



Szimulációs modellek a sertéshústermelés prognosztizálására

Halas V., Babinszky L.

Kaposvári Egyetem, Takarmányozástani Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdasági haszonállatok teljesítményének modellezése a takarmányozás egy rendkívül dinamikusán fejlődő, új területe, melynek célja az állatok termelésének, növekedésének, vágáskori test-összetételének prognosztizálása a táplálóanyag felvétel alapján. A sertések teljesítményének becslése tervezhetőbbé, biztonságosabbá teszi a hústermelést, a modellek segítségével fokozható termelékenység. A cikk célja, hogy bemutassa a teljesítménymodellek típusait és azok használatának előnyeit, valamint egy konkrét modellen keresztül a modell kialakításának folyamatát. Az első modellek a táplálóanyag szükségleti értékek meghatározására voltak alkalmasak, a legújabb generációs teljesítmény modellek képesek a test összetételét a hizlalás bármely időpontjában megbecsülni (dinamikus modellek). Ezen modellek élettani és biokémiai törvényszerűségekre épülnek (mechanisztikus modellek), ezért becslési pontosságuk jobb, mint az empirikus (tapasztalati úton meghatározott) összefüggésekre alapozott korábbiaké. A szerzők egy ilyen új generációs dinamikus-mechanisztikus sertés modellt kívánnak bemutatni, mely a Kaposvári Egyetem és a Wageningeni Egyetem (Hollandia) együttműködésében készült. A kialakított modellel táplálóanyag felvétel alapján megbecsülhető a 20-105 kg élőtömegű növendék- és hizósertések testösszetétele. A modell követi a takarmány táplálóanyagainak szervezetben történő átalakulását az intermedier anyagcsere fontosabb lépésein keresztül a fehérje és zsír beépüléséig. A kialakított modell újdonsága, hogy a test kémiai összetételén túl a kémiai összetétel anatómiai megoszlását (csont, izom, szervek, bőr) is képes megbecsülni, így pontosabb információt kapunk a vágott test minőségéről. A cikk további célja volt, hogy bemutassa a kialakított modell gyakorlati alkalmazását egy egy, és egy három fázisú takarmányozás szimulációjának összehasonlításával. Az eredmények azt mutatják, hogy a sertés növekedési modell a gyakorlatban a takarmányozási stratégiák kialakításával nagymértékben hozzájárulhat a gazdaságos sertéshízaláshoz.

(Kulcsszavak: szimulációs modell, sertés, hústermelés, húsminőség)

ABSTRACT

Model simulation for pigs to predict meat production

V. Halas, L. Babinszky

University of Kaposvár, Department of Animal Nutrition, H-7400 Kaposvár, P.O.Box 16.

Modelling of growth in livestock is a new, quickly developing field in animal nutrition. Growth modelling provides a tool to predict the animal performance and the body composition at slaughter as a response to nutrient intake. Predictability is one of the prerequisites for achieving good and safe production and it increases the profitability of

meat production. The aim of the paper is to present the different types of growth models and to show their advantages, as well as to describe a particular model that was developed by the authors. The first models were appropriate to estimate the nutrient requirements, however, the new generation models are capable to predict the body composition at any time of the growing and fattening period (dynamic models). These recent models are based on physiological and biochemical laws therefore the accuracy of them is much better than those one's containing empirical equations (empirical models). The authors intend to introduce a dynamic-mechanistic model for pigs, that has been developed in collaboration within University of Kaposvár and Wageningen University (The Netherlands). The developed growth model predicts the body composition of growing and fattening pigs of 20-105 kg body weight from the nutrient intake. The model represents the partitioning of digestible nutrients from intake through intermediary metabolism to body protein and fat. The novelty of the model is that it predicts not only chemical but anatomical body composition (muscle, bone, viscera and hide), thus the quality of the empty body can be better characterised. A further aim of the paper is to show an application of the model comparing a one- and a three-phase-feeding system. The consequence of the results is that the growth model can be applied to develop feeding strategies to optimise pig production.

(Keywords: model simulation, pig, meat production, meat quality)

BEVEZETÉS

A sertések teljesítményének becslése a táplálóanyagfelvétel valamint az állatok jellemzői alapján nagymértékben hozzájárul a termelékenység fokozásához. Lehetőséget ad egy kívánatos eredmény elérésére, valamint a táplálóanyag szükségleti értékek meghatározására is. Így a termelés rugalmasabbá, biztonságosabbá tehető és kevesebb kockázattal jár, melyek alapján javítható a gazdaságosság. A növekedési vagy teljesítmény modellek komplex ismereteket feltételeznek a genetika, a fiziológia, a biokémia és a takarmányozás területén. Bár a teljesítmény modellek felállításához szükséges tudományterületek közül a takarmányozás csak egy rész tudomány, ennek ellenére a matematikai modellek kidolgozása alapvetően takarmányozás-kutatással foglalkozó szakemberek nevéhez fűződik. Ennek oka többek között az, hogy az állati eredetű termék előállítás költségének igen jelentős hányadát a takarmányozási költségek teszik ki, valamint az a tény, hogy a takarmányozás és a táplálóanyag ellátás színvonala nagymértékben meghatározza a termelés színvonalát és az állati termék minőségét. Az állatok fejlődésének, táplálóanyag igényének matematikai úton történő modellezésére már évtizedekkel ezelőtt történtek próbálkozások. Ez a tudományterület azonban csak az utóbbi két évtizedben kezdett látványosan fejlődni a számítástechnika rohamos fejlődése és a fiziológiai ismeretek gyarapodása révén. A ma használatos modellek kifejlesztéséhez és működéséhez komoly informatikai háttér szükséges, hiszen csak a nagy kapacitású számítógépek teszik lehetővé, hogy a bonyolult egyenletrendszerek megoldása gyorsan történjék, így a modell futása rövid időt vegyen igénybe.

A MODELLEK CSOPORTOSÍTÁSA

Az állati termék előállításban használt modellek több szempont szerint csoportosíthatók. Attól függően, hogy az adott biológiai rendszer állapotát egyetlen időpillanatban vagy egy egész időintervallumban akarjuk-e leírni *statikus* illetve *dinamikus* modellről beszélünk. Míg egy adott testtömegre vagy életkorra meghatározott táplálóanyag

szükségleti értéket statikus modellel írhatunk le, addig a dinamikus modellek alkalmasak például a hízolás különböző szakaszaiban egy adott állat teljesítményének a bemutatására, illetve a kiválasztott időpontban várható hozam előrejelzésére (pl. a beépített fehérje és zsír mennyiségének becslésére).

Az első modellek felállításakor tapasztalati úton, megfigyelések alapján állapították meg a különböző változók közötti matematikai függvénykapcsolatokat. Az ily módon kialakított modelleket *empirikus* modelleknek nevezzük. Az empirikus modellek hibájaként kell megemlíteni, hogy a modell a környezetnek már kis mértékű megváltozása esetén sem ad valós képet az adott rendszerről a becsült tulajdonságokra vonatkozóan. Ezt a hiányosságot a *mechanisztikus* modellek kiküszöbölik, mivel ezeket biológiai és biokémiai törvények figyelembevételével alakították ki. A mechanisztikus modellek kifejlesztése részletességük miatt nagy adatbázist igényelnek. A fejlesztés folyamata hosszadalmas és emiatt még kevésbé terjedtek el a gyakorlatban. Mivel egymásba fűződő logikai kapcsolatok láncolataként épülnek fel, ezért lehetőséget adnak a növekedési folyamatokról meglévő ismereteink rendszerezésére, s a hiányosságok felismerésére (*Gill et al.*, 1989). Ezen modelleket egyelőre főként a kutatásban és fejlesztőmunkában illetve az oktatásban használják. A mechanisztikus modellek természetüknél fogva rugalmasak, széles táplálóanyag felvételi értékek esetén is jól mutatják az állat választát (növekedését), míg az empirikus modellek a táplálóanyag ellátás szűkebb skáláján mutatnak csak pontos eredményt (*Close*, 1996).

A NÖVEKEDÉSI MODELLEK ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

A matematikai modellek alkalmasak arra, hogy megbecsüljük az állatok növekedésének ütemét és teljesítményét, akár tág testtömeg határok között is. Ezen túlmenően azonban minőségi becslést is tehetünk abban az esetben, ha a test zsír tartalmát vagy a fehérje/zsír arányát, mint kvalitatív tényezőt is figyelembe vesszük a számításoknál. Az első modellek az állat táplálóanyag szükségleti értékeinek megadását tették lehetővé. Ezen értékeket még most is hasonló statikus modellek alapján számolják egy adott genotípusra, ivarra, korcsoportra vonatkozóan. Statikus modellek segítségével állapíthatjuk meg az egyes takarmányozási fázisokban etetett abrakkeverékek optimális táplálóanyag tartalmát, mely a maximális növekedés vagy fehérjebeépítés eléréséhez szükséges. Mivel a modellek tartalmazzák az állat táplálóanyag igényét, ezért segítségükkel az állomány számára legmegfelelőbb takarmányozási stratégiát alakíthatjuk ki és elvégezhetjük ezen takarmányozási módszerek (rendszerek) ökonómiai elemzését is. Az állatok szükségletének pontos kielégítésével a környezet nitrogén és foszfor terhelése nagymértékben csökkenthető. A modellek segítséget nyújthatnak egy farm termelési színvonalának az állatok genetikai potenciáljával való összehasonlításához is. Az esetleges lemaradás jelzi a termelő számára, hogy a környezeti tényezőket lehetőség szerint módosítani kell a termelés javítása érdekében. A modellek segíthetnek a takarmánygyártóknak olyan új takarmány vagy új takarmányozási rendszer kialakításában, mely az állatok igényét a korábbiaknál jobban kielégíti. Ma már néhány takarmánygyártó cég alkalmazza a különböző növekedési modelleket illetve támogat olyan kutatási programokat, melyek célja ezen modellek kifejlesztése a termelés prognosztizálása a jobb minőségű és olcsóbb állati termék előállítására érdekében. Végül, de nem utolsó sorban az oktatásban is fontos szerep jut a növekedési modelleknek, hiszen alkalmasak a takarmányozás, a táplálóanyag ellátás és a receptúra készítés alapelveinek demonstrálására.

EGY NÖVEKEDÉSI MODELL BEMUTATÁSA

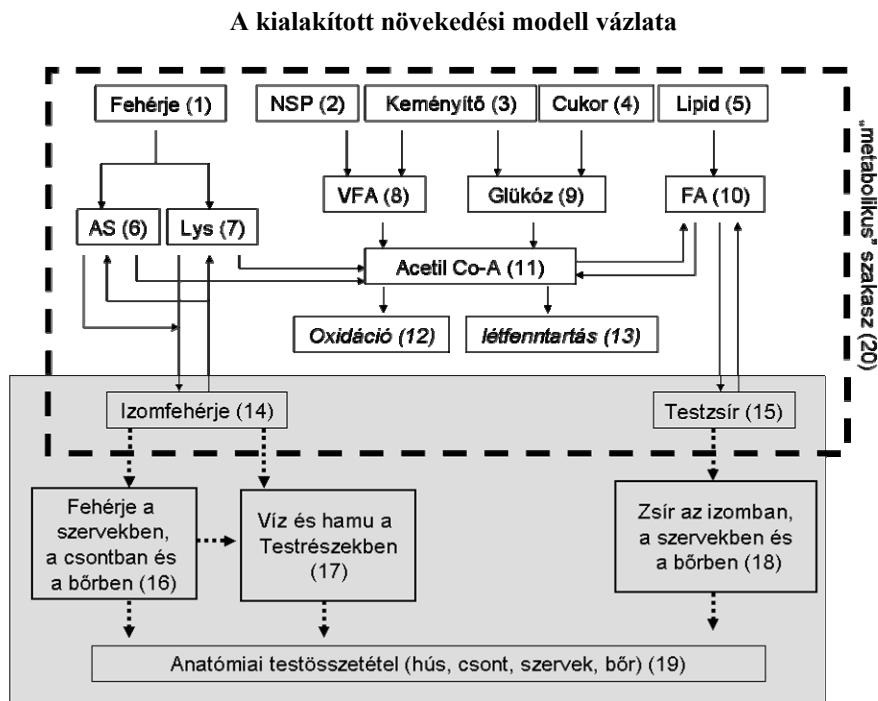
A Kaposvári Egyetem Takarmányozástani Tanszékének és a Wageningeni Egyetem Takarmányozási Csoportjának közös munkája során olyan dinamikus-mechanisztikus modellt alakítottunk ki, mellyel megbecsülhető a 20-105 kg élőtömegű növendék- és hizósertések teljesítménye (Halas és mtsai., 2004a). A kialakított modell alkalmas a gyarapodás valamint a kémiai és anatómiai testösszetétel becslésére az állat táplálóanyag felvétele alapján. A modell követi a táplálóanyagok eloszlását a takarmányfelvételtől az intermedier anyagcserén keresztül a fehérje és zsír szintézisig (1. ábra). A modellben a szervezet meghatározó metabolitjait poolokba soroltuk, ezen poolok egymással kapcsolatban állnak. Az anyagcsere eredményeként deponálódó fehérje és zsír ezen metabolit-poolok "irányítása" alatt áll. A modell állapotváltozói: lizin, acetyl-CoA, glükóz, rövid szénláncú zsírsavak, hosszú szénláncú zsírsavak, fehérje az izomban, a szervekben, a csontokban és a bőrben valamint a testzsír. A modell kialakítása során feltételeztük, hogy a metabolitok egymásba való átalakulása Michaelis-Menten féle telítődési görbével írható le és hogy a reakciók sebessége a metabolit koncentrációtól függ. Az anatómiai testösszetételt a kémiai összetételből származtattuk (1. ábra). A fehérje, a zsír, a víz és a hamu eloszlásának leírására az izom, a szervek, a csontok és a bőrben hatvány függvényeket használtunk. Az egyenletek független változója a fehérjék esetében az izomfehérje (meghatározza a fehérjebeépülést a szervekben, a csontokban és a bőrben), a zsír esetében pedig a testzsír volt. A víz és a hamu a fehérjéhez kötötten található a szervezetben, ezért a fehérjebeépülés meghatározza a víz és a hamu beépülését is az adott frakcióban.

A metabolitok átalakulásának egyenletei olyan paramétereket tartalmaznak, melyek vagy kísérleti adatokból számoltunk, vagy melyeket kísérleti adatokhoz kalibráltunk. A Michaelis-Menten egyenletben lévő maximális reakciósebességet egy adott folyamatban (pl. lizin oxidáció, fehérje szintézis) meglévő kísérleti adatok alapján számoltuk ki, de bizonyos esetekben feltételezésekre alapoztunk. Más paraméterek, mint az affinitási és inhibitor konstanst vagy a meredekségi determinánst, modell kalibrációval határoztuk meg úgy, hogy a modell outputja illeszkedjen a meglévő kísérleti adathalmazra. A modell kalibráció alapadatai olyan kísérletekből származtak, melyekben a vizsgálatok végén az egyedileg tartott sertések testének összetételét testrészenként határozták meg. Két kísérletsorozat adatait használtuk fel a modell kifejlesztése során. Az egyikben 95 növendéksertést (20-45 kg) állítottak be, melyek különböző lizin felvételben részesültek két energia felvételi szinten. A másik kísérletet 100 növendék és hizósertés (20-105 kg) bevonásával végezték, melyek különböző energiaellátásban részesültek. A modell differenciálegyenleteit adott kezdő feltételekkel és paraméterértékekkel oldottuk meg. Az integrációs intervallum 0.01 nap volt, melyhez negyedrendű állandó lépéstávolságú Runge-Kutta algoritmust használtunk. A kalibrációt az izomfehérje és a testzsír beépülés mértéke alapján végeztük különböző testsúly kategóriákban valamint a teljes hizlalási időszakban. A modell outputját minden egyes paraméter kombinációnál összevetettük az *in vivo* vizsgálatok eredményeivel. A modell eredményei alapján megállapítható, hogy az nem érzékeny a kezdeti körülmények (metabolit koncentrációk) kis mértékű változtatására, valamint kisebb integrációs intervallumra.

A modell ellenőrzése két részből állt. A szenzitivitás vizsgálat során a modell válaszát vizsgáltuk bizonyos paraméterek és a táplálóanyag felvétel megváltoztatása esetén (Halas és mtsai., 2004b). Ennek eredménye elvárásainknak megfelelt. A modell különösen érzékeny volt a létfenntartó energiaszükséglet és az lizin pool néhány paraméterének változtatására, azonban kevésbé volt érzékeny azon paraméterekre,

melyek az energia metabolizmus egyenleteiben szerepelnek. Ennek oka valószínűleg, hogy a fehérje és/vagy lizin limitáló tényező volt a szimuláció során.

1. ábra



AS – aminosavak, Lys – lizin, NSP – nem keményítő szerű poliszacharidok, FA – zsírsavak

Figure 1: Flow chart of the growth model

Protein(1), Non-starch polysacharides(2), Starch(3), Sugar(4), Lipid(5), Amino acids(6), Lysine(7), Volatile fatty acids(8), Glucose(9), Fatty acids(10), Acetyl Co-A equivalents(11), Oxidation(12), Maintenance(13), Muscle protein(14), Body fat(15), Protein in viscera, bone and hide(16), Water in the body parts(17), Fat in muscle, viscera and hide(18), Anatomical body composition (muscle, bone, viscera, hide)(19)

A modell további ellenőrzését független adathalmazzal végeztük (Halas és mtsai, 2004b). Ehhez 4 kísérlet adatait használtuk, melyek összesen 90 egyedileg tartott állat teljesítményét tartalmazták. Általánosan megállapítható, hogy a modell megfelelő kvalitatív becslést ad széles spektrumú táplálóanyag felvétel esetén is. A becsült kémiai és anatómiai testösszetétel, valamint a fehérje és a zsír eloszlása a testben kielégítő eredményeket mutatott, a mért és becsült értékek $y = x$ egyenestől való eltérésekből adódó hiba 5% körüli, vagy az alatti értéket mutatott a legtöbb esetben. Eredményeink alapján elmondható, hogy a mért és becsült értékek közötti különbségek fő oka főleg a genotípusok különbségével magyarázható, bizonyos esetekben pedig a környezeti hatások is felelősek lehetnek a modell és a kísérlet eredményének különbözőségéért.

A KIALAKÍTOTT MODELL GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A szimulációs modell segítségével számos takarmány hatását vizsgálhatjuk, illetve a takarmányváltások időpontját is megválaszthatjuk. A vágáskori testösszetételt döntő részben a hizlalás alatt etetett takarmány(ok) összetétele, táplálóanyag tartalma határozza meg. A többfázisú takarmányozás lényege, hogy az állat igényét a lehető legpontosabban elégítsük ki, és ennek eredményeképpen maximális növekedést érjünk el. Az egyes takarmányozási fázisok hossza illetve száma a növekedési modell több szimulációjának összehasonlítása és ökonómiai számítások elvégzése után már viszonylag könnyen eldönthető.

A szimulációk segítségével meghatározhatjuk azt a takarmányozási stratégiát is, amely vágáskor a számunkra legkedvezőbb testösszetételt biztosítja. Az *1. táblázat* egy 1 és egy 3 fázisú takarmányozás szimulációjának eredményét mutatja. A test összetételében mutatkozó különbségek könnyebb összehasonlíthatósága érdekében a példában szereplő szimuláció során a két takarmányozási rendszert úgy állítottuk be, hogy az állatok átlagos nap súlygyarapodása közel azonos legyen. A több fázisú hizlalásnál az egyes szakaszokban etetett takarmányok táplálóanyag tartalma az állatok különböző növekedési ütemének igényeihez igazodnak. A szimuláció eredményeképp az is látható, hogy gyarapodás összetétele, a fehérje- és zsír depozíció is eltérő lesz az egyes fázisokban. Ha a hizlalási időszak alatt végig ugyanazt a takarmányt etetnénk, akkor annak táplálóanyag tartalmát a 30-95 kg közötti átlagsúly igényeihez kell igazítanunk. Ebben az esetben a hizlalás elején a takarmány a szükségletekhez képest kevesebb lizint és energiát tartalmaz, így 30-50 kg között kisebb fehérje és nagyobb zsírbeépüléssel kell számolnunk. A hizlalás végén ugyanakkor az átlagsúlyra megadott takarmány táplálóanyag tartalma feleslegben lenne a 70-95 kg élősúlyú sertések számára, minek következtében a zsírbeépülés ebben a szakaszban a napi 170 g-ot jóval meghaladná. Ha összehasonlítjuk az 1 és a 3 fázisú takarmányozás szimulációjának eredményét, látható, hogy a 30-95 kg közötti hizlalás során azok a sertések, melyek végig ugyanazt a takarmányt fogyasztották kisebb napi fehérje- és nagyobb napi zsírbeépítést produkáltak. A hizlalási idő alatt ez mintegy 0,3 kg-mal kevesebb fehérjét és 1 kg-mal több zsírt eredményezett a vágott testben, mint a 3 fázisos takarmányozásban részesült sertések esetében.

A legújabb generációs modellek nem csak a test kémiai összetételét képesek becsülni, hanem a fehérje és zsír lokális eloszlását is, azaz a testbe hol és milyen mértékű a fehérje- és zsírdepozíció (*Lizardo és mtsai., 2002; Halas és mtsai., 2004a*). Ez lehetővé teszi a húsminőség becslését, ha a hús zsír tartalmát vagy a hús fehérje/zsír arányát, mint kvalitatív tényezőt is figyelembe vesszük. Az általunk kialakított modell szimulációiban információt kapunk a hizlalás során naponta a testbe illetve a különböző testrészekbe (izom, csont, szervek, bőr és szalonna) épült fehérje és zsír mennyiségről, azon egyéb teljesítményt becslő paraméterek mellett, melyeket más növekedési modellek ugyancsak tartalmaznak. A napi zsírbeépülés megoszlásának becslése magában hordja azt a lehetőséget, hogy a hizlalás alatt változtassunk a takarmányozási stratégián annak érdekében, hogy az éppen aktuális piaci igényeknek megfelelő minőségben termeljünk. Az idevonatkozó vizsgálatok ugyanis arra hívják fel a figyelmet, hogy a közeljövőben egyre nagyobb fontossággal bír majd a sertéstestek zsírtartalmán túl az is, hogy a zsír mely testrészekben deponálódik. A hús, és főként az értékes húsrészek minősége és kémiai összetétele nagymértékben befolyásolja a termék iránti keresletet és nem utolsó sorban az árat. A test zsírtartalmának változtatása különösen a hizlalás második felében bír nagy jelentőséggel, hiszen a 60-70 kg élősúly után a zsírbeépülés válik dominánssá a sertés szervezetében. Ebben az időszakban lehet tehát leginkább befolyásolni a vágáskori test zsírtartalmát valamint a hús zsír/fehérje arányát, melyet a növekedési modell alkalmazásával tervezhetőbbé tehetünk.

1. táblázat

**Az egy és több fázisú takarmányozás modell szimulációja
30-95 kg élőtömegű sertésekre**

	Egy fázisú takarmányozás (1)	Több fázisú takarmányozás (2)			Átlag(4)
		Élősúly kategóriák (3)			
	30-95 kg	30-50 kg	50-70 kg	70-95 kg	30-95 kg
Súlygyarapodás (g/nap) (5)	800	700	825	900	810
DE a takarmányban (MJ/kg) (6)	13,5	14,0	13,6	13,2	-
Lizin a takarmányban (g/kg) (7)	11,1	12,5	11,8	10,0	-
Takarmány felvétel (kg/nap) (8)	2,05	1,53	1,92	2,63	-
DE felvétel (MJ/nap) (9)	26,4	20,4	24,9	30,2	-
Lizin felvétel (g/nap) (10)	21,7	18,7	21,8	22,8	-
Lizin/DE (g/MJ) (11)	0,82	0,92	0,87	0,75	-
Hízalási napok száma (12)	82	29	24	28	81
Fehérje depozíció (g/nap) (13)	143	130	154	161	148
Zsír depozíció (g/nap) (14)	138	95	117	170	127
Tak. értékesítés (kg/kg) (15)	2,57	2,26	2,40	2,92	2,53
Összes fehérje depozíció (kg) (16)	11,7				12,0
Összes zsírdépozíció (kg) (17)	11,3				10,3

Table 1: Model simulation of a one- and three-phase-feeding system for pigs of 30-90 kg body weight

One phase feeding system(1), Three-phase-feeding system(2), Body weight ranges(3), Mean(4), Average daily gain (g/day)(5), DE content of the diet (MJ/kg)(6), Lysine content of the diet (g/kg)(7), Daily feed intake (kg/day)(8), DE intake (MJ/day)(9), Lysine intake (g/day)(10), Lysine/DE ratio (g/MJ)(11), Days to slaughter(12), Protein deposition (g/day)(13), Fat deposition (g/day)(14), Feed conversion ratio (kg/kg)(15), Total protein deposition (kg)(16), Total fat deposition (kg)(17)

Ma már az USA-ban, Kanadában, sőt az Európai Unió néhány országában is (pl. Hollandia, Dánia) a farm manager programok, melyeknek fontos része a növekedési modell, a sertésletelepek irányításában nélkülözhetetlenek. Segítségükkel a sertéshús előállítás biztonságosabbá és tervezhetőbbé tehető, és így a lehetővé válik a telepek számára a hosszú távú gazdaságos termelés.

IRODALOMJEGYZÉK

- Close, W.H. (1996). Modelling the growing pig: predicting nutrient needs and responses. In: T.P. Lyons, K.A. Jacques (Szerk.) Proc. Alltech's 12th Animal Symposium on Biotechnology in Feed Industry. Nottingham : University Press. 289-297.
- Gill, M., Beaver, D.E., France, J. (1989). Biochemical bases needed for the mathematical representation of whole animal metabolism. Nutr.Res. Rev. 2. 181-200.
- Halas, V., Dijkstra, J., Babinszky, L., Versegen, M.W.A., Gerrits, W.J.J. (2004). Modelling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their anatomical body composition: 1. Model description. Br. J. Nutr., 92. 707-723.

- Halas, V., Dijkstra, J., Babinszky, L., Versegen, M.W.A., Gerrits, W.J.J. (2004). Modelling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their anatomical body composition: 2. Model evaluation. *Br. J. Nutr.*, 92. 725-734.
- Lizardo, R., van Milgen, J., Mouro, J., Noblet, J., Bonneau, M. (2002). A nutritional model of fatty acid composition in the growing-finishing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 75. 167-182.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Halas Veronika

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

Takarmányozástani Tanszék

7401, Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

Department of Animal Nutrition

H-7401, Kaposvár, POB 16.

Tel.: 36-82-412-285, fax: 36-82-313-562

e-mail: halas@mail.atk.u-kaposvar.hu