hús minősége erősen romlik. Ezért olyan abrakkeverék javasolható, melynek az ileálisan emészthető lizin tartalma egy MJ DE-re vonatkoztatva a hizlalás első fázisában (20–55 kg élősúly között) 0,7 g, míg a második fázisban (55–105 kg élősúly között) 0,6 g. Ezek az adatok tehát arra hívják fel a figyelmet, hogy nagyon fontos a hizósértés állományunk genetikai kapacitásának az ismerete, hiszen ezen ismeretek birtokában tudjuk csak a megfelelő lizin/energia arányt a takarmány összeállításakor úgy beállítani, hogy az előállított hús minősége intenzív állomány takarmányozásakor is megfeleljen a humán táplálkozási kívánalmaknak.

#### A N- és P-ürítés csökkentése takarmányozási módszerekkel

A természet károsítása, illetve az élővizek eutrofizációja szempontjából a két legkritikusabb környezet-szennyező elem a nitrogén és a foszfor, ezért a környezetbarát tartási és takarmányozási technológiák kialakítása során elsősorban ezen elemek kibocsátását kell mérsékelni (Babinszky, 1996). Ugyancsak nagy gond fordítandó a gyakran feleslegesen nagy mikroelem kibocsátás mértékének csökkentésére is. Gazdasági használatunk közül a legnagyobb nitrogén és foszforszennyezést a sertés és a baromfi ágazat idézi elő. Mindez főként a két állatfaj emésztési sajátosságaira, a nem megfelelő nyersfehérje- és aminosav ellátásra, valamint a gyakran kifogásolható tartástechnológiákra és a trágyakezelés hiányosságaira vezethető vissza. A nagymértékű P-kibocsátás a szükségletek emészthető P-tartalomban történő megadásával, a szükségleti értékek további pontosításával, a takarmánykomponensek okszerű megválasztásával, valamint a natív P-tartalom emészthetőségének fitáz-kiegészítés révén történő javítással jelentősen mérsékelhető. Az optimális fitázhatás a fitázenzim típusától függően már a takarmánykeverékek 250–500 PPU/kg fitázkiegészítése mellett elérhető. A N-kibocsátás mértékét a különböző életkorú és hasznosítású sertések aminosav szükségletének további pontosításával, a korszerű fehérjeértékelési rendszerek (ileálisan emészthető aminosav tartalom), továbbá az ún. ideális fehérje elv bevezetésével és elterjesztésével lehet csökkenteni (Babinszky, 2006; 2008). További csökkentésre kínál lehetőséget a takarmánykomponensek aminosav-emészthetőségének javítása, az életkori igényekhez jobban igazodó aminosav arány megválasztása, a malacnevelés és hizlalás további szakaszolása, valamint az ipari úton előállított aminosavak okszerű felhasználása is. Ezek a potenciálisan rendelkezésre álló takarmányozási eszközök lehetővé teszik mind a N-kibocsátás mind a P-kibocsátás mintegy 20–25%-os mérséklését az állatok teljesítményének csökkenése nélkül (Ferket et al., 2002, Babinszky és Vincze, 2002).

A precíziós takarmányozás néhány fontosabb technikai feltétele

#### A precíziós takarmányozás néhány fontosabb technikai feltétele

Bár a jelen közlemény célja a precíziós takarmányozás biológiai alapjainak a bemutatása és megbeszélése, szükséges azonban megjegyezni, hogy a takarmányozási módszernek nagyon komoly műszaki és informatikai háttere is van (Banhazy et al., 2012). Nem elegendő ugyanis az abrakkeveréket szakmailag korrekt módon összeállítani, legyártani, a napi adagot pontosan, az állat korának, élősúlyának, a kondíciójának, az egészségi állapotának stb. megfelelően egyedileg szükséges biztosítani. Csak ebben az esetben számíthatunk rentábilis és környezetkímélő termelésre, valamint jó minőségű, biztonságos állati eredetű élelmiszer alapanyagra.

#### IRODALOM

- Babinszky, L. (1996): The feed – to food- to environment chain possibilities in nutrition to improve meat quality and to reduce nitrogen and phosphorus excretion in pigs. Proc. of 4<sup>th</sup> International Symposium „Animal Science Days 8–10 September 1996. Faculty of Animal Science. Kaposvár. 7–23.
- Babinszky L.–Vincze L. (2002): Ipari úton előállított aminosavak felhasználása a gazdasági haszonállatok takarmányozásában. [In: Babinszky L. (szerk.) Magyarország fehérjegyártásának helyzete és a fejlesztés stratégiája.] Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya. Agroinform Kiadó. Budapest. 113–160.
- Babinszky L. (2006): Háziállatok takarmányfehérjéinek minősítése. Monogasztrikus állatok. [In: Csapó J. (szerk.) Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 360–390.
- Babinszky, L. (2008): The concepts of ileal digestible amino acid and ideal protein in swine and poultry nutrition. [In: Fekete, S. Gy. (ed.) Veterinary Nutrition and Dietetics. Chapter VII: Digestibility of nutrients.] „Pro Scientia Veterinaria Hungarica” Budapest. 119–146.
- Babinszky L.–Halas V. (2009a): Kihívások és kutatási irányok a 21. század sertés takarmányozásában. Állattenyésztés és Takarmányozás. 58: 411–426.
- Babinszky, L.–Halas, V. (2009b): Innovative swine nutrition: some present and potential applications of latest scientific findings for safe pork production. Italian Journal of Animal Science. 8. 3: 7–20.
- Babinszky, L.–Dunkel, Z.–Tóthi, R.–Kazinczi, G.–Nagy, J. (2011a): The impacts of climate change on agricultural production. Hungarian Agriculture Research. 2: 14–20.
- Babinszky, L.–Halas, V.–Verstegen, M. W. A. (2011b): Impacts of climate change on animal production and quality of animal food products [In: Blanco, J. A.–Kheradmand, H. (eds). Climate Change. Socioeconomic Effects.] InTech Open Access Publisher. 165–190.
- Banhazy, T.–Babinszky, L.–Halas, V.–Tscharke, M. (2012.): Precision livestock farming. Part 2: Nutritional and production aspects. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. (in press)
- Close, W. H. (1994): Feeding new genotypes: Establishing amino acid/energy requirements. [In: Cole, D. J. A.–Wiseman, J.–Varley, M. A. (eds.) Principles of Pig Science.] Nottingham. University Press. 123–140.
- Ferket, P. R.–van Heugten, E.–van Kempen, T. A. T. G.–Angel, R. (2002). Nutritional strategies to reduce environmental emissions from non ruminants. Journal of Animal Science. 80: 168–182.

- Halas V.–Babinszky L. (2001). Az energia- és a lizin felvétel hatása a hizósertések teljesítményére, valamint a fehérje- és a zsírbeépítés hatékonyságára. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 3: 243–256.
- Nääs, I. (2001): Precision Animal Production. *Agr. Eng. Int. GIGR J. Scient. Res. Dev.* 3: 1–10.
- Schrama, J. W.–Heetkamp, M. J. W.–Simmins, P. H.–Gerrits, W. J. J. (2003): Dietary betaine supplementation affects energy metabolism of pigs. *Journal of Animal Science*. 81: 1202–1209.
- Sifri, M. (1997): Precision nutrition for poultry. *Journal of Applied Poultry Research*. 6. 4: 461.
- Tenke J.–Babinszky L. (2012): A molekuláris genetika alkalmazásának lehetőségei a hizósertések takarmányozásában. *Magyar Állatorvosok Lapja*. 134: 179–188.
- Wittmann, M.–Szűcs, E.–Szilágyi, M.–Tran Anh Tuan (1997): Effect of long term heat load on performance and meat quality in fattening pigs. *Proc. of 48<sup>th</sup> Annual Meeting of EAAP*. 25–28 August 1997. Vienna. 58.
- Zhang, J. (2003): Genomics and Beyond. [In: Zemleni, J.–Daniel, H. (eds.) *Molecular Nutrition*.] CAB International. 1–12.

