

BABINSZKY LÁSZLÓ – HALAS VERONIKA

ÖSSZEFOGLALÁS

A fenntartható mezőgazdaság, valamint a jó minőségű és biztonságos élelmiszer iránti társadalmi igény arra ösztönzi a takarmányozással foglalkozó szakembereket, hogy egyre aktívabban és tudatosabban vegyenek részt az állati eredetű élelmiszertermelésben. Ahhoz, hogy az említett célt elérjük az állati termék előállítás hatékonyságát növelnünk kell, mely egyrészt a biológiai hatékonyság (a táplálóanyag konverzió javítása), másrészt a technológiai hatékonyság, s ezeken keresztül az ökonomiai hatékonyság növelését jelenti. Mindezeken túl kiemelt fontosságú a takarmányozás, az állattenyésztés és a környezetvédelem kapcsolatának újra gondolása. Kérdéses, hogy a klasszikus takarmányozás választ tud-e adni a fent említett kihívásokra. További kérdés, hogy az innovációs tevékenység során más tudományágak eredményeinek felhasználásával hogyan lehet a kívánt minőségű terméket előállítani. A szerzők a fent említett kérdések megválaszolására vállalkoznak az idevonatkozó legújabb tudományos eredmények, illetve a saját kutatási eredményeik alapján. Az irodalmi adatok összegyűjtése és feldolgozása során a szerzők az alábbi legfontosabb következtetésre jutottak:

1. Szisztematikusan felépített kutatási programok szükségesek ahhoz, hogy megismerjük a klímaváltozás hatását a gabonatermesztésre, s ezen keresztül a takarmányozásra; s az eredmények tükrében, ha szükséges, változtatni kell az eddigi takarmányozási rendszereken.
2. A molekuláris takarmányozási, valamint a takarmányozás-immunológiai kutatások jelentősége nőni fog, hiszen általuk az állatok teljesítményének hatékonysága növelhető.
3. A takarmányos és genetikus szakemberek közti kooperációnak erősödni kell annak érdekében, hogy az állatok táplálóanyag igényét az eddigieknél még pontosabban lehessen kielégíteni a termelés gazdaságosságának növelése érdekében.
4. Fontos az új *in vitro* fehérje-, szárazanyag- és szénhidrát-emészthetőség mérésére alkalmas technikák kidolgozása, melyek a takarmány előállítás folyamatában résztvevő szakembereknek (növénytermesztő, növény-nemesítő, a takarmányiparban dolgozó vagy takarmányozási szakember) értékes információt szolgáltatnak.
5. Új matematikai modellek kidolgozása várható, melyek nem csak az állati termék mennyiségének, de minőségének becslésére is alkalmasak.
6. A biztonságos és jó minőségű állati eredetű élelmiszer előállítás érdekében szükségszerű az integrált „szántóföldtől az asztalig” programok felállítása. A termékfejlesztésben és programok ellenőrzésében a takarmányozásnak kulcsszerepe lesz.
7. A precíziós takarmányozásnak a gyakorlatban való alkalmazása nagymértékben hozzájárul a fent említett célok megvalósításához és az innovációs tevékenység eredményességének javításához.

SUMMARY

Babinszky, L. – Halas, V.: CHALLENGES AND NEW RESEARCH AREAS IN 21ST CENTURY SWINE NUTRITION

Social demand for the sustainable agriculture as well as for the high quality and safety foods forces the animal nutritionists to participate more actively and consciously in food production. In order to achieve the above determined aim the efficiency of animal production has to be improved as regards biological efficiency (improving the efficiency of nutrient conversion) or technological efficiency, and as a result the economical efficiency. Moreover the relation between animal nutrition, animal production and environment protection has to be reconsidered. A point to consider is how animal feeding and

nutrition can contribute to the solution of these challenges. Another question is, that the results of which new scientific fields should be used in the area of innovation to achieve the desired product quality. The article answers these questions based on the latest data in the scientific literature and on the authors' own research results. Having reviewed and processed the data, the authors drew the following conclusions:

1. The impact of climate changes on crop production and consequently on animal nutrition needs to be studied in comprehensive, systematic research programs, and based on their results animal feeding systems should be modified if necessary.
2. The role of molecular nutrition and the immunological role of nutrition for enhancing the efficiency of production will gain in importance.
3. The cooperation between nutritionists and geneticists needs to be strengthened in order to satisfy the nutrient requirements more accurately, and thus to improve the profitability of production.
4. Development of new *in vitro* methods to estimate the protein, dry matter and carbohydrate digestibility is important for the participants of the feed production chain including plant producers and geneticist, people working in feed industry and animal nutritionists.
5. New mathematical growth models, also incorporating the quality of animal products, need to be developed for better production estimates.
6. The integrated "from farm to fork" programs will be essential in the production of safe and high quality animal food products. Animal nutrition will play a key role in these product development and monitoring programs.
7. The practical implementation of precision nutrition can be of great help in achieving these goals and in improving the efficiency innovation activities.

BEVEZETÉS

A 21. század egyik legnagyobb kihívása, hogy az állattenyésztés megfelelő mennyiségű, minőségű, biztonságos és nyomon követhető állati eredetű élelmiszer alapanyagot állítson elő úgy, hogy a termelés a környezetet a lehető legkisebb mértékben terhelje.

A hazai statisztikai adatok szerint Magyarországon az elhalálozás 50 százaléka szív- és érrendszeri, 30 százaléka pedig daganatos betegségekre vezethető vissza, amelyek kialakulásában szerepet játszó egyik legfontosabb kockázati tényező a táplálkozás. Ezért a nem kívánatos táplálkozási szokásaink megváltoztatásával, valamint a humán táplálkozási elvárásoknak jobban megfelelő élelmiszerek fogyasztásától remélhetjük, hogy a lakosság egyre nagyobb hányada éri el a génjeik által megszabott legmagasabb életkort. A korábbiakban említetteken túl az életmódból és táplálkozási szokásainkból, táplálkozási kultúránkból adódó problémák mellett meg kell említeni az ún. táplálékallergiát, ami tulajdonképpen a szervezet túlzott védekezési reakciója valamely étellel, élelmiszerral, vagy ezek egyes összetevőivel szemben. Ehhez a problémakörhöz tartozik az ún. táplálék intolerancia (táplálék összeférhetetlenség) is, amikor a táplálék által kiváltott kóros tünetek nem immunológiai eredetűek. Ezen túlérzékenységek következtében az érintettek sok esetben az alternatív táplálkozási lehetőségek mellett speciális élelmiszereket igényelnek. Társadalmunknak tehát igen nagy felelőssége van abban, hogy ezek az emberek is megfelelő minőségű élelmiszerhez jussanak és így az életminőségük is javuljon.

Ismert az a tény is, hogy például az állati eredetű élelmiszer minőségét – több más tényező mellett – nagymértékben befolyásolja az állatok táplálása, takarmá-

nyozása is. Ezért a korábbiakban említett problémák megoldásában a takarmányozásnak nagyon sok esetben kulcsszerepe lehet. Az idevonatkozó statisztikai adatok azt mutatják (Gill, 2006), hogy a világban 2005-ben 626 millió tonna ipari abrakkeveréket gyártottak a gazdasági haszonállatok részére. Könnyű belátni, hogy ezen óriási mennyiségű keveréktakarmány minősége meghatározó lehet az állati eredetű élelmiszerek minőségére. Tovább ronthatja a helyzetet, ha azt is számításba vesszük, hogy az említett mennyiségű abrakkeveréken túl nagyon sok országban a gazdasági haszonállatok bizonytalan eredetű és kontrollálatlan összetételű és minőségű takarmányt is fogyaszthatnak. Ezért a takarmányozás előtt a 21. században a következő fontosabb feladatok állnak:

1. A korábbiaknál sokkal aktívabb és tudatosabb részvétel a megfelelő mennyiségű, minőségű és biztonságos állati eredetű élelmiszer előállításban.
2. A fenti cél elérése érdekében rendkívül fontos a takarmányozás hatékonyságának (biológiai hatékonyság, takarmánytechnológiai hatékonyság, ökonomiai hatékonyság) további javítása.
3. Kiemelt fontosságú a takarmányozás, az állattenyésztés és a környezetvédelem kapcsolatának újra gondolása. Ez azt jelenti, hogy a továbbiakban jó minőségű és biztonságos állati eredetű élelmiszert csak olyan technológiával szabad előállítani, amely technológia nem szennyezi tovább környezetünket, azaz ki kell dolgozni a környezetkímélő takarmányozási rendszereket.

Jelen dolgozat célja a sertéstakarmányozásban várható fontosabb kihívások és kutatási területek rövid áttekintése a sertéstakarmányozással foglalkozók részére.

A legújabb tudományos eredmények alkalmazása a sertéstakarmányozásban, az innovációban

A sertéshústermelés 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, 2009). 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 1. ábra azt mutatja, hogy a klasszikus takarmányozási ismereteket milyen más természettudományi területekkel és/vagy műszaki tudományterületekkel kell bővíteni annak érdekében, hogy a mai kihívásokra adekvát választ tudjunk adni. 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 és az informatika egy sajátos ötvözéséből alakult ki a takarmányozásnak egy újabb területe, a precíziós takarmányozás.

1. ábra: A klasszikus takarmányozás és a társtudományok kapcsolata
(Babinszky és Halas, 2009)

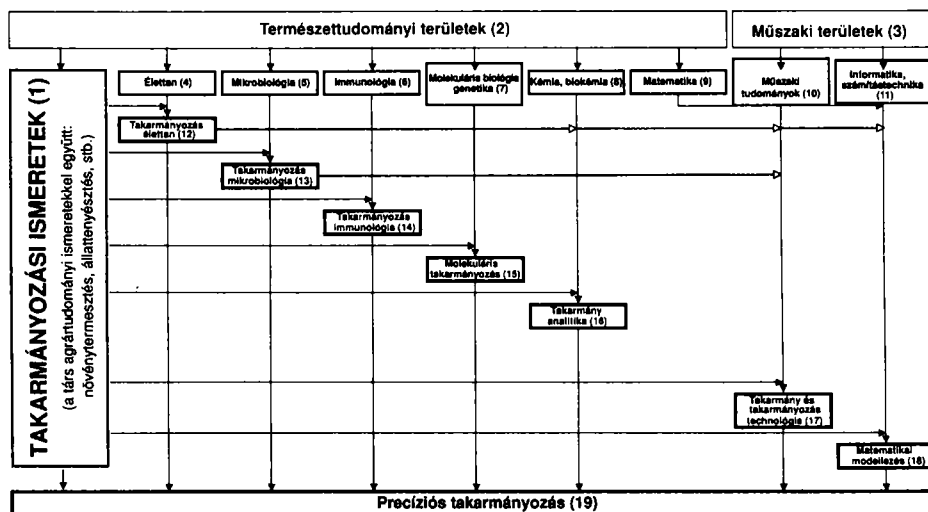


Fig. 1.: Relationship between traditional animal nutrition and other related sciences (Babinszky és Halas, 2009)

animal nutrition (including plant production, animal husbandry) (1), natural sciences (2), technological sciences (3), physiology (4), microbiology (5), immunology (6), molecular biology/genetics (7), chemistry, biochemistry (8), mathematics (9), technological sciences (10), informatics, computer sciences (11), nutritional physiology (12), nutritional microbiology (13), nutritional immunology (14), molecular nutrition (15), feed analysis (16), feed and feeding technology (17), mathematical modeling (18), precision nutrition (19)

A várható fontosabb kutatási területek a sertéstakarmányozásban

Megvizsgálva az idevonatkozó szakirodalmat megállapítható, hogy sertéstakarmányozásban az elkövetkező időszak fontosabb kutatási területei a következők:

1. A takarmányok tulajdonságaival összefüggő vizsgálatok (pl. új energia és fehérjetakarmányok, a táplálóanyagok közötti interakciók, hozamfokozó antibiotikumok alternatívái, mikotoxin kontamináció és annak csökkentésének lehetőségei, a GMO takarmányok problematikája, a klímaváltozás a takarmánynövény-termesztés és a takarmányozás közötti kapcsolat vizsgálata, stb.).
2. A molekuláris takarmányozással kapcsolatos kutatások.
3. Takarmányozás-immunológiai vizsgálatok (a táplálóanyagok hatása az állatok celluláris és humorális immunstátuszára).
4. Takarmányozás mikrobiológiai kutatások (pl. a bélcsatornában lejátszódó mikrobiológiai folyamatok és ezek hatása az állatok termelésére).
5. A nagy genetikai kapacitású állatok táplálóanyag szükségletének vizsgálata (a genetika és a takarmányozás kapcsolata).
6. Az állati termelés modellezése (előrejelzés matematikai modellekkel).
7. Újabb *in vitro* technikák (pl. új fehérje, szénhidrát és más táplálóanyagok emésztését meghatározó gyors és nagy pontosságú *in vitro* technikák).

8. A környezetkímélő takarmányozási technológiák kidolgozása (elsősorban a N és P kibocsátást csökkentő takarmányozási technológiák kidolgozása).
9. A „farmtól a villáig”, integrált kutatási és innovációs programok kidolgozása a biztonságos és nyomon követhető állati eredetű élelmiszer előállítás érdekében.
10. A precíziós takarmányozás alkalmazása az állati termék előállításban.

Jelen közleményünkben – terjedelmi okok miatt – a fenti kutatási területek közül csak néhányat emelünk ki és tárgyalunk meg részletesebben.

A klímaváltozás és a takarmányozás közötti kapcsolat

Az elkövetkező évtizedek nagy kihívása lesz az éghajlat-változás és annak regionális hatása a növénytermesztésre, az állattenyésztésre és a gazdasági haszonállatok takarmányozására.

A növényélettan területéről ismert, hogy a fotoszintézis típusa alapján megkülönböztetünk C3 és C4 típusú növényeket. Takarmánynövény-termesztés szempontjából fontos, hogy míg a C3 típusú növények (pl. a búza, árpa, rizs, zab, napraforgó, lucerna, szójabab, cukorrépa, stb.) szárazságtűrő képessége kisebb, addig a C4 típusú növényeké jóval nagyobb. Ide tartozik pl. a kukorica, a cirok, köles, stb. Ezen növény-élettani ismeretek rendkívül fontosak lesznek az elkövetkező időszakban annak eldöntéséhez, hogy egy adott régióban a megváltozott klimatikus viszonyok között milyen növényeket termesszünk gazdaságosan. A növénytermesztés illetően való változása mindenképpen hatással lesz az adott régió takarmányozására is. Ezért a közeljövő feladata lesz a különböző klíma-scenariók tanulmányozása, elemzése és ennek alapján a növénytermesztőknek és a takarmányosoknak sokkal szorosabb kooperációja, azaz a precíziós növénytermesztés és a precíziós állattenyésztés összekapcsolása a precíziós élelmiszerláncban folyó termelés érdekében.

Molekuláris takarmányozás

Míg sok tudományterületen a specializáció figyelhető meg, addig a takarmányozásban – annak komplexitása miatt – a különböző társtudományokkal való egyre szorosabb együttműködés érvényesül. A molekuláris takarmányozás egy új interdiszciplináris kutatási terület, mely a genomika és a táplálóanyagok intermedier anyagcseréjének vizsgálatára épül. Az elmúlt 20 évben kidolgozott molekuláris biológiai módszerek és új az technikák, a biológiai folyamatok mélyebb megismerését tették lehetővé. Ezen ismeretek a közeljövőben nagy jelentőséggel bírnak majd, nem csak az állati takarmányozás-, de a humán táplálkozástudományban is.

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 mikrotáplálóanyagok, a biokémiai folyamatok révén, hatással vannak a sejtekben lévő információ áramlásra és így befolyásolják a gének aktiválását vagy szuppresszióját. Mindezen folyamatok megismerésének alapja a táplálóanyag transzport mechanizmusának, valamint a mikrotáplálóanyagok és a celluláris homeosztázis, a sejtek proliferációja és az apoptózis közti kapcsolat vizsgálata (Zhang, 2003).

Mivel a szervezet minden sejtjének működése alapvetően a gének kontrollja alatt áll, ezért ezeknek a szabályozó mechanizmusok feltárása, jelentős mértékben segíti az életfolyamatok megértését.

Takarmányozás-immunológiai kutatások

Az 1980-as évek elejétől a takarmányozásnak egy nagyon intenzíven kutatott területe, hogy a táplálóanyagokkal (pl. aminosavakkal, zsírsavakkal, ásványi anyagokkal, vitaminokkal, stb.), illetve a takarmányokba kevert adalékanyagokkal miképpen tudjuk befolyásolni (többnyire javítani) a gazdasági haszonállatok celluláris és humorális immunválaszt. A legújabb vizsgálatok eredményei azt bizonyítják, hogy a fehérjeellátás kismértékű csökkenése az ajánlott értékektől nem okozza az immunrendszer elégtelen működését. Egyes aminosavaknak (pl.: metionin, treonin, arginin, glutamin vagy a glutaminsav) a létfenntartás és a növekedés szükségletén felül adott mennyisége azonban a sertés ellenálló képességének fokozását eredményezheti. Szükséges azonban megjegyezni, hogy egyes táplálóanyagok (pl. zsírsavak) megadózisban való alkalmazása már a teljesítményromlás előtt immunszuppressziót okozhat. E kutatási/fejlesztési területhez tartozik még az ún. „új típusú” hozamfokozók kifejlesztése, mely készítmények elsősorban az állat immunállapotának javításán keresztül eredményezhetnek teljesítményjavulást.

1. táblázat

A takarmány treonin tartalmának hatása a vészérum IgG és bovin szérum antitest termelésére sertésben (Defa és mtsai, 1999)

	nap	Treonintartalom (g/kg)(3)				SEM (4)	P-érték (5)
		5,9	6,8	7,7	8,9		
A vér IgG (mg/100 ml) tartalma* (1)	7.	570,8	556,9	534,8	589,5	6,9	NS
	14.	648,1	667,7	660,0	695,4	5,5	0,01
	28.	703,9	730,4	730,9	777,1	6,8	0,01
Bovin szérumalbumin-antitest a vérben (2)	14.	0,10	0,15	0,25	0,43	0,02	0,01
	28.	0,61	0,62	0,69	0,78	0,10	0,01

* Az állatokat a kísérlet 7. napján immunizálták 1 mg/ttkg bovin-szérumalbuminnal (6)

SEM – az átlagok standard hibája

NS – nem szignifikáns, $P > 0,05$ (7)

Table 1.: The effect of dietary threonine on IgG content of blood and bovine serum antibody production in pigs (Defa et al., 1999)

IgG content of blood (mg/100 ml) (1), bovin serum albumin antibody content* (2), threonine content (g/kg diet) (3), standard error of mean (4), P-value (5), * animals were immunized with 1 mg/kg bovine serum albumin at 7th d of the experiment (6), non significant (7)

Az 1. táblázat Defa és mtsai (1999) vizsgálatainak eredményeit mutatja be. A kísérletet 17 kg-os sertésekkel állították be, az etetett takarmány csak a treonintartalomban (5,9-8,9 g/kg) különbözött. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a 6,8 g/kg treonintartalom feletti takarmányok már nem javítják a növendék-sertések termelési mutatóit, azonban a vér IgG-koncentrációja, és a bovin-

szérumalbuminnal történő immunizálást követően az ellenanyag-termelés, azon állatok esetében jelentősen megemelkedett, melyek takarmánya 8,9 g/kg treonint tartalmazott. Más szerzők szerint elégtelen treoninellátás mellett ugyan nem feltétlenül változik az immunszervek fejlődése, azonban számolni kell bizonyos immunparaméterek romlásával, így például a vér leukocita proliferációs képességének csökkenésével.

Ezek, és más eredmények egyrészt arra engednek következtetni, hogy a takarmányozás-immunológiának a közeljövőben kiemelt szerepe lesz a gyakorlati sertés-takarmányozásban, másrészt arra, hogy jó néhány esetben a táplálóanyag-ajánlást felül kell vizsgálni a takarmányozás-immunológiai vizsgálatok eredményei alapján.

A takarmányozás és a genetika közötti kapcsolat, különös tekintettel A különböző genotípusú hízósertések hizlalás alatti zsírbeépítésére (a hús minőségére)

Humán táplálkozás-élettani szempontból talán az egyik legfontosabb paraméter a hús fehérje- és zsírtartalma, illetve a hús fehérje- és zsírtartalmának egymáshoz viszonyított aránya, továbbá az intramuszkuláris zsír mennyisége.

A növedék- és hízósertések fehérje- és zsírbeépítését több tényező befolyásolja. Ezek közül a legfontosabb az állat genetikailag meghatározott fehérjeépítő és takarmányfelvétel képessége. A két tényező közötti kapcsolatot több elmélet is leírja. Ezek közül általánosan használt a *Whittemore és Fawcett* (1974) által közölt ún. *linear-plateau* elmélet, mely szerint a genetikailag determinált fehérjebeépítő képesség határáig az energia-felvétel egyenes arányban nő 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 felvétele és az átlagos napi súlygyarapodás, továbbá a napi fehérjedepozíció, valamint a fajlagos takarmányértékesítés között igen szoros korreláció áll fenn (*Halas és Babinszky, 2001*).

2. táblázat

A napi ileálisan emészthető lizinfelvétel, a napi súlygyarapodás, a napi fehérje beépülés és a fajlagos takarmányértékesítés közötti összefüggés
(*Halas és Babinszky, 2001*)

Testsúly(1)	Korreláció(2)		
	Napi testsúlygyarapodás(3)	Napi fehérjebeépülés(4)	Fajlagos takarmányértékesítés(5)
30–60 kg	r= 0,94 P=0,0001	r=0,78 P=0,001	r=-0,94 P=0,0001
60–105 kg	r=0,89 P=0,0001	r=0,77 P=0,0013	r=-0,87 P=0,0001

Table 1.: Relationship between daily ileal digestible lysine intake and average daily gain, daily protein deposition and feed conversion ratio (*Halas and Babinszky, 2001*)
body weight (1), correlation (2), daily weight gain (3), daily protein deposition rate (4), feed conversion ratio (5)

Ezért a takarmánykeverékek összeállításakor, a fehérjebeépülés növelése érdekében, feltétlenül törekednünk kell a legkedvezőbb lizin/energia (DE) arány kialakítására.

Az idevonatkozó vizsgálati eredmények szerint a növendéksertésekben (25–60 kg élősúly között) a legkisebb zsírbeépüléssel 0,63 g ileálisan emészthető lizin/MJ DE arány esetén számolhatunk. Ezen vizsgálatok adatai 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 hizlalás második felében (60–105 kg élősúly között) 0,50 g ileálisan emészthető lizin/MJ DE-ra csökken.

Szükséges azonban megjegyezni, hogy az előbbieken megadott lizin/energia arányok az ún. átlagos genetikai potenciállal rendelkező hibridekre vonatkoznak.

A szakirodalom, három genetikai kategóriába sorolja a sertéseket (Close, 1994):

1. Nagy genetikai kapacitású hibridek (superior, genetically improved pigs);
2. Átlagos genetikai képességekkel bíró hibridek (normal pigs);
3. Hagyományos fajták (traditional, unimproved pigs).

Az egyes kategóriákra jellemző napi átlagos súlygyarapodás, valamint az üres test fehérjetartalma a 3. táblázatban látható.

3. táblázat

Genetikai kategóriák, a kategóriákra jellemző súlygyarapodás, az üres test fehérjetartalma hízósertések esetén (Close, 1994)

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

Table 3.: Pig categories based on average daily gain and protein content of the empty body (Close, 1994)

categories (1), weight gain (2), protein content of the empty body (3), superior, genetically improved pigs (4), normal hybrids (5), traditional, unimproved pigs (6)

Az eddig elvégzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy ha az első kategóriába tartozó hibridek (improved pigs) takarmányában a lizin/energia aránya meg egyezik az átlagos genetikai potenciállal rendelkező hibridekével, akkor ezek a sertések a hizlalás végére elzsírosodnak, azaz a hús minősége erősen romlik. Ezért ha a 2. ábra értékeit átszámoljuk ileálisan emészthető lizinre, akkor Varley (2001) ezeknek a sertéseknek olyan takarmányt javasol, melynek az ileálisan emészthető lizintartalma egy MJ DE-re vonatkoztatva a hizlalás első fázisában (20–55 kg élősúly között) 0,7 g, míg a második fázisban (55–100 kg élősúly között) 0,6 g.

Ezek az adatok tehát arra hívják fel a figyelmet, hogy nagyon fontos hízósértés állományunk genetikai kapacitásának az ismerete, hiszen ennek birtokában tudjuk csak a megfelelő lizin/energia arányt a takarmány összeállításakor úgy be-

2. ábra: A nagy teljesítményű hibridsertések energia- és lizin szükséglete (Varley, 2001)

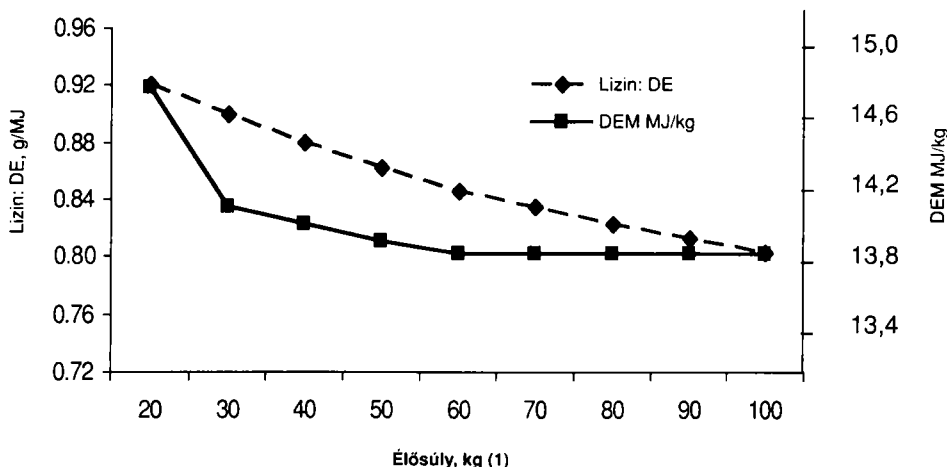


Figure 2.: The energy and lysine requirement of the high genetic potential pigs (Varley, 2001) live weight (1)

állítani, hogy az előállított hús minősége intenzív állomány takarmányozásakor is megfeleljen a humán táplálkozási kívánalmaknak.

Ez a felismerés is hozzájárult ahhoz, hogy a megfelelő minőségű hús előállítása érdekében együtt kell dolgoznia a takarmányos szakembereknek, a genetikusoknak, a molekuláris biológiai, továbbá a humán táplálkozással foglalkozó biológusoknak, orvosoknak és biokémikusoknak.

In vitro laboratóriumi vizsgálatok a takarmányfehérje emészthetőségének gyors meghatározására

A takarmányfehérjék minősítésének egyik fontos feladata az emészthetőség pontos meghatározása.

A nagy sorozatban történő *in vivo* fehérje emészthetőségi vizsgálatok idő- és költségigényes volta miatt régóta törekszenek gyors és egyszerű laboratóriumi (*in vitro*) módszerek kidolgozására. Ezek a módszerek általában nem helyettesítik teljesen az *in vivo* vizsgálatokat, azonban nagy segítséget nyújthatnak a takarmányvizsgáló laboratóriumoknak, ahol nincs lehetőség állatkísérlet elvégzésére, vagy a növénynevelő intézeteknek a tudományos kutatásban ott, ahol a nagy mintaszám miatt az *in vivo* vizsgálatok előtt egy előszelekció elvégzése szükséges. Az *in vitro* technikák jelentősége az elkövetkező időben rendkívül meg fog nőni, mert az egyre szigorúbb állatvédelmi törvények egyre szűkebb területet biztosítanak az *in vivo* vizsgálatokra. Az *in vitro* vizsgálatok előnyeként szokták említeni, hogy viszonylag olcsók és gyorsak, nem igényelnek állatkísérleti infrastruktúrát, a vizsgálatok ismétlés száma általában jobban növelhető, mint az *in vivo* kísérletekben, és kis mennyiségű vizsgálati tételből is viszonylag nagyszámú vizsgálati adat nyerhető. E vizsgálatok hátránya viszont, hogy nem minden esetben olyan megbízhatóak, mint az állatkísérletek.

A rendelkezésre álló különböző *in vitro* fehérjeemészthetőségi vizsgálatokat általában három csoportba sorolhatjuk:

1. Monoenzimes módszerek
2. Multienzimes módszerek
3. Enzimmel és bélnedvvel történő inkubálás (ún. két lépcsős módszer).

Monoenzimes módszer: ez egy enzimmel modellezi a monogasztrikus állatok fehérjeemésztését. Közülük szélesebb körben, és legrégebben, az emészthető fehérjetartalom sósavas pepszinnel történő meghatározását használják. A módszer egyszerűen elvégezhető, de pontossága nem megfelelő.

Multienzimes módszer: azokat a módszereket, melyekben több enzimet használnak multienzimes módszernek nevezzük. Ezek egy csoportja azon az elven alapszik, hogy a hidrolízis során egyre több karboxil- és aminocsoport szabadul fel. A karboxil csoportok disszociációja következtében az oldat pH-ja csökken, ami arányos a hidrolízis, illetve a fehérjeemészthetőség mértékével. Más multienzimes módszerekben, a fehérjeemészthetőséget, az enzimes kezelés és centrifugálás, majd szűrés után kapott emészthetetlen maradék nitrogéntartalma alapján határozzák meg. Babinszky és mtsai (1990) ugyancsak az emészthetetlen maradék nitrogéntartalma alapján határozták meg a takarmány fehérjeemészthetőségét sertések részére. A korábban ismert multienzimes módszerek eredményeihez képest, a szerzők által alkalmazott enzim-kombinációval nagymértékben javult a meghatározás pontossága. Az ellenőrző vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy az *in vivo* és az *in vitro* értékek között a korrelációs koefficiens (r) takarmánykomponensekre 0,93, abrakkeverékek esetében pedig 0,85.

Enzimmel és bélnedvvel történő inkubálás: az első ún. kétlépcsős fehérjeemészthetőségi módszert monogasztrikus állatok részére, Japánban, Furuya és mtsai (1979) fejlesztették ki. A sertéstakarmányok fehérjetartalmának emészthetőségét pepszines, majd belfolyadékkal való inkubálás után határozták meg. A módszer hátránya, hogy fisztulával ellátott sertésre van szükség, és így a módszer nem csak költség-, idő és munkaigényes, de elveszti azon előnyöket, melyek alapvetően jellemzőek az *in vitro* vizsgálatokra.

Összegezve tehát megállapítható, hogy a fehérje emészthetőségének a meghatározására egyre több és nagyobb pontossággal bíró *in vitro* technikák állnak rendelkezésre. Tudnunk kell azonban azt, hogy ezek a technikák nem minden esetben helyettesíthetik teljes mértékben az *in vivo* vizsgálatokat. Ennek ellenére ezen a területen további jelentős fejlesztőmunka prognosztizálható.

A hízósertések növekedésének, termelésének matematikai modellezése

A gazdaságos és jó minőségű állati termék (hús) előállításának egyik igen fontos feltétele az állatok fejlődésének és termelésének prognosztizálása, a kívánt növekedési ütem táplálóanyag-szükségletének meghatározása és ennek alapján a megfelelő mennyiségű és minőségű takarmány felvételének biztosítása. Az állatok fejlődésének, táplálóanyag-igényének matematikai úton történő modellezésére már évtizedekkel ezelőtt történtek próbálkozások. Ez a tudományterület azonban csak az utóbbi években kezdett látványosan fejlődni, amikor is a számítástechnika rohamos fejlődésnek indult, a fiziológiai ismereteink tovább bővültek és a különböző állatkísérleti módszerek pontossága nagymértékben javult.

Ezen tényezők eredményeként egyre több olyan matematikai modellt alakítottak ki, amelyek megkönnyítik a gyakorlatban dolgozó szakemberek munkáját is.

A biológiai folyamatok matematikai modellezését általánosságban úgy definiálhatjuk, mint az egyik leghatékonyabb módját az állatok táplálóanyag-szükségletének, valamint a táplálóanyag-felvétel növekedésre gyakorolt hatásának meghatározására egy adott időpontban vagy időintervallumban (*Halas és Babinszky*, 1999). A modellben az állatok biológiai folyamatait olyan matematikai egyenletrendszerekkel írjuk le, amelyek a genetikai, biokémiai, élettani folyamatok és környezeti hatások ismeretére épülnek.

A matematikai modelleket több szempont szerint is csoportosíthatjuk. 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 szükségleti értéket statikus modellel írhatunk le, addig a dinamikus modellek alkalmasak például a hízalás különböző szakaszaiban egy adott állat teljesítményének a bemutatására, illetve a kiválasztott időpontban várható hozam előrejelzésére (pl. a beépített fehérje és zsír mennyiségének becslésére).

A modellek kimenetelnek számát illetően *determinisztikus*, illetve *sztochasztikus modelleket* különböztetünk meg. Determinisztikusak azok a modellek, melyek egyetlen állatra adnak információt, és ezt tekinthetjük az adott állomány átlagának is. Azonban ebben a modelltípusban az állatok egyedi variációja nem jelenik meg. Sztochasztikus modelleknek azokat a modelleket nevezzük, amelyek figyelembe veszik a fajra jellemző egyedi varianciát is. Szükséges azonban megjegyezni, hogy korrektségi sztochasztikus modelleket eddig még a mai modern számítástechnika segítségével sem tudtak felállítani. A megoldást a determinisztikus modelleknek sztochasztikus elemekkel való bővítése adta, amelyekben vagy az input, vagy az output adatok számát növelték. Ennek a módszernek azonban hibája, hogy a számítások során a rendszer köztes egyenleteit nem bővítették sztochasztikus elemekkel.

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 környezetnek már kismértékű megváltozása esetén sem ad valós képet az adott rendszerről a becsült tulajdonságokra vonatkozóan. Ezt a hiányosságot a *mechanisztikus modellek* kiküszöbölik, mivel ezeket fizikai, kémiai és biológiai törvények figyelembevételével alakították ki.

A ma alkalmazott modellek szinte kizárólag mechanisztikusak. Segítségükkel előre jelezhetjük az állatok szükségletét, és megbecsülhetjük az adott tartási, takarmányozási és szervezési feltételek mellett elérhető termelési színvonalat (*Halas és Babinszky*, 2000).

A modellek kifejlesztésének alapelvei

Gyakorlati szempontból a legtöbb sertésnövekedési modell fejlesztés négy fő alapelvre épül:

1. A táplálóanyag-felvétel hatása az állat termelésére.
2. A felvett táplálóanyagoknak a szervezetben történő átalakulása, pl. a fehérje- és energiaátalakulás folyamata, különös tekintettel a közöttük fennálló kapcsolatokra.

3. Az állat jellemzői (testsúly, ivar, takarmányfelvevő kapacitás, egészségi állapot, az állat fehérje- és színhústermelő kapacitása).
4. Az etetett takarmány jellemzői (energia, fehérje, aminosav, ásványianyag-tartalom, stb.).

3. ábra: A matematikai modellek kialakításának elvi vázlata (Black nyomán, 1995)

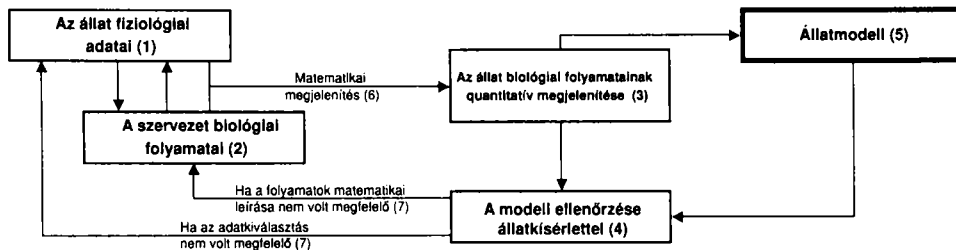


Fig. 3.: Development of the mathematical models (after Black, 1995)

physiological data of the animal (1), physiological pathways (2), quantitative description of the physiological system (3), validation of the model with animal studies (4), animal model (5), mathematical description (6), inadequate pathways (7), inadequate data (8)

A matematikai modellek felállításának elvi vázlatát, Black (1995) nyomán, a 3. ábra mutatja be. Mint az ábrából is látható, ismernünk kell az állatra jellemző ún. fiziológiai adatokat (testfehérje, testzsír, stb.), továbbá a szervezetben lejátszódó biológiai folyamatok törvényszerűségeit. Ezen két tényező együttesen határozza meg az állat „működését”, amit a matematika módszereivel kívánunk leírni. A felállított modell pontosságát állatkísérlettel ellenőrizni kell, és ha szükséges, a modellt módosítjuk.

Az állatra jellemző paramétereket a hizlalási kísérletekben mért alapadatok segítségével kapjuk meg. Ilyen, az állatról kapott információ lehet a napi takarmányfelvétel, az élősúly, a bélsár és vizelet mennyisége, annak kémiai összetétele, stb. A kialakított modellek változói – attól függően, hogy milyen adatok állnak rendelkezésre és mire akarunk becslést végezni – lehetnek például: az állat testsúlya, a testben lévő fehérje és zsír mennyisége vágáskor, a hátszalonna-vastagság, illetve a kívánt vágósúly eléréséhez szükséges idő.

A jövőben várható, hogy egyre tökéletesebb modellek jelennek meg a gyakorlat számára. Az USA-ban ezek a modellek nagyon gyakran a farm management szoftverek részét képezik. A legújabb generációs modellek a hús minőségét, a zsír lokális eloszlását is tudják becsülni a sertéstestben (Halas 2004ab).

A „szántóföldtől az asztalig” élelmiszer előállító lánc a kutatásban és az állati termék előállításban (a „nyomon követési lánc”)

Az előzőekben bemutatott takarmányozási példák egy-egy részprobléma megoldására alkalmasak. Azonban a jó minőségű és biztonságos állati eredetű termék előállítás (pl. hús) érdekében ma már mind a kutatásban, mind pedig az állati termék előállításban a teljes vertikumot kell vizsgálnunk. Ezért a jó minőségű és biztonságos állati termék előállítása érdekében már az állati terméket előállító nyomon követési lánc első tagjánál a szántóföldi növénytermesztésnél szükséges a

minőségi és biztonságos termelést biztosítani. Pontosan tudni kell, hogyan történik a talajerőgazdálkodás, a növényvédelem, az adott farmon természetesen-e GMO gabonát, vagy sem. A termékpálya következő láncszeme a takarmányipar. Itt a megtermelt növényi eredetű takarmánykomponensek mellett ellenőrizni kell az ipar által előállított takarmánykomponenseket és takarmány-kiegészítőket is. Szükséges továbbá kontrollálni az abrakkeverék gyártás minden lépését, valamint a takarmánykeverőben elvégzett esetleges manipulációkat (hidrotermikus kezelés, extrudálás, expandálás, mikronizálás, vagy más takarmánykezelés).

Az így előállított takarmány kerül a sertéstelepre, ahol a takarmányozás és hizlálás minden fázisának a fontosabb adatait, az állomány adataival együtt rögzíteni kell.

A vágósúlyt elért állományt elszállítják a vágóhidra, illetve a húsuparhoz. Itt a feldolgozás valamennyi fázisa ugyancsak ellenőrzésre kerül és az adatok bekeverülnek a termékpálya központi termináljába, ahol az adatok értékelése alapján rögtön jelezni lehet, ha a terméklánc egy-egy szakaszában az előírásoktól eltérő tevékenység folyik, vagy a mérési adatok nem felelnek meg az előírásoknak és a minőségi követelményeknek.

A termékpálya végén, a szupermarketek polcaira és hűtőpultjaiba egy, az előállítás minden fázisában ellenőrzött, azaz a „megtervezett takarmányból megtervezett minőségű és biztonságú élelmiszer” kerül, amit a fogyasztó vásárlás előtt vonalkód segítségével maga is ellenőrizni tud.

4. ábra: A „szántóföldtől a fogyasztóig” élelmiszer előállító és nyomonkövetési lánc (Babinszky, 2006)

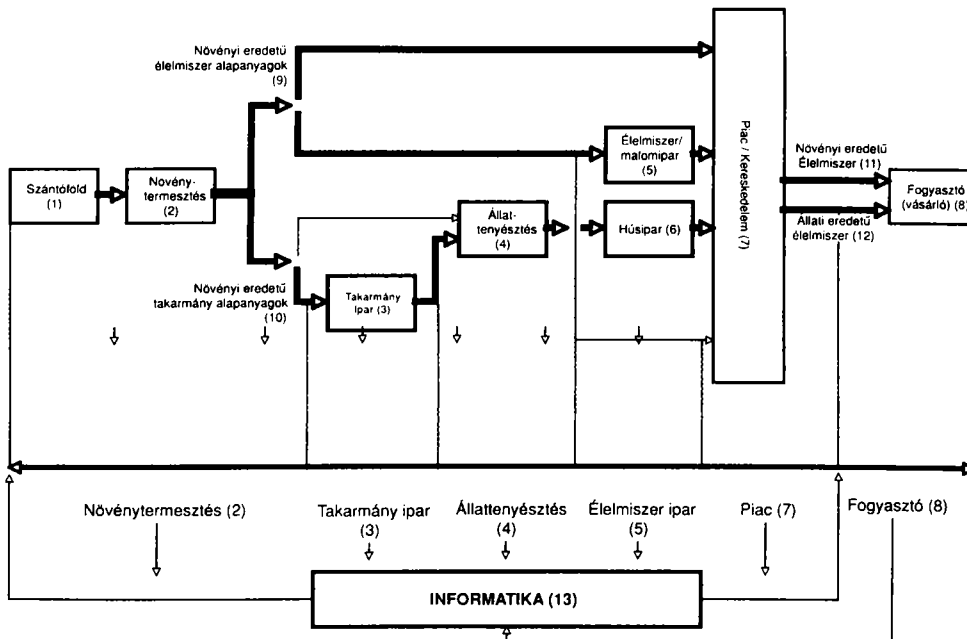


Fig. 4.: "From farm to fork" feed production and traceability chain (Babinszky, 2006)
arable land (1), plant production (2), feed industry (3), animal husbandry (4), feed /mill industry (5), meat processing industry (6), market/trade (7), consumer (8), plant origin foodstuffs (9), plant origin feedstuffs (10), plant origin foods (11), animal origin foods (12), IT technology (13)

A 4. ábrán az előbbieken vázolt „a szántóföldtől a fogyasztóig” elnevezésű élelmiszer nyomon követési lánc teljes vertikumát mutatjuk be (Babinszky, 2006). Ennek a kutatási, fejlesztő és innovációs (K+FI) programnak tehát az a célja, hogy a vásárló részére a lehető legjobb minőségű és a legbiztonságosabb állati eredetű élelmiszert tudjuk előállítani. E cél érdekében azonban a növénytermesztésnek, a takarmányiparnak, az állattenyésztésnek, továbbá az élelmiszeriparnak és a kereskedelemnek nagyon szorosan kell kooperálniuk. Mindezeken túl szükséges még a takarmányozással, a humán táplálkozással, a táplálkozásbiológiával, a táplálkozásimmunológiával, a molekuláris táplálkozással foglalkozó kutatóknak, valamint az informatikusoknak is együtt dolgozniuk.

Ez a magasan képzett és a fenti filozófiát magáénak valló kutató team természetesen csak akkor tud színvonalas munkát végezni, ha rendelkezik megfelelő technikai színvonalú kutatóbázissal, laboratóriumokkal, továbbá a szükséges mennyiségű és korrekt szakmai információkkal (adatbázisokkal), a termék előállító lánc minden egyes tagjára vonatkozó minőségi kritériumokkal és magas szintű informatikai háttérrel (szoftver, hardver).

Ez a fajta nagyfokú kooperáció teszi lehetővé a termékpálya minden egyes pontjának nyomon követését a biztonságos állati termék előállítás érdekében.

A precíziós sertéstakarmányozás

A precíziós takarmányozás, mint az 1. ábrán is látható volt, 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 táplálóanyagszükségletét igyekszünk a lehető legpontosabban kielégíteni a biztonságos, jó minőségű és a leghatékonyabb termelés érdekében úgy, hogy a termelés a környezetünket a lehető legkisebb mértékben terhelje (Nääs, 2001; Sifri, 2007). A precíziós takarmányozást más néven „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, 2009). Az amerikai és ausztrál példák azt bizonyítják, hogy az elkövetkező időben a precíziós takarmányozásnak óriási jelentősége lesz a gazdaságos és jó minőségű sertéshús előállításában és így az innovációs tevékenységben is.

Takarmányozás és környezetvédelem közötti kapcsolat

A természet károsítása, illetve az élővizek eutrofizációja szempontjából a két legkritikusabb környezetterhelő 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 haszonállataink közül a legnagyobb nitrogén és foszforterhelést a sertés és a baromfi ágazat okozza. Mindez főként e két állatfaj emésztési sajátosságaira, a nem megfelelő nyersfehérje- és aminosavellátásra, valamint a gyakran kifogásolható tartástechnológiákra és a trágyakezelés hiányosságaira vezethető vissza. A hazai sertéságazat a jelenlegi állománylétszám mellett is évente mintegy 7.400 t foszfort és

több mint 35.000 t nitrogént bocsát a környezetbe (Babinszky, 2002). Ez a nagymértékű emisszió 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 javításával jelentősen mérsékelhető. Az optimális hatás az enzim 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. 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. Ezen 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 és mtsai, 2002, valamint Babinszky és Vincze 2004).

KÖVETKEZTETÉSEK

Az irodalmi adatok feldolgozása alapján az alábbi fontosabb következtetések tehetők:

1. Szisztematikusan felépített kutatási programok szükségesek ahhoz, hogy megismerjük a klímaváltozás hatását a gabonatermesztésre, s ezen keresztül a takarmányozásra; s az eredmények tükrében, ha szükséges, változtatni kell az eddigi takarmányozási rendszereken.
2. A molekuláris takarmányozási, valamint a takarmányozás-immunológiai kutatások jelentősége nőni fog, hiszen általuk az állatok teljesítményének hatékonysága növelhető.
3. A takarmányos és genetikus szakemberek közti kooperációnak erősödni kell annak érdekében, hogy az állatok táplálóanyag igényét az eddigieknél még pontosabban lehessen kielégíteni a termelés gazdaságosságának növelése érdekében.
4. Fontos az új *in vitro* fehérje- és más táplálóanyagok emészthetőségének a mérésére alkalmas technikák kidolgozása, melyek a takarmány előállítás folyamatában résztvevő szakembereknek (növénytermesztő, növénynevelő, a takarmányiparban dolgozó vagy takarmányozási szakember) értékes információt szolgáltatnak.
5. Új matematikai modellek kidolgozása várható, melyek nem csak az állati termék mennyiségének, de minőségének becslésére is alkalmasak.
6. A biztonságos és jó minőségű állati eredetű élelmiszer előállítás érdekében az integrált „szántóföldtől az asztalig” programok felállítása szükségszerű. A termékfejlesztésben és programok ellenőrzésében a takarmányozásnak kulcsszerepe lesz.
7. A precíziós takarmányozásnak a gyakorlatban való alkalmazása nagymértékben hozzájárul a fent említett célok megvalósításához és az innovációs tevékenység eredményességének javításához.

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 4th International Symposium „Animal Science Days” 8–10 September 1996. Fac. of Animal Science, Kaposvár, 7–23.
- Babinszky L. (2002). Sertéságazat: megfelelő takarmányozás – csökkenő foszforkibocsátás. *Mezőhír*, 3. 62–64.p.
- Babinszky L. (2006): Compound feed as a factor influencing the food quality and safety. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 2. 43–54.
- Babinszky L. – Halas, V. (2009) Innovative swine nutrition: some present and potential applications of latest scientific findings for safe pork production. *Italian Journal of Animal Science*, 8. Suppl. 3. 7–20.
- Babinszky L. – Meer, van der J.M. – Boer, H. – Hartog, den L.A. (1990): An *in vitro* method for prediction of the digestible crude protein content in pig feeds. *J. Sci. Food Agric.*, 50. 173–178.
- Babinszky L. – Vincze L. (2002): Ipari úton előállított aminosavak felhasználása a gazdasági haszonállatok takarmányozásában. In: Babinszky L. (szerk.): Magyarország fehérjegyártóinak helyzete és a fejlesztés stratégiája. Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya, és Agroinform Kiadó, Budapest, 113–160.
- Black, J.L. (1995): The evolution of animal growth models. In: *Modelling growth in the pig*. Ed.: Mougham, P.J. – Verstegen, M.W.A. – Visser-Reyneveld, M.I., Wageningen Press, Wageningen, 3–10.
- Close, W.H. (1994): Feeding new genotypes: Establishing amino acid/energy requirements. In: *Principles of Pig Science*. (Eds. Cole, D.J.A. – Wiseman, J. – Varley, M.A.). Nottingham, University Press. 123–140.
- Defa, L. – Changting, X. – Shiyang, Q. – Jinhui, Z. – Johnson, E.W. – Thacker, P.A. (1999): Effect of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 78: 179–188.
- Ferket, P. R. – Heugten, van E. – Kempen, van T.A.T.G. – Angel, R. (2002): Nutritional strategies to reduce environmental emissions from non ruminants. *J. Anim. Sci.*, 80. 168–182.
- Furuya S., Sakamoto K., Takahashi, S. (1979): A new *in vitro* method for the estimation of digestibility using the intestinal fluid of the pig. *Br. J. Nutr.*, 41. 511–520.
- Gill, C. (2006): Feed more profitable, but disease breeds uncertainty. *Feed International*. January, 5–12.
- Halas V. – Babinszky L. (1999): A sertések növekedésének matematikai modellezése. *Takarmányozás*, 4. 5–6.
- Halas, V. – Babinszky, L. (2000): Modelling of performance and protein and fat deposition in pigs. *A review. Krmiva*, 5. 251–260.
- Halas V. – Babinszky L. (2001). Az energia- és a lizinfelvétel hatása a hízósertések teljesítményére, valamint a fehérje- és a zsírbepótlás hatékonyságára. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 49. 3. 243–256.
- Halas, V. – Dijkstra, J. – Babinszky, L. – Verstegen, M. W. A. – Gerrits, W. J. J. (2004a): Modeling 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. – Verstegen, M. W. A. – Gerrits, W. J. J. (2004b): Modeling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their anatomical body composition: 2. Model evaluation. *Br. J. Nutr.*, 92. 725–734.
- Nääs, I. (2001): Precision Animal Production. *Agr. Eng. Int. GIGR, J. Scient. Res. Dev.* 3. 1–10.p.
- Sifri, M. (1997): Precision nutrition for poultry. *J. Appl. Poult. Res.*, 6. 4. 461.
- Varley, M. (2001): The genetics of pig lean tissue growth. *Feed Mix.*, 3. 8–10.
- Whittemore, C.T. – Fawcett, R.H. (1974). Model responses of the growing pig to the dietary intake of energy and protein. *Anim. Prod.*, 19. 221–231.
- Zhang, J., (2003): Genomics and Beyond. In: Zemleni, J. – Daniel, H. (eds.) *Molecular Nutrition*. CAB International, 1–12.

Érkezett: 2009. szeptember
 Szerzők címe: Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
 Authors' address: Kaposvár University, Faculty of Animal Science
 H-7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.
 Tel.: +36-82-412-285; fax: +36-832-313-562;
 e-mail: babinszky.laszlo@ke.hu