

AZ EMÉSZTHETŐ AMINOSAV ÉS AZ IDEÁLIS FEHÉRJE ELV ALKALMAZÁSA BROJLEREK TAKARMÁNYOZÁSÁBAN

IRODALMI FELDOLGOZÁS

NÉMETH KATALIN — HALAS VERONIKA — BABINSZKY LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

Az irodalmi feldolgozás célja az emészthető aminosav-tartalom alapján történő takarmánykeverék összeállításával, valamint az ideális fehérjeelvvvel kapcsolatos kutatási eredmények bemutatása volt. A jelen közleményben ismertetett irodalmi adatok alapján levonható következtetések:

— A nagy növekedési erélyű brojlerek aminosav-szükségletét emészthető aminosavban kell megadni.

— A brojler csirke aminosav-szükségletének minél pontosabb kielégítéséhez a takarmányadag aminosav-összetételét — a létfenntartás, a tollképzés és a növekedés eltérő aminosav igényének figyelembevételével — az ideális fehérje elv alapján kell meghatározni.

— A treonin, a triptofán, valamint az elágazó láncú aminosavak (Ile, Leu, Val) lizinhez viszonyított optimális arányának meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

SUMMARY

Németh, K.Ms. — Halas, V.Ms. — Babinszky, L.: USING DIGESTIBLE AMINO ACIDS AND IDEAL PROTEIN CONCEPT IN BROILER NUTRITION (REVIEW)

The objective of this article review is to outline the recent experimental data related to using digestible amino acids and the ideal protein concept in broiler nutrition. On the basis of the most recent research results, the authors draw the following conclusions:

— The amino acids requirements for broilers need to be express in terms of digestible amino acids.

— Amino acids requirements for birds can be met with greater precision — to take notice of the different requirements for maintenace, body protein and feather protein accretion — when the ideal protein concept is used in calculations for the dietary amino acid composition of the diet.

— Further studies are necessary to determine the optimal ratio of threonine, tryptophan and branched-chain amino acids (isoleucine, leucine, valine) to lysine.

BEVEZETÉS

A baromfi fajok közül, a pulyka mellett, az utóbbi évtizedekben óriási fejlődést mutat a tyúkfélék genetikai előrehaladása. A nagy genetikai potenciál a táplálóanyag szükségleti értékek, és a takarmány táplálóanyagainak, az aminosavak értékelésének felülvizsgálatát is megköveteli. Genetikailag determinált maximális fehérjebeépítő képességét a madár is csak akkor képes realizálni, ha a szükségletét a lehető legpontosabban elégítjük ki.

Már régóta ismert, hogy a takarmányok táplálóanyagainak csak azon része hasznosul az anyagcsere folyamatokban, amely a tápcsatornából felszívódni képes. Az is világos, hogy a táplálóanyagok emészthetősége takarmánykomponensenként jelentősen eltérő, és ezekkel a különbségekkel az abrakkeverékek esetében is számolni kell. A baromfitápok összeállításakor figyelembe kell venni az állatok életkorát, egy adott termelési szint szükségletét, a takarmány fehérje-tartalmát, illetve annak emészthetőségét. Egyre több irodalmi adat arra enged következtetni, hogy a nagy teljesítményre predesztinált brojlerok aminosav-szükségleti értékeit emészthető aminosavban kell megadni. A takarmány receptúrák összeállításakor pedig, a komponensek összes (bruttó) aminosav-tartalma helyett, emészthető aminosav-tartalommal kell számolni (*Babinszky és mtsai*, 1999). Ehhez ismernünk kell a baromfi emészthető aminosav-szükségletét, és a takarmány-alapanyagok emészthető aminosav-tartalmát.

A baromfi számára optimális takarmányfehérje adag előállításához figyelembe kell vennünk az egyes aminosavak egymáshoz viszonyított arányát. Az utóbbi években egyre több kutatás irányul az ún. ideális fehérje elv baromfitakarmányozásban való alkalmazásának vizsgálatára, az ideális fehérje aminosav-összetételének megadására.

Közleményünkben össze kívánjuk foglalni az emészthető aminosavak alkalmazásával és az ideális fehérje elvvel kapcsolatos legújabb kutatási eredményeket és bemutatjuk ezen új ismereteknek a brojler takarmányozásban történő felhasználásának előnyeit.

Aminosav-szükséglet, az összes- és emészthető aminosavban kifejezve

Az elmúlt évtizedekben takarmánykeverékek összeállításakor az összes (bruttó) aminosav-tartalommal számoltak, és a szükségleti értékeket is így adták meg a különböző ajánlásokban (*NRC*, 1994). Az egyes aminosavak eltérő emészthetőségének figyelembe vétele nélkül, a takarmánnyal felvett aminosav-mennyiség vagy meghaladta, vagy nem elégítette ki az állat tényleges szükségletét. A kutatási eredmények alapján azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a sertéshez hasonlóan, a baromfi aminosav-szükségletét is abban az esetben tudjuk a lehető legpontosabban biztosítani, amennyiben a takarmányok úgynevezett hasznosítható aminosav-tartalmával számolunk. Az elmúlt 20 évben azonban ezen a területen jelentős előrelépés nem történt, ezért csak viszonylag kevés kísérleti adat áll rendelkezésre az aminosavak hasznosíthatóságára. Emellett a meghatározás igen sok hibával terhelt és az adatok reprodukálhatósága sem kielégítő (*Babinszky és Vincze*, 2002), így alkalmazása a gyakorlatban nem terjedt el.

Az aminosavak emészthetőségének meghatározása baromfiban

Az aminosavak emészthetőségének meghatározására különböző módszerek ismertek (McNab, 1989). Babinszky és mtsai (1999) egy összefoglaló tanulmányban ismertették és értékelték azokat a módszereket, amelyek segítségével a baromfitakarmányok — mind a takarmánykomponensek, mind a komplett takarmánykeverékek — emészthető aminosav-tartalma meghatározható.

A baromfifajok esetében az emészthetőség meghatározása anatómiai okok miatt nehezebb feladat, mint például a sertésben. A sertés takarmánykeverékek összeállítása a legtöbb esetben az ileálisan emészthető aminosav-tartalom alapján történik (Babinszky és mtsai, 2000), amire a baromfiban nincs lehetőség, az aminosav-emészthetőség meghatározása több módszerrel történhet (Borin és mtsai, 2002).

Ürülékgyűjtésen alapuló emészthetőség vizsgálatok: Egyszerűsége miatt talán az egyik leggyakrabban alkalmazott eljárás, (dropping digestibility). A módszer hátránya, hogy nem elég pontos és nem veszi figyelembe az utóbél szakaszokban zajló esetleges bakteriális tevékenységet, amely mind a takarmány eredetű, mind az endogén aminosav-ürítést befolyásolhatja (Raharjo és Farrell, 1984; Ten Doeschate és mtsai, 1993).

Vakbélirtásra alapozott módszer: Az előbbi módszer hibáinak kiküszöbölésére fejlesztették ki (caecectomizáció) (Payne és mtsai, 1971). A visszamaradó vakbélcsonkban azonban lehetséges még bakteriális tevékenység, és a vastagbélben is számolhatunk ezzel. A technika alkalmazásakor azt is feltételeznünk kell, hogy a vizelet aminosav-tartalma kicsi, ezért elhanyagolható (McNab, 1989). Ezt a hosszú ideig általánosan elfogadott álláspontot az újabb kutatások cáfolják. Babinszky és mtsai (2003) eredményei bebizonyították, hogy a baromfi nem csak húgysav formájában ürít N-t a vizelettel, mint ahogy korábban gondolták, hanem jelentős mennyiségű aminosav is távozik az urináris excretioval.

A vakbélirtási eljárás mellett a bakteriális tevékenység kiiktatására szolgáló másik lehetséges megoldás, hogy ileum-chymust gyűjtenek (Johns és mtsai, 1986).

Post mortem vizsgálatok: Az ileális emészthetőség megállapítására, a *post mortem* vizsgálatokban, a kísérleti állatokat leölik, és a szükséges kémiai analízisekhez, a vékonybél utolsó szakaszából vesznek mintát (Summers és Robblee, 1995). A vizsgálatok legnagyobb hibája, hogy a leölés pillanatában fellépő sokkhatás, a bélben olyan mértékű mucosa leöklődést indukálhat, ami téves információkat eredményezhet az aminosavak emészthetőségére vonatkozóan (Low, 1980). A *post mortem* ileum chymus gyűjtés alkalmazásakor, a kapott emészthetőségi adatok elfogadásához, ezt a hatást figyelembe kell venni.

Kanülözési technikára alapozott vizsgálatok: Az előzőekben bemutatott módszerekkel szemben, egyre inkább, a kanülözési technikák kerülnek előtérbe az aminosav emészthetőség meghatározásánál. A madarak bélkanülözési technikáival már korábban is foglalkoztak (Okumura, 1976; Rahajro és Farrell, 1984).

Bélsár emészthetőség meghatározása: A bélsárgyűjtéshez, egy műteti eljárással, a vastagbél terminális szakaszába, egyszerű T-kanült implantálnak. A módszer előnye, hogy a bélsarat a vizelettől nem kell kémiai úton szétválasztani. Az emésztési együtthatók reprodukálhatósága jó, és az adatok jól reprezentálják az aminosavak látszólagos emészthetőségét (Babinszky és mtsai, 1999). Emellett az endogén aminosav hányaddal való korrekció után, az aminosavak valódi emészthetősége is kiszámítható, illetve a kanülözött madarakkal N-mérleg kísérletek is elvégezhetők.

Ileális emészthetőség meghatározása: Az aminosavak ileális emészthetőségének megállapítására is megbízhatóbbnak tűnik a kanülözési technika (Raharjo és Farrell, 1984), amikor az ileum terminális szakaszába ültetnek be egy egyszerű T-kanült. A béltartalom így quantitative gyűjthető, és kiszámítható az aminosavak látszólagos, valamint az endogén eredetű hányaddal történő korrekció után, azok valódi ileális emészthetősége is.

Az általánosan alkalmazott eljárások (ürülékgyűjtés, vakbélirtás) mellett, egyre inkább előtérbe kerülnek a kanülözési technikákon alapuló újabb módszerek. Annak ellenére, hogy egyre több kutatási eredmény igazolja az emészthető aminosav-tartalom alapján történő receptúra összeállítás szükségességét, a különböző módszerek szisztematikus összehasonlítására csak kevés adat áll rendelkezésre (Parsons, 1986; McNab, 1989). Emiatt továbbra sem tisztázott, mely emészthetőség vizsgálati módszer eredményei tekinthetők a legpontosabbnak a tényleges emészthetőség meghatározására, pedig ez nélkülözhetetlen a takarmányfehérjék értékeléséhez, és az állat szükségletének pontosabb kielégítéséhez.

Egy kifejtett kakasokkal végzett kísérletsorozat (Babinszky és mtsai, nem publikált adatok, 1. táblázat) célja annak megállapítása volt, hogy a különböző vizsgálati módszerekkel (ürülékgyűjtés, caeectomizáció, bélsárgyűjtés, ileumchymus gyűjtés) meghatározott emészthetőség értékek mennyiben térnek el egymástól jól, illetve rosszul emészthető komponensekből összeállított abrakkeverékek esetén.

1. táblázat

„Jól emészthető” takarmánykeverék különböző vizsgálati módszerekkel meghatározott aminosav emészthetősége (Babinszky és mtsai; nem publikált adatok)

Aminosavak(1)	Módszerek(2)			
	Intakt(3)	Vakbélirtás(4)	Colon-fisztula(5)	Ileum-fisztula(6)
Lys	75,3 ^a	72,2 ^a	86,8 ^b	85,7 ^b
Met+Cys	83,3 ^a	83,8 ^a	91,8 ^b	91,0 ^b
Thr	78,9 ^a	75,0 ^a	87,3 ^b	86,3 ^b

Az eltérő betűkkel jelölt azonos sorban feltüntetett átlagok szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek(7)

Table 1.: Amino acids digestibility of a „high digestible” diet measured with different digestibility assays

amino acids(1), methods(2), intact(3), caeectomisation(4), colon cannula(5), ileum cannula(6), different letters denote significant differences between in the same row(7)

A kísérletsorozatban, a takarmánykeverékek etetésekor az ürülékgyűjtésen és a vakbélirtáson alapuló módszerrel meghatározott aminosav emészthetőség között nem tapasztaltak statisztikailag igazolható különbséget, de a colon-, illet-

ve az ileum-fisztulával ellátott madarakkal megállapított értékek között sem. Figyelemre méltó azonban, hogy a kanülös madarakkal mért bélsár- és ileális emészthetőség valamennyi vizsgált aminosav esetében nagyobb volt, mint az intakt, valamint a vakbélirtott madarakkal megállapított. A jól emészthető komponensekből összeállított takarmánykeverék eltérő módszerekkel meghatározott lizin-, metionin+cisztin- és treonin emészthetőségét az 1. táblázat mutatja be. A baromfitakarmányok aminosav-emészthetőségének megállapítása, kanülözési technikákkal, még további kutatásokat igényelnek.

Meg kell jegyezni, hogy a kanülözési technikán alapuló vizsgálatok csak kifejlett állatokkal végezhető, fiatal csirkékbe a különböző kanülok nem implantálhatók. Ezért felmerül a kérdés, vajon a felnőtt madarakkal végzett emészthetőség vizsgálatok tükrözik-e az emészthetőséget a gyorsan növvő brojlercsirkében (Bryden és Li, 2004). A baromfi kora nagymértékben meghatározza a fehérje emésztését és felszívódását, ezért sok kutatás irányul az életkor hatásának vizsgálatára (Huang és mtsai, 2005). Az eredmények ellentmondások, mivel a kor előrehaladtával csökkenő (Fonolla és mtsai, 1981), illetve növekvő aminosav emészthetőséget (Ten Doeschate és mtsai, 1993) egyaránt találunk a szakirodalomban.

A takarmánykomponensek és a takarmánykeverékek aminosav emészthetőségében is lényeges különbségek tapasztalhatók (Hoehler és Lemme, 2005), amelyek nagymértékben függenek a mérési technikától, az endogén aminosav veszteségek mérésétől, az állat korától, valamint a mérés helyétől a bélcsatornában (Babinszky és mtsai, 1999; Ravindran és mtsai, 1999). A brojlercsirkék aminosav-szükségletét legjobban kielégíteni csak ezen tényezők együttes figyelembevételével lehet.

Standardizált ileális emészthetőség

Hoehler és Lemme (2005) az úgynevezett standardizált ileális emészthetőség (Standardised Ileal Digestibility, SID) alkalmazását javasolják a brojler takarmánykeverékek összeállításához. A szerzők véleménye szerint, az ileális emészthetőség sokkal realisabb eredményt ad más, régebbi módszerekhez viszonyítva, mivel az állatot nem csak a tesztelni kívánt komponenssel (csak aminosav forrás) etetik, hanem egy teszt takarmánykeverékkel, ami energia-, rost-, ásványi anyag- és vitamintartalma miatt, stimulálja az emésztést. A *post mortem* vizsgálattal meghatározott látszólagos ileális aminosav emészthetőség standardizálásához, az endogén nyersfehérje- és aminosav veszteségekkel járó korrekciót el kell végezni.

Az endogén aminosav veszteségek alap és specifikus frakciókra oszthatók (1. ábra). Az alap veszteségek a takarmánytól függetlenül is jelentkeznek, míg a specifikus veszteségeket, a takarmány alapanyagok tulajdonságai (pl.: rost, antinutritív anyagok, stb.) befolyásolják (Babinszky, 2005).

Az alap endogén aminosav veszteségekkel történő korrekcióval, a standardizált ileális aminosav emészthetőségi koefficiens (Standardised Ileal Digestibility Coefficients, SDC) a következő egyenlettel számítható ki:

$$SDC \% = \frac{\text{aminosav felvétel} - (\text{aminosav ürítés} - \text{alap endogén aminosav veszteség})}{\text{aminosav felvétel}} \times 100$$

1. ábra: Aminosav veszteségek a terminális ileumban (Babinszky, 2005)

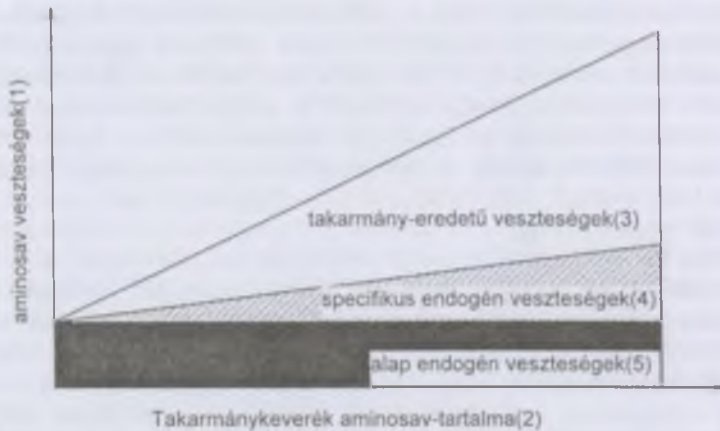


Fig. 1.: Origin of amino acid losses at the terminal ileum
 amino acid losses(1), dietary amino acid content(2), dietary losses(3), specific endogen losses(4), basal endogen losses(5)

Hoehler és Lemme (2005) brojlercsirkékkel folytatott vizsgálataikban 17 takarmánykomponens standardizált ileális nyersfehérje és aminosav emészthetőségét határozták meg. További kísérletükben, ezen emészthetőség értékek (SID), illetve a komponensek összes aminosav-tartalma alapján összeállított abrakkeverékek Ross 308 brojlerok teljesítményére gyakorolt hatását tanulmányozták. Az állatok teljesítménye és a takarmányértékesítés, az emészthető aminosav-tartalom alapján összeállított takarmánykeverékek etetésekor volt jobb.

A létfenntartás és a növekedés aminosav-szükséglete

A brojlerok aminosav-szükségletére vonatkozóan, a szakirodalomban több olyan ajánlást is találunk (Austic, 1994; NRC, 1994), melyek nem különítik el a létfenntartás és a növekedés szükségletét, és azt többnyire összes (bruttó) aminosavban fejezik ki. Ahhoz azonban, hogy megértsük az aminosav-szükséglet változását a madár korának előrehaladtával, célszerű faktoriális megközelítéssel bemutatni.

Az optimális aminosav arányok meghatározásához három fontos tényezőt kell figyelembe venni: a létfenntartás szükségletét, a test- és tollfehérje beépítésének szükségletét, valamint az emészthető aminosavak fehérjebeépülésben való értékesülésének hatékonyságát (Pack és mtsai, 2002). A testfehérje lizin-tartalma körülbelül kétszerese a kéntartalmú aminosavak, valamint a treonin mennyiségének, ezzel szemben a tollfehérje nagyon kevés lizint tartalmaz, kéntartalmú aminosav mennyisége ugyanakkor, a cisztin-tartalom miatt, kiemelkedően magas (Barna, 1999). Kalinowski és mtsai (2003a, b) a metionin és cisztin szükséglet megállapítására, lassan, illetve gyorsan tollasodó brojlerekkel, a kelést követő első három hétben, valamint 3–6. hetes életkorban végeztek kísérleteket. Eredményeik azt jelzik, hogy a 0–3. hetes brojler kakasok metionin szükséglete a tollasodás mértékétől függetlenül, 0,50%, míg a cisztin

igény a lassan tollasodó brojler vonal esetében 0,39%, a gyorsan tollasodóké pedig 0,44% (Kalinowski és mtsai, 2003a). A kísérleti adatok (Kalinowski és mtsai, 2003b) alapján, a 3–6. élethétre 0,46%-ban állapították meg a brojlerek metionin szükségletét, a cisztin szükségletet pedig a tollasodás mértékének függvényében, gyorsan tollasodó brojlerekre 0,42%-ban, lassan tollasodókra pedig 0,37%-ban adták meg.

Coon (2004) egy összefoglaló tanulmányban mutatta be a létfenntartás és a növekedés aminosav igényére vonatkozó korábbi ajánlásokat, és több kísérlet-sorozat eredményeként, javaslatot tett a 10–21. és a 32–43. napos brojlerek létfenntartásának és növekedésének emészthető aminosav-szükségletére. Adatai arra engednek következtetni, hogy a létfenntartás napi aminosav-szüksége az indító szakaszban minimális, azonban a kor előrehaladtával növekszik. Ez a fiatal baromfi fokozott növekedési erélyének nagy táplálóanyag-, főként aminosav igényével magyarázható. A létfenntartás emészthető aminosav-szüksége, a kor előrehaladtával relatív mértékben nő, hiszen a gyarapodás dinamikájának csökkenése, a növekedés relatív igényének csökkenését eredményezi. A 10–21. napos madarak létfenntartó emészthető aminosav-szüksége, az összes napi emészthető aminosav-szükségletnek átlagosan 6%-a, míg 32–43. napos életkorban ez az arány 22% (Hruby és mtsai, 1998). A legszembetűnőbb különbség a létfenntartás és a növekedés emészthető aminosav igénye között az, hogy a madár lizin igénye a növekedéshez számottevő (10–21. nap: 1003 mg/nap/kg testsúly^{0,75}; 32–43. nap: 882 mg/nap/kg testsúly^{0,75}), olyannyira, hogy ez a legnagyobb mennyiségben szükséges aminosav. Coon (2004) eredményei azt is jelzik, hogy a kor előrehaladtával, a növekedési erély csökkenésével, a napi összes emészthető aminosav-szükséglet csökken.

Ideális fehérje elv alkalmazása a brojler takarmányozásban

Ismert, hogy a baromfi aminosav-szükségletét a takarmányozási (az abrakkeverék energia- és fehérjetartalma, proteáz inhibitorok jelenléte), a környezeti (hideg- és melegstressz, túlzásúfolttság) és a genetikai tényezők (fajta, ivar) valamint az állat kora, nagymértékben meghatározzák (Baker és mtsai, 2002). A legújabb vizsgálatok azonban bebizonyították, hogy van egy olyan, viszonylag állandó aminosav-összetétel, mely mellett a brojlerek teljesítménye (fehérje beépülés, mellhús kihozatal) maximális. Azt a fehérjét nevezzük ideális fehérjének, melyben az esszenciális aminosavak mennyisége pontosan kielégíti az állat szükségletét (ARC, 1981). Az ideális fehérjében a különböző aminosavak lizinhez viszonyított arányát adjuk meg (Wang és Fuller, 1989). Az ideális fehérje elmélet valójában nem új, Mitchell és Block már 1946-ban szóltak a tökéletes aminosav egyensúly fogalmáról. Dean és Scott (1965) voltak az elsők, akik etetési kísérleteket alkalmaztak az ideális fehérje meghatározásához. A sertés-takarmányozásban több szerző fejezte ki a sertések aminosav-szükségletét oly módon, hogy az egyes aminosavakból szükséges mennyiséget a lizin százalékában adta meg.

Az ideális fehérje elv alkalmazása fontos előrelépést jelent a brojlerek takarmányozásában is, amit számos erre irányuló kutatás is alátámaszt. Az utóbbi két évtizedben egyre több kutatási program célja az ideális fehérje aminosav-összetételének pontosítása (Mack és mtsai, 1999; Roth és mtsai, 2001). Az

ideális fehérje elv alkalmazásának egyik legnagyobb előnye, hogy az esszenciális aminosavak egymáshoz való aránya az aminosav-szükségletben történő változásoktól függetlenül stabilan viselkedik (*Pack és mtsai*, 2002). Referencia aminosavnak a lizint választották annak ellenére, hogy brojler tápokban csak a második limitáló aminosav a metionin után. Ennek oka, hogy a lizin szinte kizárólag a fehérje beépülésben hasznosul, így alig vesz részt a létfenntartás és a tollképződés különböző anyagcsere folyamataiban (*Lemme*, 2003). Emellett meghatározása más aminosavakéhoz (pl.: metionin, cisztin) képest viszonylag egyszerű (*Baker*, 1997).

A 2., 3. és 4. táblázatban néhány korábbi és újabb ajánlást mutatunk be a brojlerek különböző hizlalási szakaszaiban javasolt ideális fehérje aminosav-összetételére.

2. táblázat

Az ideális fehérje javasolt összetétele az indító szakaszban

Aminosavak(1)	Összes(2)	Összes(2)	Látszólagos emészthető(3)	Valódi emészthető(4)	Valódi emészthető(4)
Lys, %	—	1,10	1,05*	1,12	—
Az aminosavak lizinhez viszonyított aránya, %(5)					
Met	38	46	38	36	41
Met+Cys	72	82	73	72	74
Thr	62	73	65	67	66
Trp	18	18	16	16	16
Arg	96	114	105	105	105
Val	69	82	80	77	76
Leu	92	109	—	109	107
Ile	65	73	66	67	66
Phe+Tyr	—	122	—	105	—
His	24	32	—	35	—
Forrás(6)	<i>Austic</i> (1994)	<i>NRC</i> (1994)	<i>Schutte</i> (1996)	<i>Baker</i> (1994)	<i>Pack és mtsai</i> (2002)

* CVB (1998) ajánlása(7)

Table 2.: The suggested ideal protein profiles in the starter phase amino acids(1), total(2), apparent digestible(3), true digestible(4), amino acids relative to lysine(5), source(6), recommendation of CVB (1998)(7)

Az ideális fehérje indító szakaszban javasolt aminosav-összetételét *Austic* (1994) összes aminosavban kifejezett ajánlásához hasonlítva, az *NRC* (1994) a triptofán kivételével, valamennyi aminosav esetében nagyobb lizinhez viszonyított arányt ad meg. *Schutte és mtsai* (1996) látszólagos emészthető aminosavban fejezték ki az ideális fehérje javasolt aminosav-összetételét. *Baker* (1994), valamint *Pack és mtsai* (2002) valódi emészthetőség alapján közölt ajánlása között csak 1–2% eltérés van az egyes aminosavak lizinhez viszonyított százalékos arányában. Az *NRC* (1994) ajánlása, a különböző hizlalási szakaszokban csak a metionin, a metionin+cisztin a treonin és az arginin arányában tért el egymástól. *Mack és mtsai* (1999) csak a nevelő és a befefejező szakaszban tettek javaslatot az ideális fehérje aminosav-összetételére. *Baker és Han* (1994) növendék brojlerekkel végzett kísérletük eredményei alapján ugyancsak javaslatot tettek az egyes aminosavak valódi emészthető lizinhez viszonyított arányára (Met+Cys 72%, Thr 67%, Trp 16%, Arg 105%).

3. táblázat

Az ideális fehérje javasolt összetétele nevelő szakaszban

Aminosavak(1)	Összes(2)	Látszólagos emészthető(3)	Valódi emészthető(4)	Valódi emészthető(4)	Valódi emészthető(4)
Lys, %	1,00	1,02	0,89	1,15	—
Az aminosavak lizinhez viszonyított aránya, %(5)					
Met	38	38	37	—	43
Met+Cys	72	73	75	75	78
Thr	74	65	70	63	68
Trp	18	16	17	19	17
Arg	110	105	105	112	107
Val	82	80	77	81	77
Leu	109	—	109	—	109
Ile	73	66	67	71	67
Phe+Tyr	122	—	105	—	—
His	32	—	32	—	—
Forrás(6)	NRC(1994)	Schutte(1996)	Baker(1994)	Mack és mtsai (1999)	Pack és mtsai (2002)

Table 3.: The suggested ideal protein profiles in the grower phases as in Table 2.(1–6)

4. táblázat

Az ideális fehérje javasolt összetétele befejező szakaszban

Aminosavak(1)	Összes(2)	Látszólagos emészthető(3)	Valódi emészthető(4)	Valódi emészthető(4)
Lys, %	0,85	0,99*	0,99*	—
Az aminosavak lizinhez viszonyított aránya, %(5)				
Met	38	—	—	45
Met+Cys	70	73	75	82
Thr	80	65	63	70
Trp	19	16	19	18
Arg	118	105	112	109
Val	82	80	81	78
Leu	109	—	—	111
Ile	73	66	71	68
Phe+Tyr	122	—	—	—
His	32	—	—	—
Forrás(6)	NRC (1994)	Schutte (1996)	Mack és mtsai (1999)	Pack és mtsai (2002)

*CVB (1998) ajánlása (7)

Table 4.: The suggested ideal protein profiles in the finisher phases as in Table 2.(1–7)

Az ideális fehérje elmélet brojlerek takarmányozásában való alkalmazására, az egyes aminosavak lizinhez viszonyított arányának meghatározására az elmúlt tíz évben több kutatás irányult és az ideális fehérje aminosav-összetételének minél pontosabb megadása ma is kulcsfontosságú a baromfitakarmányozásban. Az ajánlások többsége az aminosavak arányát az emészthető aminosav-tartalom alapján fejezi ki, és szem előtt tartja a létfenntartás, valamint toll- és testfehérje beépítés eltérő aminosav-szükségletét. Az ideális fehérje adag aminosav-összetételének megállapításakor nem tekinthetünk el attól, hogy az abrakkeverékeknek energia-tartalmukkal arányos mennyiségben tar-

talmazniuk kell valamennyi esszenciális és nem esszenciális aminosavat egyaránt. Ezen aminosavak szükségletéhez viszonyított hiányában ugyanis romlik a fehérjeértékesítés, amely a növekedés mérséklődése mellett a takarmányértékesítés visszaesését vonja maga után (Babinszky és Vincze, 2002).

A brojlerek metionin- és cisztin igényének meghatározása

Az ideális fehérje összetételén belül, a megfelelő Met+Cys:Lys arány talán a legfontosabb (Pack és mtsai, 2002), mivel a madarak esetében a metionin az elsődlegesen limitáló aminosav. Huyghebaert és Pack (1994) eredményei azt jelzik, hogy a 14–35. napos brojlerek részére, az emészthető Met+Cys:Lys optimális aránya legalább 75:100. Ugyanilyen korú Cobb 500 és Ross 308 csirkékkel folytatott kísérletükben, Vieira és mtsai (2004) megállapították, hogy a takarmánykeverék optimális Met+Cys:Lys aránya 77:100-nál magasabb. A 2–4. táblázat adatai alapján is elmondható, hogy a különböző ajánlások 72–73:100 illetve 75–78:100 Met+Cys:Lys-t javasolnak az összes, illetve az emészthető aminosav arányokra. Az eltérő értékek valószínűleg a különböző genetikai háttérrel (különböző genotípus, genetikai előrehaladás) magyarázhatók. Az ajánlások általában a súlygyarapodási eredmények alapján adják meg az optimális aminosav arányokat, azonban más teljesítmény-mutatókat figyelembe véve, ezek változhatnak, Schutte és Pack (1995), brojlerekkel végzett nevelési kísérleteiben a takarmányhasznosítás és a mellhús kihozatal 15–33. napos korban 90:100, majd 33–43. napos korban 80:100 Met+Cys:Lys aránynál volt a legkedvezőbb.

További aminosavak lizinhez viszonyított aránya

A brojlercsirke szükségletét nagymértékben befolyásolja az esszenciális aminosav egyensúly (Mack és mtsai, 1999), mely nem csak a Met+Cys, hanem az arginin, a treonin, a triptofán, az izoleucin és a valin lizinhez viszonyított optimális arányát is jelenti.

Az arginin amellet, hogy részt vesz az immunrendszer működésében (Kidd és mtsai, 2001), nélkülözhetetlen a brojlerek létfenntartásához és növekedéséhez (Cuca és Jensen, 1990). A lizin és az arginin antagonizmusa következtében, az abrakkeverékek lizintartalma befolyásolja az arginin metabolizmusát (Boorman és Fisher, 1966). Mack és mtsai (1999), valódi bélsár emészthetőségen alapuló kísérleti eredményeik alapján 20–40. napos brojlerek arginin szükségletét a lizin mennyiség 112%-ban határozták meg. Corzo és mtsai (2001) 42–56. napos brojlerekkel végzett kísérletében az élősúly, a súlygyarapodás és a takarmányértékesítés 0,98%-os arginin szinten volt a legkedvezőbb, míg a vágott test súlya 1,00, a mellhús kihozatal pedig 1,05%-os szinten volt a legnagyobb. Eredményeik azt jelzik, hogy a kívánt teljesítmény eléréséhez az 1,05 Arg:Lys arány, ami gyakorlatilag megegyezik az NRC (1994) ajánlásával (4. táblázat). Emészthető aminosav arányokat tekintve Mack és mtsai (1999) valamint Pack és mtsai (2002), 110:100 Arg:Lys körüli arányt javasolnak a befejező szakaszban (4. táblázat). A Magyar Takarmánykódex (2004), kifejlett vakbélirtott állatokkal mért valódi aminosav emészthetőség alapján, a 115:100 Arg:Lys arányt javasol a hizlalás befejező fázisában (5. táblázat).

5. táblázat

Brojler tápok ajánlott táplálóanyag-tartalma és aminosav-összetétele
(Magyar Takarmánykódex, 2004)

Táplálóanyagok(1)	Indító (0–10. nap)(2)		Nevelő (11–28. nap)(3)		Befejező (29–)(4)	
Nyersfehérje, %(5)	22–24		20–22		18–20	
ME, MJ/kg	12,6		13,3		13,5	
Aminosavak(6)	Összes(7)	Valódi emészthető(8)	Összes(7)	Valódi emészthető(8)	Összes(7)	Valódi emészthető(8)
Lizin, %	1,38	1,16 (100)	1,25	1,05 (100)	1,05	0,88 (100)
Metionin, %	0,48	0,44 (38)	0,46	0,42 (40)	0,40	0,37 (42)
Metionin+Cisztin, % (59%)	0,92	0,81 (70)	0,88	0,78 (74)	0,78	0,69 (78)
Treonin, %	0,90	0,79 (63)	0,79	0,68 (65)	0,69	0,59 (67)
Triptofán, %	0,24	0,21 (18)	0,21	0,18 (17)	0,18	0,16 (18)
Izoleucin, %	0,90	0,79 (68)	0,82	0,72 (69)	0,70	0,62 (70)
Arginin, %	1,53	1,29 (111)	1,41	1,19 (113)	1,21	1,01 (115)

Zárójelben a lizinhez viszonyított arány(9)

Table 5.: Recommendations for nutrient levels and amino acids of broiler diets
nutrients(1), starter 0–10 days of age(2), grower 11–28 days of age(3), finisher from 29 days of age(4), crude protein(5), amino acids(6), total(7), true digestible amino acids(8), the ratios relative to lysine in bracket(9)

A baromfi számára, a kén tartalmú aminosavakon és az arginin kivül, esszenciálisnak számít még a treonin, a triptofán, az izoleucin és a valin is. Ezen aminosavak lizinhez viszonyított optimális arányának meghatározására jelenleg még kevés kísérleti adat áll rendelkezésre. Ezen a téren további szisztematikus vizsgálatra van szükség.

Baker és mtsai (2002) azonos környezeti, takarmányozási, genetikai feltételek között, 8–22. napos brojler kakasok valódi emészthető aminosav (Lys, Thr, Trp, Ile, Val) szükségletének meghatározására, dózis kísérleteket állítottak be. A szerzők, a brojler teljesítménye alapján (súlygyarapodás és takarmányértékesítés) a következő aminosav arányok alkalmazását javasolják: Lys (100), Thr (55,7), Trp (16,6), Ile (61,4), Val (77,5). A nevelő és a befejező szakaszban Mack és mtsai (1999), már korábban 100% lizinhez 63% Thr, 19% Trp, 71% Ile és 81% Val arányok alkalmazását javasolták (3. és 4. táblázat). Dari és mtsai (2005) 3–6. hetes Hubbard kakasokkal folytatott kísérletsorozatának eredményei azt mutatták, hogy kristályos treonin kiegészítéssel, az emészthető Thr:Lys arány 70:100 értéken tartása a karkasz nagyobb fehérje- és kisebb zsírtartalmát eredményezi.

A szakirodalmi adatok alapján tehát elmondható, hogy általános érvényű, minden helyzetben érvényes ajánlások meghatározása rendkívül nehéz. Ennek ellenére fontos a lizin és legalább néhány aminosav lizinhez viszonyított arányának megadása, amely a gyakorlati brojler takarmányozásban hozzájárul a baromfi teljesítményének javulásához, a kedvező takarmányértékesítéshez, valamint a nagyobb mellhús kihozatalhoz.

Az emészthető aminosavak és az ideális fehérje elv alkalmazása a gyakorlati takarmányozásban

Az emészthető aminosav-tartalom alkalmazása a takarmány receptúrák összeállításában csak akkor lehet indokolt, ha az ezzel járó előnyök a természetben is realizálhatók. A komponensek emészthető aminosav-tartalma alapján összeállított abrakkeverékek etetésének előnye abból ered, hogy alacsonyabb aminosav emészthetőségű komponenseket tartalmazó takarmánykeverékkel is elérhető a kívánt teljesítmény. További előny, hogy az aminosavak fehérje szintézisre történő felhasználása maximalizálható, csökken a túlzott fehérjefelvétel miatti jelentős ökológiai problémát okozó nitrogén kibocsátás, valamint a takarmánynyerség. A kutatások eredményeire alapozva gazdaságossági számításokat végeztek a járulékos bevétel és az alacsonyabb takarmányozási költségek, valamint a járulékos mellhús kihozatal és a pótlólagos aminosav költségek összehasonlítására. *Dari és mtsai* (2005) gazdaságossági számításai igazolták, hogy a komponensek emészthető aminosav-tartalma alapján összeállított takarmánykeverék etetésekor javul a brojler előállítás jövedelmezősége.

Az elmúlt években több kutatócsoport (*Wang és Parsons*, 1998; *Bryden és Li*, 2004; *Dari és mtsai*, 2005) vizsgálta a takarmánykomponensek összes, illetve emészthető aminosav-tartalma alapján összeállított abrakkeverékek etetésének a brojler teljesítményére gyakorolt hatását. Eredményeik azt mutatják, hogy jobb teljesítmény érhető el és az értékes húsrészek aránya kedvezőbb, amikor a receptúra összeállításakor az emészthető aminosav-tartalommal számolnak. *Bryden és Li* (2004) összes aminosav-, illetve emészthető aminosav-tartalom alapján összeállított takarmánykeverékek etetésével a 0–42. napos brojlercsirkék teljesítményét vizsgálták. Kísérletükben az összes lizin szükségletet a hizlalás fázisaiban (indító: 1,27%, nevelő: 1,01%, befejező: 0,86%) az Illinois Egyetem kutatói által javasolt emészthető lizin szükséglet (indító: 1,12%, nevelő: 0,89%, befejező: 0,76%) alapján becsülték, feltételezve, hogy látszólagos ideális emészthető az összes szükséglet 88%-a. Eredményeik azt mutatták, hogy a takarmánykeverékek emészthető aminosav-tartalom alapján való összeállítása szignifikánsan nagyobb testsúlyt és takarmányfelvételt, jobb takarmányértékesítést, valamint nagyobb mellizom súlyt és alacsonyabb hasüri zsír arányt eredményezett (6. táblázat).

Dari és mtsai (2005) az emészthető aminosavak alapján összeállított takarmányok (ME: 12,98 MJ/kg) hatását 22–45. napos brojler kakasokkal beállított kísérletben vizsgálták. Azt tanulmányozták, milyen hatású a tápok emészthető, illetve összes aminosav-tartalom alapján történő összeállítása a brojler súlygyarapodására, takarmányfelvételére, takarmányértékesítésére, a mellhús kihozatalra, illetve az abdominális zsír mennyiségére. A kísérlet adatai szerint egy alacsonyabb nyersfehérje-tartalmú takarmánykeverék etetése esetén a brojler teljesítménye megfelelő, amennyiben a receptúra összeállítását a takarmánykomponensek emészthető aminosav-tartalma alapján végzik el. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy még a 18,2%-os nyersfehérje-tartalom esetén is jobb a súlygyarapodás, mint azon a kakasoké, amelyek összes aminosav-tartalom alapján összeállított abrakkeveréket fogyasztottak.

6. táblázat

Összes- és emészthető aminosav-tartalom alapján összeállított takarmánykeverékek hatása 0–42 napos brojlerek teljesítményére (Bryden és Li, 2004)

Paraméterek(1)	A takarmánykeverék összeállítása(7)			P
	összes aminosav alapján(8)	emészthető aminosav alapján(9)		
		Ravindran és mtsai (1998)	Bryden és Li (2004)	
Testsúly a 42. napon, g(2)	2050 ^a	2426 ^b	2437 ^b	0,001
Takarmány felvétel, g/madár(3)	3800 ^a	4323 ^b	4281 ^b	0,001
Takarmányértékesítés, g/g(4)	1,89 ^a	1,83 ^b	1,80 ^b	0,005
Mell arány, %(5)	12,2 ^a	15,4 ^b	15,6 ^b	0,001
Abdominális zsír arány, %(6)	2,4 ^a	2,1 ^{ab}	2,0 ^b	0,001

Table 6.: The effect of the diets formulated using total and digestible amino acid values on the performance of 0-42 day old broiler chickens

parameters(1), body weight at 42nd days(2), feed intake(3), feed conversion(4), breast yield(5), abdominal fat pad(6), formulation of diets(7), based on total amino acids(8), based on digestible amino acids(9)

Megállapították, hogy az alacsony aminosav emészthetőségű takarmány komponensek alkalmazásakor különösen fontos, hogy emészthető aminosav-tartalommal számoljunk a receptúra összeállításakor.

Hoehler és Lemme (2005) vizsgálati eredményei is igazolják az emészthető aminosav alkalmazásának fontosságát. Korábban már utaltunk a standardizált ileális emészthetőségre (SID), amely használatának, a szerzők kísérletei alapján, a gyakorlatban számos előnye van. A hím ivarú brojlerek hizlalásának fázisaiban, a takarmánykeverék általuk javasolt ileális nyersfehérje- és standardizált aminosav-tartalmát, valamint az ideális fehérje aminosav-összetételét a 7. táblázat mutatja be.

7. táblázat

Ajánlás a brojler kakasok takarmányának ileális emészthető nyersfehérje-tartalma és az ideális fehérje standardizált ileális aminosav-összetételére (Hoehler és Lemme, 2005)

Hizlalási szakasz(1)	Indító-I. 1–12. nap(2)	Indító-II. 13–22. nap(3)	Nevelő 23–35. nap(4)	Befejező-I. 36–48. nap(5)	Befejező-II. 49. nap<(6)
Ileális emészthető nyersfehérje, %(7)	21,0	19,0	18,0	17,0	16,0
Aminosavak, %(8)					
SID Lys	1,27	1,09	1,00	0,95	0,89
SID Met	0,57 (45)*	0,48 (44)	0,44 (44)	0,41 (43)	0,38 (43)
SID Met+Cys	0,92 (72)	0,81 (74)	0,76 (76)	0,74 (77)	0,70 (79)
SID Thr	0,80 (63)	0,70 (64)	0,65 (65)	0,63 (66)	0,60 (67)
SID Trp	0,20 (16)	0,18 (16)	0,16 (16)	0,16 (17)	0,15 (17)
SID Arg	1,30 (103)	1,13 (104)	1,05 (109)	1,01 (106)	0,96 (108)
SID Val	1,00 (79)	0,87 (80)	0,80 (80)	0,77 (81)	0,73 (81)
SID Ile	0,86 (68)	0,75 (69)	0,71 (71)	0,68 (72)	0,65 (73)
SID Leu	1,36 (107)	1,16 (107)	1,07 (107)	1,02 (107)	0,96 (107)

*zárójelben a lizinhez viszonyított arányok(9)

Table 7.: Recommended ileal digestible protein and standard ileal digestible amino acid levels for male broilers

phase(1), starter-I. 1–12 days of age(2), starter-II. 13–22 days of age(3), grower 23–35 days of age(4), finisher-I. 36–48 days of age(5), finisher-II. from 49 days of age(6), ileal digestible protein(7), amino acids % of the diet(8), amino acids relative to lysine(9)

Wijten és mtsai (2004a) az eltérő nyersfehérje és látszólagos bélsár emészthetőségen alapuló (*Apparent Fecal Digestible*, AFD) lizin szintek brojlerrek teljesítményére gyakorolt hatását vizsgálták. Első kísérletükben 14–34. napos brojlereknek egy kisebb (174 g/kg) és egy nagyobb (268 g/kg) nyersfehérje-tartalmú takarmánykeveréket (AMEn: 12,88 MJ/kg) állítottak össze, amelyekben a látszólagos bélsár emészthetőséggel megállapított lizintartalom 9,1 g/kg, illetve 14,4 g/kg volt. Emellett további három kezelésben 10,5 g/kg, 11,8 g/kg, valamint 13,1 g/kg látszólagos bélsár emészthető Lys-tartalmú abrakkeveréket etettek. Az ideális fehérje aminosav-összetételében, az egyes aminosavak lizinhez viszonyított arányát, a valin és a treonin kivételével Schutte (1996) szerint biztosították (4. táblázat). Az első kísérlet eredményei (8. táblázat) azt mutatták, hogy a takarmánykeverék növekvő nyersfehérje és emészthető lizintartalmával lineárisan változik a súlygyarapodás és a takarmányértékesítés. Mindkét vizsgált paraméter optimuma a 14,4 g/kg látszólagos bélsár emészthető lizintartalomnál volt. A fehérje-tartalom emelkedésével csökkent a vágott test zsírtartalma és a hasüri zsír mennyisége is. A szerzők második kísérletükben, 28–41. napos brojlereknek, az első kísérletnél leírtakhoz hasonlóan két eltérő nyersfehérje (180 g/kg, ill. 275 g/kg) és látszólagos bélsár emészthető Lys-tartalmú (9,0 g/kg, ill. 14,3 g/kg) alap tápot állítottak össze. A közbelső emészthető lizin szinteket a következőkben adták meg: 10,1 g/kg, 11,1 g/kg 12,2 g/kg valamint 13,2 g/kg. A takarmányok emelkedő fehérjetartalma és a súlygyarapodás, illetve a takarmányértékesítés között exponenciális összefüggést tapasztaltak. A súlygyarapodás és a takarmányértékesítés optimumát, illetve a maximális mellhús kihozatalát a 14,3 g/kg látszólagos bélsár emészthető lizintartalom esetén mérték. Wijten és mtsai (2004a) kísérleti eredményei azt jelzik, hogy a him ivarú brojlerrek optimális teljesítményének fehérje szükséglete magasabb, mint azt korábban leírták.

Hoehler és mtsai (2002) mellett, Wijten és mtsai (2004b) is felhívták a figyelmet, hogy nagyon fontos az indító fázisban való takarmányozás, ez ugyanis meghatározza a madár későbbi teljesítményét. Mindezek fiziológiai alapja, hogy a kelést követő időszakban az emésztőtraktus növekedése és fejlődése nagymértékben befolyásolja az emésztés későbbi kapacitását és hatékonyságát. Mindezeket túl Vieira és Moran már korábban (1999) megállapította, hogy az izomsejtek proliferációja a kelést követő táplálóanyag-ellátástól függ.

Petry és mtsai (2004) kísérleti eredményeik alapján, az ökológiai tényezők és a brojler hizlalás gazdaságosságának figyelembevételével, javaslatot tettek az indító takarmánykeverék ideális fehérje összes és valódi bélsár emészthető aminosav-összetételére és táplálóanyag-tartalmára (9. táblázat). A Magyar Takarmánykódex (2004) az indító szakaszban etetett brojler tápok táplálóanyag-tartalmára és összes, illetve valódi emészthető aminosav-tartalmára tett ajánlását az 5. táblázat mutatja be. A két bemutatott ajánlás között, az aminosavak lizinhez viszonyított arányában, nagyobb eltérés csak a metionin és a metionin+cisztin esetében van. Míg a Magyar Takarmánykódex (2004) 38:100, addig Petry és mtsai (2004) 45:100 metionin:lizin arány alkalmazását ajánlják. Amennyiben az élet korai szakaszában a táplálóanyag ellátás és ezen belül az ideális fehérje aminosav-összetétele nem megfelelő, a növekedés/fejlődés intenzitása, a kedvezőtlen testsúlygyarapodás a hizlalás későbbi szakaszaiban csak részben kompenzálható.

8. táblázat

Eltérő lizin szintek hatása brojler kakasok teljesítményére (Wijten és mtsai, 2004a)

Vizsgált paraméterek(3)	Látszólagos bélsár emészthető lizin, g/kg(2)					SEM
1. kísérlet(1)	9,1	10,5	11,8	13,1	14,4	
Súlygyarapodás, g(4)	1201 ^c	1254 ^{bc}	1299 ^{ab}	1325 ^a	1363 ^a	18,2
Takarmányfelvétel, g(5)	2248	2237	2212	2191	2195	28,6
Takarmányértékesítés, g/g(6)*	0,535 ^a	0,561 ^b	0,587 ^c	0,605 ^d	0,621 ^e	0,004
Elő súly, g(7)	1630 ^b	1722 ^a	1742 ^a	1759 ^a	1789 ^a	22,4
Vágott test kihozatal, g/kg(8)	702	691	695	697	701	3,7
Karkasz fehérje, g/kg(9)	180 ^b	181 ^{ab}	188 ^a	186 ^{ab}	186 ^{ab}	1,8
Karkasz fehérje beépítés, g(10)	151,8 ^b	156,4 ^b	170,6 ^a	172,2 ^a	177,7 ^a	3,83
Karkasz zsír, g/kg(11)	151 ^a	143 ^a	118 ^b	113 ^b	100 ^c	4,3
Karkasz zsírbeépítés, g(12)	134,2 ^a	127,9 ^a	104,2 ^b	100,5 ^b	88,0 ^b	5,32

	Látszólagos bélsár emészthető lizin, g/kg(2)						SEM
2. kísérlet(13)	9,0	10,1	11,1	12,2	13,2	14,3	
Súlygyarapodás, g(4)	877 ^d	950 ^c	1025 ^b	1064 ^{ab}	1059 ^{ab}	1105 ^a	16,4
Takarmányfelvétel, g(5)	2005	2010	2043	2054	2006	2079	27,9
Takarmányértékesítés, g/g(6)*	0,437 ^a	0,472 ^b	0,502 ^c	0,518 ^d	0,529 ^d	0,532 ^d	0,005
Elő súly, g(7)	2139 ^c	2229 ^b	2310 ^a	2352 ^a	2344 ^a	2397 ^a	25,5
Vágott test kihozatal, g/kg(8)	741	747	746	748	740	747	3,0
Mellhús kihozatal, g/kg(14)	235 ^c	237 ^{bc}	241 ^{abc}	215 ^{abc}	246 ^{ab}	250 ^a	2,7
Comb kihozatal, g/kg(15)	421	420	420	422	421	418	2,2
Szárny kihozatal, g/kg(15)	111	113	112	111	111	109	0,9

Az eltérő betűkkel jelölt azonos sorban feltüntetett átlagok szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek(17)

* A takarmányértékesítés g súlygyarapodás/g takarmányfelvétel értékben van megadva(18)

Table 8.: Effect of different lysine concentrations on broiler performance and carcass parameters (Wijten és mtsai, 2004a)

experiment 1(1), apparent fecal digestible Lys g/kg(2), measured parameters(3), weight gain(4), feed intake(5), feed conversion ratio(6), live weight(7), carcass yield(8), carcass protein(9), carcass protein deposition(10), carcass fat(11), fat deposition(12), experiment 2(13), breast yield(14), thigh yield(15), wing yield(16), different letters denote significant differences between in the same row(17), * the feed conversion was calculated as g live weight gain per g feed consumed(18)

9. táblázat

Gyakorlati ajánlás a 0–10. napos brojler takarmányának táplálóanyag-tartalmára és ideális fehérje aminosav-összetételére (Petri és mtsai, 2004)

Táplálóanyagok (1)	0–10. nap(2)	
Nyersfehérje, %(3)	21–24	
ME, MJ/kg	11,9	
Aminosavak(4)	Összes(5)	Valódi bélsár emészthető(6)
Lizin, g/MJ ME	1,10	0,98
Lizin, %	1,42	1,23 (100)
Metionin, %	0,63	0,55 (45)
Metionin+Cisztin, % (59%)	1,05	0,90 (73)
Treonin, %	0,94	0,81 (66)
Triptofán, %	0,23	0,20 (16)
Izoleucin, %	0,98	0,85 (69)
Arginin, %	1,55	1,35 (110)

* zárójelben a lizinhez viszonyított arány(7)

Table 9.: Practical recommendations for ideal protein profile and nutrient levels of starter diets (0–10 days) of broilers

nutrients(1), 0–10 days of age(2), crude protein(3), amino acids(4), total(5), true fecal digestible amino acids(6), the ratios relative to lysine in bracket(7)

KÖVETKEZTETÉSEK

A jelen közleményben ismertetett irodalmi adatok alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A nagy növekedési erélyű brojlerek aminosav-szükségletét emészthető aminosavban kell megadni.

2. A brojler csirke aminosav-szükségletének minél pontosabb kielégítéséhez a takarmányadag aminosav-összetételét — a létfenntartás, a tollképzés és a növekedés eltérő aminosav igényének figyelembevételével — az ideális fehérje elv alapján kell meghatározni.

3. A treonin, a triptofán, valamint az elágazó láncú aminosavak (Ile, Leu, Val) lizinhez viszonyított optimális arányának meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

IRODALOM

- ARC(1981): The nutrient requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, U.K.
- Austic, R.R.(1994): Update on amino acid requirements and ratios for broilers. Proc. Maryland Nutr. Conf., Baltimore, Maryland, 114–130.
- Aviagen(1999): Ross 208, Ross 308, Ross 508 broiler performance objectives. Aviagen Ltd., Midlothian, UK.
- Babinszky, L.(2005): Ileal digestibility of amino acids in pigs and poultry feeds and their use in diet formulation. In: Fekete S.Gy., Selected Chapters of Vet. Nutr. Diet., 1. Budapest–Zamárdi–Zebegény, 144–169.
- Babinszky, L. – Tossenberger, J. – Fébel, H. – Halas, V. – Bódisné Garbacz, Z. – Gundel, J.(2000): Az aminosavak ileális emészthetősége sertésekben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 5. 459–467.
- Babinszky, L. – Tossenberger, J. – Karakas, P. – Halas, V. – Szabó, J.(1999): Az aminosavak emészthetőségének meghatározása különböző módszerekkel baromfiban. Állattenyésztés és Takarmányozás, 48. 4. 445–453.
- Babinszky, L. – Tossenberger, J. – Kovács, R.K.(2003): Effect of amino acid intake on fecal digestibility of amino acids and on urinary amino acid excretion of adult roosters. J. Anim. Sci., 81. Suppl. 208.
- Babinszky, L. – Vincze L.(2002): Az ideális fehérje elv alkalmazása a sertés és baromfitakarmányozásban. In: Babinszky, L. (szerk.), Magyarország fehérjégazdálkodásának helyzete és fejlesztési stratégiája. Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya, Budapest, 131–136.
- Baker, D.H.(1994): Ideal protein and amino acid requirement of broiler chicks. Proc. California Nutr. Conf., Fresno, CA, 21–24.
- Baker, D.H.(1997): Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. BioKyowa Technol. Rev., 9. 1–24.
- Baker, D.H. – Batal, A.B. – Parr, T.M. – Augspurger, N.R. – Parsons, C.M (2002): Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. Poult. Sci., 81. 485–494.
- Baker, D.H. – Han, Y.(1994): Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. Poult. Sci., 73. 1441–1447.
- Barna, A.(1999): Az ideális proteinelv alkalmazása a brojlerek takarmányozásában. Takarmányozás, 1. 15–18.
- Boorman, K.H. – Fisher, H.(1966): The Arg:Lys interaction in the chick. Br. Poult. Sci., 7. 39–44.
- Borin, K. – Ogle, B. – Lindberg, J.E.(2002): Methods and techniques for the determination of amino acid digestibility. A Review. Livest. Res. Rural Dev., 14.
- Bryden, W.L. – Li, X.(2004): Utilisation of digestible amino acids by broilers. Rural Industries Res. and Dev. Corporation Univ. Sydney, www.rirdc.gov.au/reports
- Coon, C.(2004): The ideal amino acid requirements and profile for broilers, layers and broiler breeders. Am. Soybean Ass. Is United Soybean Board kiadványa, www.asa-europe.org
- Corzo, A. – Moran, E. T. Jr. – Hoehler, D.(2003): Arginine need of heavy broiler males: Applying the ideal protein concept. Poult. Sci., 82. 402–407.
- Corzo, A. – Moran, E. T., Jr. – Jackson, M. E. (2001): Lysine need of broiler males from 42 to 56 days of age under terms of an ideal essential amino acid pattern. Poult. Sci., 80. (Suppl. 1.) 2. (Abstr.)
- Cuca, M. – Jensen, L.S.(1990): Arginine requirement of starting broiler chicks. Poult. Sci., 69. 1377–1382.
- CVB(1998): Veevoedertabel. Central Bureau for Livestock Feeding (CVB), Lelystad, The Netherlands

- CVB(2000): Veevoedertabel. Central Bureau for Livestock Feeding (CVB), Lelystad, The Netherlands
- Dari, R.L. – Penz A.M. Jr. – Kessler, A.M. – Jost, H.C.(2005): Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 14. 195–203.
- Dean, W.F. – Scott, H.M.(1965): The development of an amino acid reference diet for the early growth of chicks. *Poult. Sci.*, 76. 873–877.
- Fonolla, J. – Prieto, C. – Sanz, R.(1981): Influence of age on nutrient utilization of diets for broilers. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 6. 405–411.
- Hoehler, D. – Lemme, A.(2005): Broiler diet formulation: Using SID. *Feed Int.*, 26. 14–18.
- Hoehler, D. – Wijten, P. J. A. – Langhout, D. J. – Lemme, A. – Petri, A.(2002): Effects of varying dietary ideal amino acid profile levels on broiler performance in different periods. Abstracts Southern Poult. Sci. Soc. Meet., Atlanta, Georgia, Abstr. 14.
- Hruby, M. – Leske, K.L. – Coon, C.N.(1998): Digestible amino acid requirements for growth and maintenance for 10-21 and 32-43 day-old broilers. *Poult. Sci.*, 77. Supp. 1. 385. 102.
- Huang, K.H. – Ravindran, V. – Li, X. – Bryden, W.L.(2005): Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 46. 236–245.
- Huyghebaert, G. – Pack, M.(1994): Effects of dietary protein content and addition of nonessential amino acids on the response of broiler chicks to dietary sulfur amino acids. *Proc. 9th Europ. Poultry Conf.*, Glasgow, 1. 465–466.
- Johns, D.C. – Low, C.K. – James, K.A.C.(1986): Comparison of amino acid digestibility using the ileal digesta from growing chickens and cannulated adult cockerels. *Br. Poult. Sci.*, 27. 679–685.
- Kalinowski, A. – Moran, E.T. – Wyatt, C.(2003b): Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering broiler males from three to six weeks of age. *Poult. Sci.*, 82. 1428–1437.
- Kalinowski, A. – Moran, E.T. – Wyatt, C. (2003a): Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering broiler males from zero to three weeks of age. *Poult. Sci.*, 82. 1423–1427.
- Kidd, M.T. – Peebles, E.D. – Whitmarsh, S.K. – Jeatman, J.B. – Wideman, R.F.(2001): Growth and immunity of broiler chicks as affected by dietary arginine. *Poult. Sci.*, 80. 1535–1542.
- Lemme, A(2003): "The Ideal Protein Concept" in broiler nutrition, 1. Methodological aspects-opportunities and limitations. *AminoNewsTM*, Degussa AG, Hanau, Germany, 4. 1. 7–14.
- Low, A.G.(1980): Nutrient absorption in pigs. *J. Sci. Food Agric.*, 31. 1087–1130.
- Mack, S. – Bercovici, D. – de Groote, G. – Leclercq, B. – Lippens, M. – Pack, M. – Schutte, J.B. – van Cauwenbergh, S.(1999): Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20–40 days of age. *Br. Poult. Sci.*, 40. 257–265.
- Magyar Takarmánykódex(2004): Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 65.
- McNab, J.M.(1989): Digestibility of amino acids by poultry. *The Feed Compounder*, 11. 43–47.
- Mitchell, H.H. – Block, J.R. (1946): Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat. *J. Bio. Chem.*, 163. 599–620.
- National Research Council(1994): Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Okumura, J.(1976): Method of colostomy and cannulation of the chicken. *Br. Poult. Sci.*, 17. 547–551.
- Pack, M. – Fickler, J. – Rademacher, M. – Lemme, A. – Mack, S. – Höhler, D. – Fontaine, J. – Petri, A.(2002): Amino acids in animal nutrition. A compendium of recent reviews and reports. Publishing House CORAL SANIVET, Bucharest
- Parsons, C.M.(1986): Determination of digestible and available amino acids in meat meal using conventional and caecectomized cockerels or chick growth assays. *Br. J. Nutr.*, 56. 227–240.
- Payne, W.L. – Kifer, R.R. – Snider, D.G. – Combs, G.F.(1971): Studies of protein digestion in chicken. 1. Investigation of apparent amino acid digestibility of fish meal protein using caecectomised, adult male chickens. *Poult. Sci.*, 50. 143–150.
- Petri, A. – Wijten, P.J.A. – Lemme, A. – Langhout, D.J.(2004): Optimizing broiler nutrition with ideal protein concept. AFMA Forum Papers
- Raharjo, Y. – Farrell, D.J.(1984): A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 12. 29–45.
- Ravindran, V. – Hew, L.I. – Bryden, W.L.(1998): Digestible Amino Acids in Feedstuffs for Poultry. RIRDC, Canberra and the Poultry Research Foundation, The University of Sydney, Camden, www.rirdc.gov.au/reports
- Ravindran, V. – Hew, L.I. – Ravindran, G. – Bryden, W.L.(1999): A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *Br. Poult. Sci.*, 40. 266–274.
- Roth, F. X. – Gruber, K. – Kirchgessner, M.(2001): The ideal dietary amino acid pattern for broiler-chicks of age 7 to 28 days. *Arch. Gefl.*, 65. 199–206.
- Schutte, J.B.(1996): Aminoazurbehoeften von leghennen en vleeskuiknes. CVB (Centraal Veevoederbureau) documentatierapport. Nr. 18., Lelystad, The Netherlands

- Schutte, J.B. – Pack, M.(1995): Effects of dietary sulphur-containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. *Br. Poult. Sci.*, 36. 747–762.
- Siriwan, P. – Bryden, W.L. – Mollah, Y. – Annison, E.F. (1993): Measurement of endogenous amino acid losses in poultry. *Br. Poult. Sci.*, 34. 939–949.
- Summers, D.J. – Robblee, A.R.(1985): Comparison of apparent amino acids digestibilities in anesthetized versus sacrificed chickens using diets containing soybean meal and canola meal and canola meal. *Poult. Sci.*, 64. 536–541.
- Ten Doeschate, R.A.H. – Scleele, C.W. – Schreurs, V.V.A. – van der Klis, J.D.(1993): Digestibility studies in broiler chickens: influence of genotype, age, sex and method of determination. *Poult. Sci.*, 64. 536–541.
- Van Leeuwen, P. – van Kleef, D.J. – van Kempen, G.J.M. – Huisman, J. – Verstegen, M.W.A. (1991). The post valve T-caecum cannulation technique in pigs applicated to determine the digestibility of amino acid in maize, groundnut and sunflower meal. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 65. 183–193.
- Vieira, S.L. – Lemme, A. – Goldenberg, D.B. – Brugalli, I.(2004): Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. *Poult. Sci.*, 83. 1307–1313.
- Vieira, S.L. – Moran, E.T.(1999): Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *Wrl'd's Poult. Sci. J.*, 55. 125–142.
- Wang, T.C. – Fuller, M.F.(1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. *Br. J. Nutr.*, 62. 77–89.
- Wang, X. – Parsons, C.M.(1998): Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. *Poult. Sci.*, 77. 1010–1015.
- Wijten, P.J.A. – Lemme, A. – Langhout, D.J.(2004b): Effects of dietary ideal protein levels on male and female broiler performance during different phases of life: single phase effects, carryover effects, and interactions between phases. *Poult. Sci.*, 83. 2005–2015.
- Wijten, P.J.A. – Prak, R. – Lemme, A. – Langhout, D.J.(2004a): Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. *Br. Poult. Sci.*, 45. 504–511.

Érkezett: 2006. október
Szerzők címe: Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék
Authors' address: University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Department. of Animal Nutrition
H-7401 Kaposvár, Pf. 16.