

LEHETŐSÉGEK A TAKARMÁNYOK NYERSFEHÉRJE TARTALMÁNAK CSÖKKENTÉSÉRE MONOGASZTRIKUS ÁLLATOKBAN

DUBLECZ KÁROLY - KOLTAY ILONA - SUCH NIKOLETTA - DUBLECZ FANNI -
HUSVÉTH FERENC - WÁGNER LÁSZLÓ - PÉTERNÉ FARKAS ESZTER -
MÁRTON ALÍZ - FARKAS VALÉRIA - PÁL LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdasági állatok fehérje hasznosításának javítása nem csak azért fontos, mert a fehérjetermékanyagok a tápok legdrágább komponensei, hanem azért is, mert a többlet fehérje metabolikus rendellenességeket, a bél mikroflóra megváltozását okozza és a nagyobb arányú húgysav és karbamid szintézis miatt többlet energiát is igényel. A nagyobb nitrogén ürítés továbbá nagyobb ammónia emissziót is eredményez. Többfajta lehetőség kínálkozik a fehérje és az aminosav hasznosulás javítására. Ilyen lehetőséget jelent az „ideális fehérje elv” alkalmazása, az emészthető aminosav alapú receptúrázás, alacsony fehérje tartalmú tápok etetése, több hizlalási fázis vagy a fehérje emésztést javító takarmány-kiegészítők alkalmazása. A sertés és a baromfi fajok között lényeges különbségek vannak az aminosavak metabolizmusa tekintetében. Döntően ez a magyarázata annak, hogy a baromfi tápok esetében kisebb mértékben csökkenthető a tápok fehérje szintje a termelési eredmények romlása nélkül. A témához kapcsolódó legújabb irodalmi adatok mellett néhány brojlercsirkékkel és sertésekkel végzett saját kísérlet eredményei is bemutatásra kerülnek.

SUMMARY

Dublecz, K. - Koltay I. - Such N. - Dublec F. - Husvéth F. - Wágner L. - Farkasné Péter E. - Márton A. - Farkas V. - Pál L.: RECENT DEVELOPMENTS ON FEEDING LOW PROTEIN DIETS WITH MONOGASTRIC ANIMALS

Important progress in animal nutrition has happened recently in order to improve the protein utilisation of farm animals. It is important since protein sources are the most expensive components of the diets. Furthermore, to decrease the genetically modified (GM) soybean import to Europe means also a significant goal. Excess nitrogen in the diets can cause metabolic disorders, change the gut microflora and needs more energy for uric acid synthesis. Higher nitrogen excretion results increased ammonia emission. There are several approaches to improve the efficiency of protein and amino acid utilisation, like to use the “ideal protein concept”, to formulate diets on digestible amino acid bases, to feed low protein diets, to use more phases during the production period and to use different feed additives that improve protein digestibility. Since the requirement for essential amino acids of birds and pigs may vary between various environmental and dietary situations, the real amino acid intake should be controlled. Important criteria of using low protein diets are to formulate diets on the basis of digestible amino acids, to use higher amounts of crystalline amino acids and to ensure the optimal amount of some non-essential amino acids. Significant differences exist in the amino acid metabolism between poultry species and pigs. It has an impact on the potential of feeding low protein diets. Beside the latest literature data some own results are also presented on feeding low protein diets with broiler chicks and pigs. The opportunities and constraints of this concept are discussed in the paper.

BEVEZETÉS

A fehérjetakarmányozás hatékonysága több szempontból is meghatározó jelentőségű az állati termékek előállításakor. A fehérjében gazdag takarmányok a tápok legdrágább komponenseit jelentik, amelyekből az Európai Unió országában nem áll rendelkezésre elegendő mennyiség. A döntően amerikai importból származó genetikailag módosított (GM) szója arányának csökkentése folyamatos kihívást jelent a tagországok számára. Mivel a takarmányok fehérjetartalmának csupán 70-80%-a képes felszívódni az emésztőtraktusból és a felszívódott hányad hasznosulása még az emészthetőségnél is kisebb hatékonyságú, a gazdasági állatok által elfogyasztott takarmány fehérje jelentős hányada távozik a vizelettel és a bélsárral. A feleslegben lévő nitrogén tartalmú anyagok metabolizmusának és kiválasztásának jelentős energiaigénye van, az emésztetlen fehérjéből pedig az utóbélszakaszokban a bakteriális fermentáció eredményeként jelentős mennyiségű potenciálisan toxikus vegyület (fenolok, biogén aminok, kénhidrogén stb.) képződhet.

A vizelettel ürülő karbamidból és húgysavból a trágyában az ureázt termelő baktériumok ammóniát szabadítanak föl, ami rontja az istálló levegőjének minőségét, emiatt negatívan befolyásolja az állatok egészségét és termelési eredményeit. Az istállón kívüli trágyatárolás és kijuttatás során úgyszintén jelentős mennyiségű ammónia képződhet, ami nagymértékben hozzájárul az állattartással kapcsolatos ammónia emisszióhoz. Az ammónia kibocsátás mérséklése kötelező az uniós tagországok számára. Hazánkban 2050-ig közel 35%-al kell csökkentenie az ammónia kibocsátás mértékét. A hízó sertésekre vonatkozó átlagos nitrogén forgalmi értékeket és az ammónia emisszió alakulását az 1. ábrán szemléltetjük (Aarnink, 2007).

1. ábra Hízósertések N-forgalma és az NH_3 emisszió alakulása

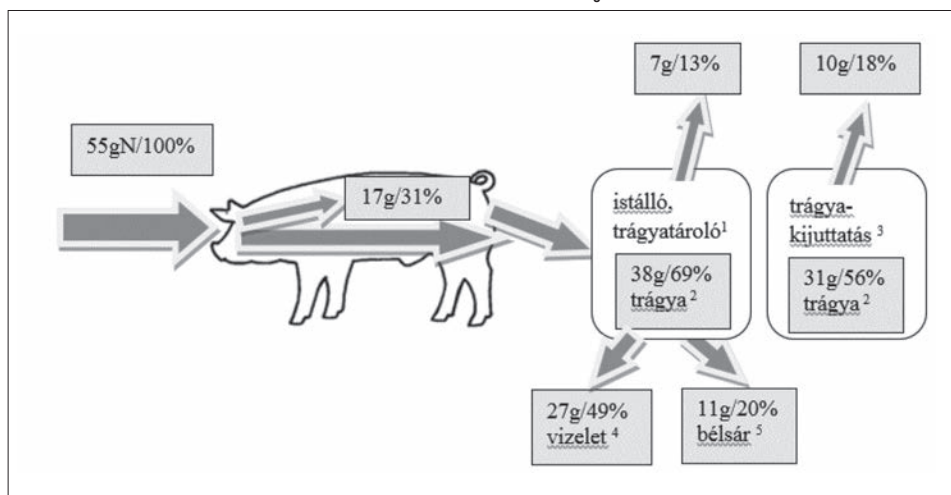


Figure 1. Nitrogen chain and ammonia emission in growing-finishing pigs

stable, manure storage (1); manure (2); manure application (3); urine (4); faeces (5)

Az előzőekben ismertetett kihívásokra többféle takarmányozási megoldási lehetőség is kínálkozik. Ilyen például a takarmányok fehérjeértékelési rendszerének és a különböző fajtájú, életkorú állatok fehérje és aminosav szükségletének pontosítása, többfázisú takarmányozás használata vagy csökkentett fehérje tartalmú, kristályos aminosavakkal komplettált tápok etetése.

Az aminosav ellátottság pontosításának lehetőségei

A fehérjetakarmányozás hatékonysága akkor javítható, ha egyrészt pontosítjuk a takarmányok aminosav-tartalmára, annak emészthetőségére vonatkozó ismereteinket, másrészt több információval rendelkezünk a különböző baromfi fajok, korcsoportok, hasznosítási típusok folyamatosan változó szükségletéről, valamint az aminosavak egymáshoz viszonyított ideális arányáról.

Az aminosavakat takarmányozási szempontból elsősorban, mint fehérje építőköveket vesszük figyelembe. Az utóbbi évek kutatásai ugyanakkor bebizonyították, hogy az aminosavak a fehérjeszintézisen túl számos egyéb élettani és sejt szintű anyagcsere folyamatban is részt vesznek. Közismert például, hogy a ciszteinből képződik a glutation és a taurin, amely vegyületek fontos szerepet játszanak az állatok antioxidáns rendszerében és energiaforgalmában. A különböző metionin források ez irányú hatékonysága eltérő. A metionin hidroxanalóg például hatékonyabb antioxidáns prekursor, mint a DL-metionin (Mercier és mtsai, 2009). A metionin egyúttal fontos metil donor is a sejt szintű metilezési folyamatokban. A treoninnak fontos szerepe van a bélhám integritásában, a bélnyákkal ürülő fehérjék fejpépítésében és a bélsatorna által indukált immunfolyamatokban.

Egyes aminosavak emellett befolyásolják a különböző szövetek szintézisét és ezáltal a testösszetételt. Az aminosavak egy csoportja emellett anabolikus hatású is, azaz növeli a fehérjeszintézist és csökkenti a proteolízist. A lizin testösszetételt befolyásoló hatása régóta ismert, hiánya szignifikánsan csökkenti a mellizom arányát (Leclercq, 1998). A lizin ezen túl hatással van a húsmínőségre is. A szükségletet meghaladó mennyiségben etetett lizin csökkenti a mellhús csepegési veszteségét és növeli a hús pH-ját (Berri és mtsai, 2007). A kéntartalmú aminosavak, a metionin és a cisztein, is hatással vannak a vágott test fehérje- és zsírtartalmára (Conde-Aguilera és mtsai, 2013).

Miért van szükség az aminosav ellátás folyamatos pontosítására? Egyrészt az állatok folyamatos fehérje és aminosav szükségletének változása miatt. Ez részben az egyre intenzívebben termelő genotípusok változó aminosav igényével magyarázható. A nagyobb növekedési erélyű állatok aminosav szükséglete nem csupán az aminosavak mennyiségét, hanem azok arányát illetően is változik. Ennek az a magyarázata, hogy minél intenzívebben termel egy állat, relatíve annál kisebb lesz a teljes szükségleten belül a létfenntartásra fordított hányad. Mivel a hústermelés és a létfenntartás aminosav igénye nagymértékben eltér, a teljes szükséglet is ennek megfelelően módosul. Míg a lizin elsősorban a testfehérjék szintézisében vesz részt, addig a kéntartalmú aminosavaknak fontos szerepük van a szőr és tollképződésben valamint a létfenntartásban is (2. és 3. ábra).

A sertésekre vonatkozó ideális fehérje összetételt a súlygyarapodás és a létfenntartás esetében az 1. táblázat tartalmazza (Fuller és mtsai., 1989).

2. ábra Brojlercsirkék lizin szükségletének megoszlása

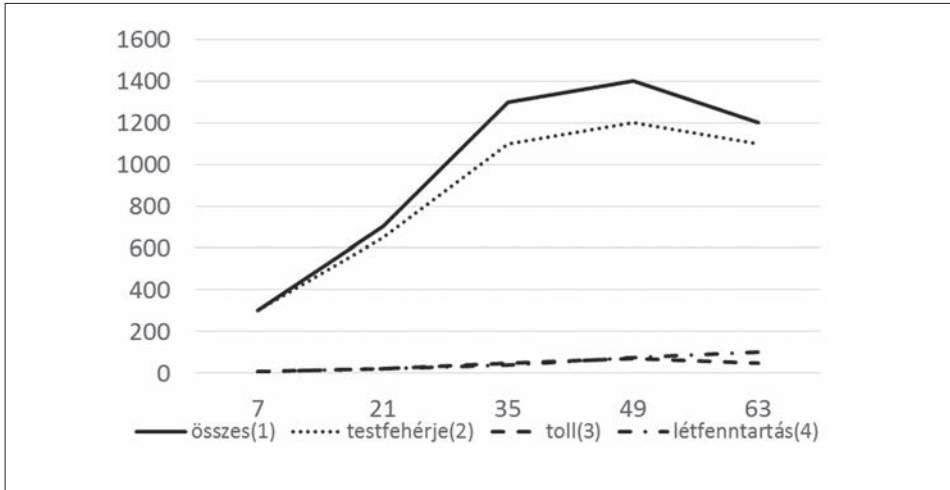


Figure 2. Lysine requirement distribution of broiler chicks

total (1); body protein (2); feather (3); maintenance (4)

3. ábra Brojlercsirkék metionin és cisztin szükségletének megoszlása

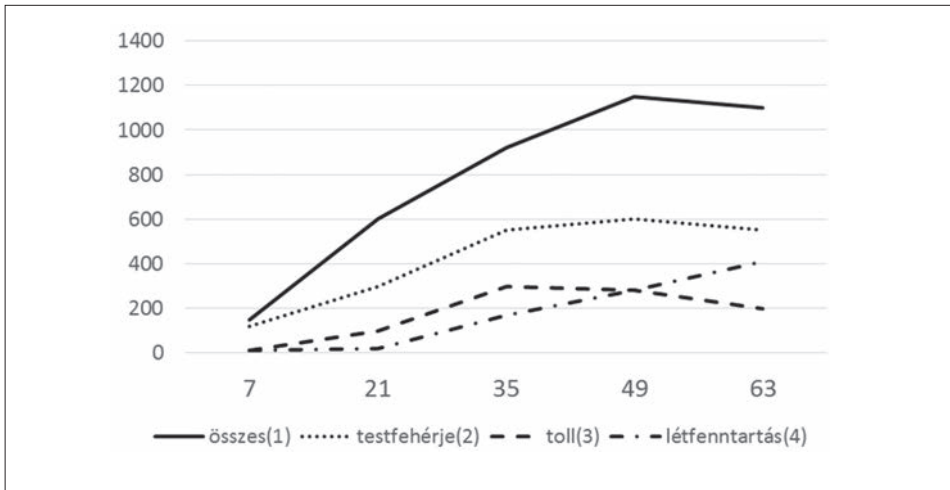


Figure 3. Distribution of methionine and cystine requirement of broiler chicks

total (1); body protein (2); feather (3); maintenance (4)

1. táblázat

A sertések számára ideális fehérje aminosav-összetétele

Aminosav ¹	Életfenntartás ²	Testtömeggyarapodás ³
Lizin	100	100
Metionin + cisztin	147	53
Treonin	139	69
Triptofán	29	18
Izoleucin	45	63
Leucin	111	115
Valin	43	77
Fenilalanin + tirozin	124	124

Table 1. The ideal protein amino acid composition for pigs

amino acid (1); maintainace (2); weight gain (3)

Látható, hogy a kétféle hasznosítás aminosav igénye néhány aminosav, például a kéntartalmú aminosavak, vagy a treoninm esetében lényegesen különbözik, és ez befolyásolja a különböző korú állatok napi szükségletét (*Ajinomoto Eurolysine*, 2011) (2. táblázat).

2. táblázat

Az ideális fehérje aminosav összetétele sertések számára

SID a Lizin arányában ¹ (%)	Hízó ² (25-65kg)	Befejező ³ (65-110kg)
Lizin	100	100
Treonin	67	68
Metionin + cisztin	60	60
Triptofán	20	19
Valin	65	65
Izoleucin	53	53
Leucin	100	100
Histidin	32	32
Fenil-alanin + Tirozin	95	95

Table 2. Ideal amino acid profile for growing and finishing pigs

SID ratio to lysin (%) (1); grower (2); finisher (3)

A fehérje és aminosav ellátottságot másrésről azért kell folyamatosan pontosítani, mert a takarmány alapanyagok fehérjetartalma, az egyes fehérjefrakciók aránya, a fehérje aminosav összetétele és az aminosavak emészthetősége alapanyagokként eltérő. A takarmányok fehérje minősége és hasznosulása eltér az egyes fajták között, befolyásoló tényező továbbá az időjárás, a növénytermesztésben alkalmazott agrotechnika, a N-műtrágyázás, a talajviszonyok, az

antinutritív anyagok mennyisége, ipari melléktermékek esetében pedig a technológiai folyamatok aminosavakra és azok emészthetőségére gyakorolt hatása. Jól ismert például, hogy a bioetanol gyártásban vagy az olajiparban alkalmazott hőkezelés mértéke nagymértékben befolyásolja a DDGS vagy az extrahált szójadara aminosavainak felszívódó hányadát.

Csökkentett fehérje tartalmú tápok etetése

A baromfi és sertéstápokban több évtizede használjuk a lizint és a metionint a tápok fehérjetartalmának komplettálására. Napjainkban már a kristályos treonin, valin, izoleucin, arginin és triptofán is a takarmányipar rendelkezésére áll. A 4. ábrán látható, hogy kristályos aminosavak használatával folyamatosan csökkenthető a feleslegben lévő aminosavak mennyisége (*Joint Research Centre, 2015*). A folyamatnak a kristályos aminosav kiegészítők rendelkezésre állása és ára szab határt.

A rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján, érdekes módon lényeges különbség mutatkozik a sertés és a baromfi fajok között a tápok fehérjeszintjének csökkenthetősége terén. Sertésnél több kutatási eredmény is arról számol be, hogy kristályos aminosav kiegészítőkkel akár 4%-os fehérjecsökkentés is megvalósítható a termelési eredmények romlása nélkül (*Figueroa és mtsai, 2003; Kerr és mtsai, 2003*).

Egy közelmúltban publikált francia kutatás szerint (*Gloaguen, 2014*), amennyiben az előzőekben említett aminosavakon túl a leucin, a hisztidin és a fenilalanin is

4. ábra Átlagos és csökkentett fehérjetartalmú tápok aminosav-tartalmának alakulása

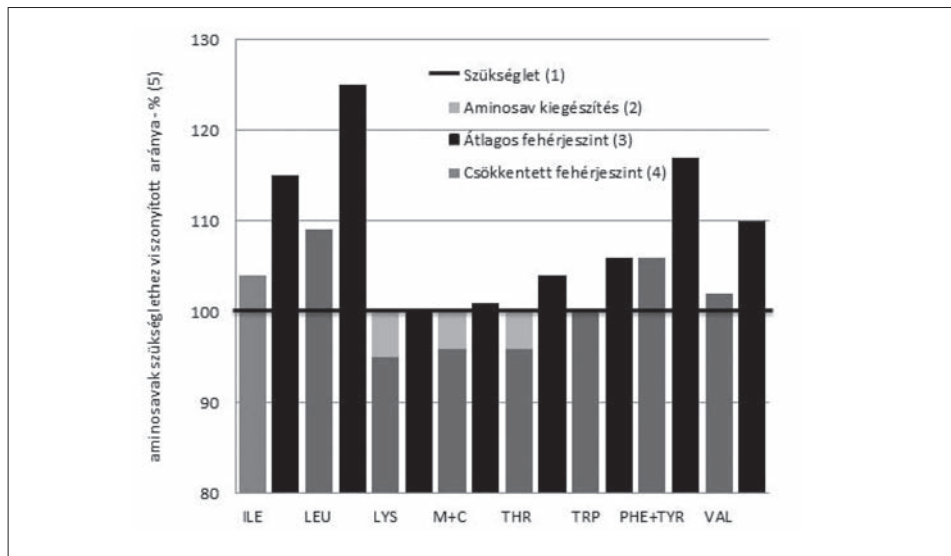


Figure 4. Amino acid composition of normal and low protein diets

requirements (1); amino acid supplement (2); average protein content (3); reduced protein content (4); amino acid contents compared with the requirements (5)

kiegészítésre kerül, akkor a fiatal 10-20 kg-os malacok tápjának fehérjetartalma 17,8%-ról akár 13,5%-ra is csökkenthető (3. táblázat).

3. táblázat A tápok nyersfehérjetartalom csökkentésének hatása 10-20 kg-os malacok növekedésére

	Gabona-szója alapú táp kristályos aminosavakkal ⁶				Gabonaalapú táp kristályos aminosavakkal ⁷		szórás ⁸ (RSD)	P-érték
	17,6% NyF.	15,6% NyF	13,5% NyF	11,8% NyF	13,0% NyF	14,0% NyF		
Kezdő súly ¹ , kg	12,7	12,7	12,6	12,6	13	12,8	0,6	0,60
Záró súly ² , kg	22,2 ^a	22,2 ^a	21,9 ^a	20,1 ^b	21,8 ^a	22,3 ^a	1,7	<0,01
takarmányfogyasztás ³ , g/nap	766	755	799	734	810	782	96	0,55
súlygyarapodás ⁴ , g/nap	450 ^a	454 ^a	442 ^a	358 ^b	420 ^a	451 ^a	67	<0,01
takarmányértékesítés ⁵ , g/g	0,59 ^a	0,59 ^a	0,57 ^a	0,49 ^b	0,52 ^a	0,58 ^a	0,06	<0,01

^{a,b} az azonos sorban eltérő betűvel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Table 3. Effects of feeding low protein diets on the growth of piglets

^{a,b} means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0,05$), starting weight (1); final weight (2); daily feed intake (3); daily weight gain (4); feed conversion ratio (5); cereal- soybean based diet with crystalline amino acids (6); cereal based diet with crystalline amino acids (7); residual standard deviation (8)

Természetesen egy szinten túl nem csupán az esszenciális, hanem a nem esszenciális aminosavak is limitálóvá válhatnak. Amennyiben például a malactápot glutaminsavval is kiegészítették, akkor a szójadara teljes mértékben kiválthatóvá vált.

Ezzel szemben a brojler tápokkal összefüggésben meglehetősen ellentmondásosak a rendelkezésre álló eredmények. 2015-ben *Belloir és mtsai.* publikáltak egy összefoglaló tanulmányt, amelyben 29 publikáció 56 kísérleti eredményét értékelték. A fehérjecsökkentésre vonatkozó kísérletek többségében lizin, metionin, treonin, valin, izoleucin, és arginin kiegészítéseket alkalmaztak. Az eredmények többsége a tápok fehérjecsökkentésének eredményeképpen romló termelési paramétereiről számolt be. Ennek részben az lehet a magyarázata, hogy a sertésnél nagyobb fehérje tartalmú brojler tápok esetében a nagyobb mértékű kristályos aminosav kiegészítés egy szint felett már depresszív hatású. A másik magyarázat az lehet, hogy a csökkentett fehérje tartalmú tápokban megváltozó aminosav arányok miatt egyes aminosavak hiányával kell számolni.

A kristályos aminosavak gyorsabban szívódnak fel a bélcsatornából és hatással lehetnek az állatok takarmányfelvételére és fehérje metabolizmusára. *Belloir és mtsai.* (2015a) egy brojler táp fehérjetartalmának 30%-át fokozatosan helyettesítették kazeinnel, illetve kristályos aminosavakkal. Eredményeik alapján a 3,8% feletti kristályos aminosav kiegészítés már depresszívnek bizonyult. Ez azt

jelenti, hogy a csökkentett fehérje tartalmú tápokra jellemző 1,5-1,7% kristályos aminosav kiegészítés valószínűleg még nem jelent negatív hatást a termelési eredményekre vonatkozóan.

Azok a kísérletek, amelyekben a kontroll és a csökkentett fehérje tartalmú tápok emészthető lizin tartalma megegyezett, továbbá mindkét tápra jellemző volt, hogy az aminosav arányok megfeleltek az ideális fehérje elvre vonatkozó ajánlásoknak, azt bizonyították, hogy brojler tápok esetében átlagosan 2% fehérjecsökkentés valósítható meg a termelési eredmények romlása nélkül.

A sertésekkel és a brojlerekkel végzett kísérletek eredményei között meglévő különbség minden bizonnyal a két faj eltérő fehérje és aminosav metabolizmusával magyarázható. Madárfajokban például a tollképződéssel összefüggésben általában nem a lizin, hanem a kéntartalmú aminosavak limitálnak. A metioninból cisztein képződhet, a cisztein anyagcseréje pedig összefüggésben áll a szerin és a glicin metabolizmusával (Belloir, 2015b). Igény esetén a treoninból szintén keletkezhet glicin. A glicin azért kulcsfontosságú aminosav a madárfajok esetében, mert a húgysavsztézishez folyamatosan szükség van rá. A glicin endogén szintézise azonban általában nem elégséges, így más aminosavakból is megkezdődik a glicin szintézise. Ez nyilvánvalóan befolyásolja a takarmánnyal bevitt esszenciális aminosavak (treonin, cisztein) fehérjeszintézisre felhasználható hányadát (5. ábra). Táp szinten emiatt a treonin: lizin arányt legalább 67%-ra célszerű beállítani, de különböző stresszhelyzetekben ennél magasabb treonin szint is indokolt lehet (Lambert és mtsai, 2015).

Madarakban az arginin metabolizmusa is eltér az emlősökétől. A karbamid ciklus hiánya miatt madarakban ez az aminosav endogén úton nem képződik. A prolin emlősökben glutaminsavból, glutaminból és argininből egyaránt képződhet. Madaraknál azonban az arginin nem tekinthető prolin prekuzornak.

5. ábra Madár fajok aminosav metabolizmusának sajátosságai

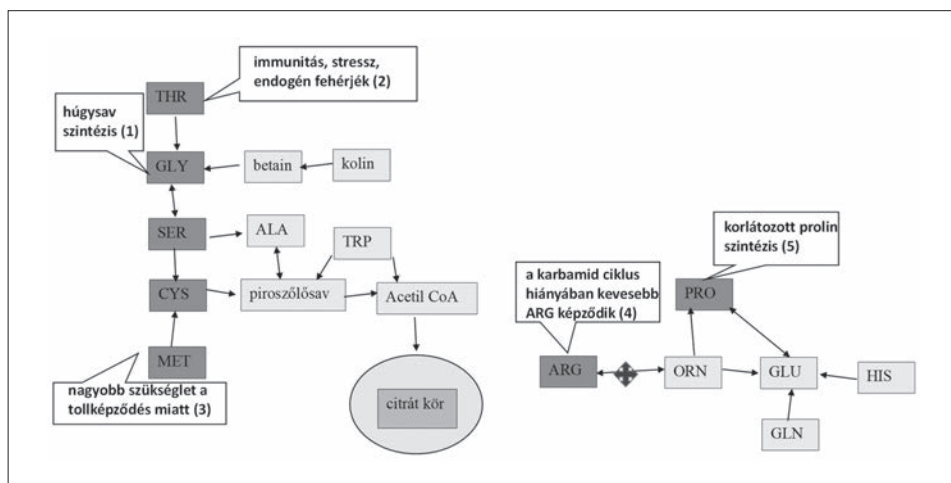


Figure 5. Specialities of the amino acid metabolism of poultry species

uric acid synthesis (1); immunity, stress, endogenous protein synthesis (2); less ARG synthesis because of the lack of urea cycle (4); restricted proline synthesis (5)

A baromfinál említett sajátosságok és összefüggések arra hívják fel a figyelmet, hogy madaraknál a nagyobb mértékű fehérjecsökkentés akadályát valószínűleg a nem esszenciális aminosavak rendelkezésre állása jelenti. A közelmúltban erre vonatkozóan is számos kutatási eredmény látott napvilágot. Csökkentett fehérje tartalmú tápok etetésekor nagyobb hangsúlyt kell helyezni a glicin kiegészítésre (Rodehutscord és Siegert, 2017). A szerin és a glicin lizinhez viszonyított ideális aránya ezért 137-147%-ra tehető (Ospina-Rojas, 2012).

A Pannon Egyetem Georgikon Karán is folytattunk a takarmányok nyersfehérjetartalmának csökkentését vizsgáló kutatásokat. A következőkben ezekből a kísérletekből származó néhány eredményünket foglaljuk össze.

A tápok fehérjecsökkentésének sertések nitrogén anyagcseréjére és az ammónia emisszióra gyakorolt hatásait a Czakó (1982) által leírt anyagforgalmi kísérleti metodika alapján vizsgáltuk. A kísérleteket „B” genotípusba sorolható magyar nagyfehér hússertésekkel végeztük, három kísérleti csoportban. Ez első csoport esetében a Magyar Takarmánykódex ajánlásainak megfelelő nyersfehérje tartalmú tápot (Kontroll) alkalmaztunk. A második és harmadik csoport esetében pedig a kontroll táphoz viszonyítva 1,5%-kal (1. kezelés) ill. 3%-kal (2. kezelés) alacsonyabb nyersfehérje tartalmú tápot alkalmaztunk.

A kezelések hatására a vizelettel ürített N mennyiségének változása az elvárásoknak megfelelően alakult (6. ábra). A csökkentett fehérje tartalmú tápokot fogyasztó csoportoknál a második fázis egyes kezelését kivéve, minden fázis esetében statisztikailag alacsonyabb N-ürítési értéket kaptunk a kontroll csoporthoz viszonyítva. A 3%-kal alacsonyabb fehérje tartalom a fiatalabb állatoknál eredményezett további csökkenést. A két kezelés között, a második fázist kivéve, nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. Az ábrán jól látható az egyes korcsoportok közötti N ürítési különbség. A kor előrehaladtával nő az

6. ábra A napi vizelet nitrogén ürítés alakulása

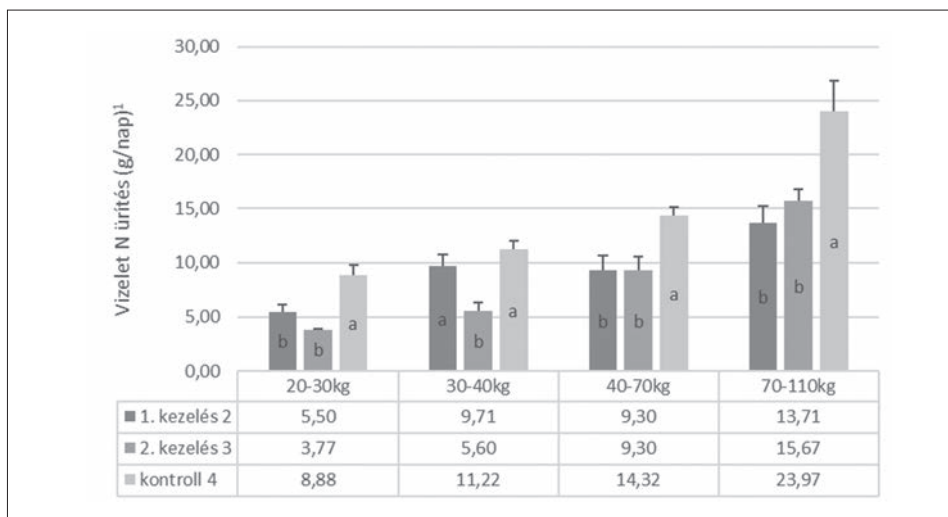


Figure 6. Daily urine nitrogen excretion

urine nitrogen excretion (g/day) (1); treatment 1 (2); treatment 2 (3); control (4)

7. ábra A fehérjecsökkentett tápok vizelet N ürítést befolyásoló relatív hatékonysága

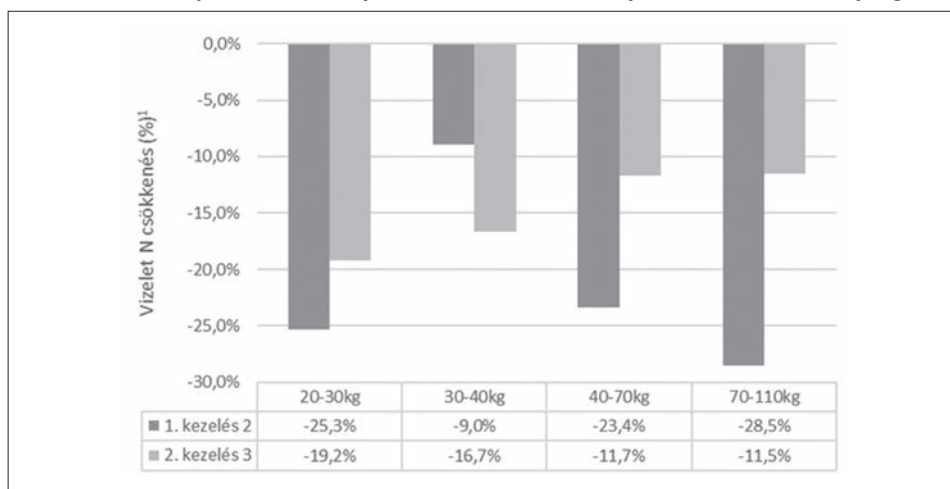


Figure 7. Relative efficiency of low protein diets on the urinary nitrogen excretion

decrease in the urinary nitrogen (%) (1); treatment 1 (2); treatment 2 (3)

ürített N mennyisége és a tápok fehérjetartalmának az idősebb állatoknál van nagyobb hatása.

Az irodalmi adatok 1%-os táp fehérjecsökkentés esetén 10%-al kisebb vizelet N ürítésről és hasonló nagyságrendű ammónia emisszió csökkenésről számolnak be (Bittman és mtsai, 2014; IPPC, 2006). Esetünkben az 1%-os fehérjecsökkentésre vonatkozó vizelet N ürítés csökkenés 9,0 és 28,5% között változott a különböző korcsoportokban (7. ábra). Az ábrán jól látható, hogy a fehérjecsökkentés nagysága nem egyenes arányban befolyásolja a vizelet N tartalmát. Az 1,5%-os csökkenés relatíve hatékonyabb volt. A 3%-al kisebb fehérjetartalom abszolút értékben ugyan nagyobb mértékű csökkenést eredményezett, de hatása nem volt additív.

A közelmúltban brojlercsirkével végzett kísérletünkben sikerült igazolni, hogy a tápok fehérjetartalmának csökkentése, ideális aminosav összetétel esetén, akár javíthatja is a termelési eredményeket. A kísérletben egy hagyományos, kukorica, búza, szójadara alapú, átlagos fehérje tartalmú kontroll tápsor mellett kétfajta, 2%-kal kisebb fehérje tartalmú tápot etettünk a hizlalás valamennyi fázisában. A két fehérjecsökkentett táp abban különbözött, hogy az egyikben a fehérjeforrást döntően az extrahált szójadara jelentette, míg a másikban nagyobb arányban szerepeltek ipari melléktermékek, extrahált napraforgó dara és a DDGS. A tápokat ileálisan emészthető aminosav alapon receptúráztuk a tenyésztő cég (Aviagen, 2014) ajánlásainak megfelelően. Az esszenciális aminosavak közül metionin, lizin, treonin, valin, arginin és izoleucin kiegészítésre került sor.

A tápok fehérje és kristályos aminosav tartalmának változása nem okozott különbséget a csirkék takarmányfogyasztásában (4. táblázat).

4. táblázat

A kezelések hatása a takarmányfogyasztásra (g)

Kezelések ¹	Indító ²	Nevelő ³	Befejező ⁴	Összesített ⁵
Melléktermék alapú, fehérje csökkentett táp ⁶	349±4,83	1453±12,48	2597±33,84	4399±43,75
Szójadara alapú, fehérje csökkentett táp ⁷	342±3,97	1479±19,22	2668±29,55	4490±23,87
Kontroll ⁸	346±4,88	1450±17,17	2573±35,82	4369±51,51

Table 4. Effects of dietary treatments on the feed intake

treatments (1); starter (2); grower (3); finisher (4); cumulated (5); byproduct based low protein diet (6); soybean meal based low protein diet (7); control (8)

Az állatok súlygyarapodása ugyanakkor már az indító szakasz végén szignifikánsan nagyobb volt a csökkentett fehérje tartalmú tápok etetésekor (5. táblázat). A hizlalás későbbi szakaszaiban tendenciáját tekintve megmaradt a fehérjecsökkentett tápok előnye, de a különbség már csak a szója alapú kezelésnél volt statisztikailag is igazolható.

5. táblázat

Fehérjecsökkentett tápok etetésének hatása csirkék súlygyarapodásra (g)

Kezelések ¹	Indító ²	Nevelő ³	Befejező ⁴	Összesített ⁵
Melléktermék alapú, fehérje csökkentett táp ⁶	294 ^a ±5,07	1020 ^a ±12,94	1567 ^{ab} ±22,14	2881 ^{ab} ±27,83
Szójadara alapú, fehérje csökkentett táp ⁷	281 ^{ab} ±1,77	1065 ^b ±9,51	1603 ^a ±19,28	2948 ^a ±17,00
Kontroll ⁸	275 ^b ±7,19	996 ^a ±10,74	1519 ^b ±20,22	2790 ^b ±30,68

^{a,b} az eltérő betűvel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Table 5. Effects of low protein diets on the weight gain of chicks

^{a,b} means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0,05$)

treatments (1); starter (2); grower (3); finisher (4); cumulated (5); byproduct based low protein diet (6); soybean meal based low protein diet (7); control (8)

A kezelések a takarmányértékesítést leginkább az indító és nevelő fázisban befolyásolták. A súlygyarapodáshoz hasonlóan, a csökkentett fehérje tartalmú tápok szignifikánsan kedvezőbb takarmányértékesítést eredményeztek (6. táblázat).

Az irodalmi adatok alapján a madarak nitrogénforgalma és az egyes aminosavak aktuális szintje befolyásolhatja a csirkék testösszetételét is. Ennek részben a májban zajló húgysavsintézis és annak zsírsavsintézisre gyakorolt hatása, az egyes aminosavak speciális metabolikus, endokrin szerepe, részben pedig a húgysavsintézissel összefüggő többlet energia igény lehet a magyarázata. Esetünkben a mellhús, a comb és a hasúri zsír arányában tapasztaltunk eltéréseket (7. táblázat). A két csökkentett fehérje tartalmú táp közül a szója alapú táp etetésekor szignifikánsan nagyobb mellhús és kisebb comb arányt kaptunk. Ennek a

6. táblázat

A kezelések hatása a takarmányértékesítésre (g/g)

Kezelések ¹	indító ²	nevelő ³	befejező ⁴	összesített ⁵
Melléktermék alapú, fehérje csökkentett táp ⁶	1,19 ^a ±0,008	1,43 ^{ab} ±0,011	1,66±0,010	1,53 ^a ±0,003
Szójadara alapú, fehérje csökkentett táp ⁷	1,22 ^{ab} ±0,015	1,39 ^a ±0,019	1,67±0,008	1,52 ^a ±0,008
Kontroll ⁸	1,26 ^b ±0,028	1,46 ^b ±0,012	1,69±0,015	1,57 ^b ±0,006

^{a,b} az eltérő betűvel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Table 6. The effects of dietary treatments on the feed conversion ratio

^{a,b} means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$)

treatments (1); starter (2); grower (3); finisher (4); cumulated (5); byproduct based low protein diet (6); soybean meal based low protein diet (7); control (8)

különbségnek nem tudjuk a magyarázatát. A hasúri zsír arányának szignifikáns növekedése ugyanakkor az lehetett az oka, hogy izokalorikus tápokot etettünk, ami a csökkentett fehérje tartalmú tápok esetében energia többletet és nagyobb arányú elzsírosodást eredményezett. Eredményeink alapján a fehérjecskökkentéssel párhuzamosan a tápok energia szintjét is arányosan változtatni kell.

7. táblázat

A kezelések hatása a vágási kihozatalra, a mellhús, a comb, a szárny és a hasúri zsír arányára (%)

Kezelések ¹	Vágási kihozatal ²	Mellhús ³	Comb ⁴	Szárny ⁵	Hasúri zsír ⁶
Melléktermék alapú, fehérje csökkentett táp ⁷	73,27±0,25	19,35 ^a ±0,22	21,76 ^a ±0,18	7,34±0,06	1,59 ^a ±0,09
Szójadara alapú, fehérje csökkentett táp ⁸	73,54±0,31	20,38 ^b ±0,22	21,20 ^b ±0,12	7,28±0,05	1,62 ^a ±0,05
Kontroll ⁹	73,77±0,25	20,57 ^b ±0,30	21,92 ^a ±0,12	7,26±0,07	1,35 ^b ±0,05

^{a,b} az eltérő betűvel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Table 7. Effects of dietary treatments on the carcass weight, breast, thigh, wing and abdominal fat ratio (%)

^{a,b} means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$)

treatments (1); carcass weight (2); breast meat (3); thigh (4); wings (5); abdominal fat (6); by product based low protein diet (7); soybean meal based low protein diet (8); control (9)

A brojler indexet (európai hatékonysági faktor, EEf) világszerte használják a termelési eredmények összehasonlítására. Az index számításakor figyelembe vesszük a hizlalási végsúlyt, az elhullást, a takarmány értékesítést és a hizlalási napok számát. A kontroll csoport 460-as brojler indexéhez képest a szója és a melléktermék alapú tápok egyaránt jobb eredményt értek el. A szója alapú fe-

hérjecsökkentett táp etetése 484-as, a melléktermék alapú tápé 482-es indexet eredményezett.

A kontroll csoport esetében az egy állatra jutó takarmány költség 494 Ft, ezzel szemben a szója és melléktermék alapú csökkentett fehérje tartalmú tápok ára 469 és 470 Ft volt. A napos csirke és a táp költség levonása után a kontroll csoporthoz képest a melléktermék alapú táp 55 Ft, míg a szója alapú táp 78 Ft-al nagyobb nyereséget jelentett.

Összefoglalva megállapítható, hogy a baromfi és sertés tápok fehérjetartalmának csökkentése komoly potenciált jelent a termelés hatékonyságának javítása, továbbá állatjóléti és környezetvédelmi szempontból egyaránt. A csökkentett fehérje tartalmú tápok összeállításánál azonban nagyobb odafigyelést igényel az aminosav szükségletek minél szélesebb körű biztosítása érdekében, figyelembe véve az aminosav arányokat és a nem esszenciális aminosavak mennyiségét is.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aarnink, A.J.A. - Verstegen, M.W.A.* (2007): Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livestock Sci.*, 109 194–203.
- Ajinomoto Eurolysine* (2011): Formulating pig grower diets with no minimum crude protein. *Information N° 37.*, 17.
- Aviagen* (2014): Nutrition Specifications for Ross 308 Broilers
- Belloir, P. - Lessire, M - Van Milgen, J. - Schmidley, P. - Corrent, E. - Tesseraud, S.* (2015a): Reducing dietary crude protein of broiler: a meta-analysis approach. 11èmes Journées de la Recherche Avicoles et Palmipèdes a Foie Gras, Tours, France, 2015. 03. 25-26. 1-6.
- Belloir, P. - Lessire, M. - Berri, C. - Lambert, W. - Corrent, E. - Tesseraud, S.* (2015b): Revisiting amino acid nutrition. In the proceedings of the 20th European Symposium on poultry Nutrition. 24-27 August. Prague, 27-34.
- Berri, C. - Le Bihan-Duval, E. - Cebut, M. - Sante-Lhoutelier, V. - Bezea, E. - Gigaud, V. - Yego, Y. - Duclos, M.J.* (2007): Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. *J. Anim. Sci.*, 85. 2005-2011.
- Bittman, S.M. - Dedina, C. M. - Oenema, H.O. - Sutton, M.A.* (2014): Options for Ammonia Mitigation, Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen; CEH,
- Conde-Aguilera, J.A. - Cobo-Ortega, C. - Tesseraud, S. - Lessire, M. - Mercier, Y. - Van Milgen, J.* (2013): Changes in body composition in broilers by a sulphur amino acid deficiency during growth. *Poult. Sci.*, 92. 1266-1275.
- Czakó J.* (1982): Állattenyésztési kísérletek tervezése és értékelése, Akadémiai kiadó, Budapest, 545.
- Figuroa, J.L. - Lewis, A.J. - Miller, P.S. - Fischer, R.L. - Diedrichsen, R.M.* (2003): Growth, carcass traits, and plasma amino acid concentrations of gilts fed low-protein diets supplemented with amino acids including histidine, isoleucine, and valine. *J. Anim. Sci.*, 81, 1529-1537.
- Fuller, M.F. - McWilliam, R. - Wang, T.C. - Giles, L.R.* (1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. *Br J. Nutr.*, 62. 255-67.
- Gloaguen, M. - Le Floc'h, N. - Corrent, E. - Primot, Y. - Van Milgen, J.* (2014) The use of free amino acids allows formulating very low crude protein diets for piglets. *J. Anim. Sci.*, 92. 637-644.
- IPPC* (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, chapter 10.
- Joint Research Centre of the European Commission* (2015): Best available techniques (BAT) reference document for the intensive rearing of poultry and pigs

- Kerr, B.J. - Southern, L.L. - Bidner, T.D. - Friesen, K.G. - Easter, R.A. (2003):* Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81. 3075-3087.
- Lambert, W. - Simongiovanni, A. - Tesseraud, S. - Corrent, E. (2015):* Threonine requirement of broiler chickens: integrated prediction by meta-analysis. In: 20th European Symposium on Poultry Nutrition, Prague (CZE) 2015/08/25-27, Abstract.
- Leclercq, B. (1998):* Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. *Poult. Sci.*, 77. 118-123.
- Mercier, Y. - Berri, C. - Baéza, E. - Bordeau, T. - Chartrin, P. - Ercebrand, F. - Geraert, P. A. (2009):* Improvement of muscle oxidative stability and processing yield in relation with dietary methionine sources. In: Poultry Science Association 98th Annual meeting. Raleigh, North Carolina (USA) 2009/07/20-23. Abstract 117.
- Ospina-Rojas, I.C. - Murakami, A.E. - Eying, C. - Nunes, R.V. - Duarte, C.R.A. - Vargas, M.D. (2012):* Commercially available amino acid supplementation of low-protein diets for broiler chickens with different ratios of digestible glycine+serine:lysine. *Poultry Sci.*, 91. 3148-3155.
- Rodehutscord, M. - Siegert, W. (2017):* Optimizing protein and amino acid nutrition for poultry. 16. BOKU-symposium Tierernahrung, 2017. 04. 27. Vienna.

A cikk a Pannon Egyetem és a Bécsi Állatorvostudományi Egyetem együttműködésével megvalósuló CEPI – Centre of Excellence for Poultry Innovation című projekt támogatásával készült. A projekt az Interreg V-A Ausztria-Magyarország Együttműködési Programban az Európai Unió, Magyarország, valamint a Bécsi Állatorvos-tudományi Egyetem támogatásával valósul meg.

Érkezett: 2018. szeptember

A szerzők címe: Dublecz K. – Koltay I. – Such N. – Dublecz F. – Husvéth F. – Wágner L. – Péterné Farkas E. – Márton A. – Farkas V. – Pál L.

*Authors' address: Pannon Egyetem, Georgikon Kar
University of Pannonia, Georgikon Faculty
H- 8360, Keszthely Deák Ferenc u. 16.
dublecz@georgikon.hu*