



Tartalékok és lehetőségek a tojótyúkok költséghatékony takarmányozásában

Tossenberger J., Halas V., Tóthi R., Horák A., Tenke J., Tischler A.

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

ÖSSZEFOGLALÁS

Közleményünk elsődleges célja, hogy áttekintést adjon a tojótyúkok aminosav- és P-szükségleti ajánlásairól, és javaslatot tegyen a hazai szakembereknek azon értékekre, melyek mellett a tojástermelés gazdaságossága javítható. További célunk, hogy bemutassuk az egyre nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló melléktermékek felhasználásnak lehetőségeit és korlátait a tojótyúkok takarmányozási költségének csökkentése érdekében. A legújabb kutatási eredmények alapján elmondható ugyanis, hogy a tojótyúkok fehérje- és aminosav-ellátása a hazai gyakorlatban – néhány kivételtől eltekintve – rendkívül túlzó. Több kísérleti adat utal arra, hogy az állatok teljesítményének csökkenése nélkül lényegesen csökkenthető az etetett takarmányok nyersfehérje-, aminosav- és foszfortartalma, ami azonos bevétel mellett a takarmányozási költségek csökkenését eredményezheti. A tojótápok nyersfehérje-tartalmát nem indokolt 16%-nál nagyobb értékre beállítani. Az intenzív tojó hibridek napi szükséglete 900 mg össz lizinnel és 300 mg össz metioninnal biztosítható. Tovább pontosítható a tojótyúkok aminosav-ellátása abban az esetben, ha a receptúrák összeállítása során nem össz aminosav, hanem emészthető aminosav alapon számolunk. A tojó hibridek P-szükséglete a takarmányok 5 g/kg össz P-tartalma mellett is bőségesen fedezhető. A DDGS 10–15%-os arányban eredményesen használható a tojótápokban. A termelési ciklus második felében biztosított nagyobb DDGS arány mérsékelheti a tojótyúkok elzsírosodásának mértékét, ami kisebb elhullásban és a termelés-csökkenés intenzitásának mérséklődésében nyilvánulhat meg. A repcedara a barnahéjú tojást termelő tojótyúkok takarmányozásában csak korlátozott mértékben javasolható, azonban fehér tojó hibridek esetében – aminosav-kiegészítés mellett – költséghatékonyan felhasználható komponense a tojótápoknak.

(Kulcsszavak: tojótyúk, aminosav, foszfor, melléktermékek)

ABSTRACT

Reserves and opportunities in the cost-efficient feeding of layer hens

J. Tossenberger, V. Halas, R. Tóthi, A. Horák, J. Tenke, A. Tischler

Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

The primary objective of our publication is to provide a review of the amino acid and P recommendations for layer hens and to propose requirements for Hungarian nutritionists that would allow improving the economics of egg production. Another objective is to present the opportunities and limitations of using the continuously increasing volumes of byproducts in the interest of reducing the feeding costs of layer hens. The latest research findings clearly show that the protein and amino acid supply of layer hens in the commercial production practice of Hungary is, with a very few exceptions, far too excessive. Several research data suggest that the crude protein, amino acid and phosphorus contents of the diets can be substantially reduced without

impairing the performance of the animals, and this can result in lower feed costs beside the same level of income. There is no reason to set the crude protein content of layer hen diets higher than 16%. The daily requirements of intensive layer hybrids can be met by feeding 900 mg total lysine and 300 mg total methionine. The amino acid requirements of layer hens can be determined more accurately when feed formulas are based on digestible amino acid instead of total amino acid contents. The P requirement of layer hens can be amply satisfied even if the total P content of the diets is as low as 5 g/kg. DDGS can be successfully used in layer diets at the rate of 10–15%. Higher DDGS percentages during the second half of the production cycle can moderate the adiposity of layer hens, which may be reflected in lower mortalities and a slower decline of production. The feeding of rapeseed meal to brown egg laying hens can be suggested with restrictions only; in white egg layers, however, it can be a cost-efficient ingredient of layer diets besides amino acid supplementation.

(Keywords: layer hen, amino acid, phosphorus, byproducts)

BEVEZETÉS

A tojástermelés gazdaságosságát elsősorban a takarmányozási költségek határozzák meg, mivel ezek aránya gyakran az összköltség 65–73%-át is kiteszi. Ebből adódóan az árutojás előállítás költségeinek csökkentése a takarmányozási költségek csökkentése révén realizálható a legkönnyebben. Ennek egyik előfeltétele az állatok tényleges, a termelés szintjéhez igazított táplálóanyag ellátása, illetve a feleslegben biztosított táplálóanyag mennyiség elkerülése. További lehetőség azon melléktermékek racionális felhasználása, amelyek etetésekor a madarak termelése nem csökken, az előállított termék minősége nem romlik, ugyanakkor az optimális termeléshez szükséges táplálóanyag mennyisége a legkisebb költségáfordítással biztosítható.

A hazai termelési gyakorlatban a tojótápok általában úgy állítják össze, hogy azok táplálóanyag-tartalma a hibrideket forgalmazó cégek ajánlásainak megfelelő legyen. Ezek az ajánlások azonban legtöbbször a szükségleteket meghaladó mennyiségű táplálóanyag ellátást biztosítják a madarak részére annak érdekében, hogy a hibridek a genetikailag determinált teljesítő képességüket „biztosan” ki tudják fejteni. Nagyon gyakran előfordul, hogy az etetett tojótápok – a megrendelő kifejezett kérésére – ezen értékeket is meghaladják. A takarmányokban lévő túlzott táplálóanyag „tartalék”, és ezen keresztül a túlzott táplálóanyag ellátás napjaink intenzív tojó hibridjei esetében már kifejezetten káros. A feleslegben biztosított táplálóanyag ugyanis egyrészt felesleges és költségnövelő, másrészt az attól való „megszabadulás” megterheli az állatok anyagcseréjét, ami a termelésre is kihat. Fontos feladat tehát azon optimális táplálóanyag és ásványi anyag szintek deklarálása, amelyekkel realizálható a madarak genetikai potenciálja, minimális környezet terhelés és kisebb takarmányozási költségek mellett. Ez elsősorban a legnagyobb költséghányadot adó táplálóanyagok mennyiségének optimalizálásával lehetséges. Ilyen összefüggésben a termelés tényleges igényéhez igazított fehérje- és aminosav-ellátásnak és az optimális foszforellátásnak kiemelt szerepe van. Ugyanilyen fontos a túlzott energiaellátás elkerülése és a melléktermékek célirányos felhasználása is. Közleményünk célja, hogy áttekintést adjon a tojótyúkok aminosav szükségleti ajánlásairól és foszfor szükségletéről. További célunk, hogy bemutassuk a nagy mennyiségben rendelkezésre álló melléktermékek felhasználásnak korlátait és azon lehetőségeket, amelyek lehetővé teszik a tojótyúkok takarmányozási költségeinek csökkentését.

A tojótyúkok fehérje- és aminosav-ellátása

A madarak fehérjeszükségletét a létfenntartáshoz, a súlygyarapodáshoz és tollképződéshez, valamint a tojás előállításához szükséges fehérje mennyiségének összege teszi ki. A jelenlegi vizsgálatok homlokerében azonban már nem a tojótápok fehérjetartalmának, hanem sokkal inkább a takarmánykeverékek aminosav-tartalmának és az aminosavak egymáshoz viszonyított arányának meghatározása áll (D'Mello, 2003). A gyakorlatban a szükségletekhez igazított fehérje/aminosav-ellátás esetén a tojótyúkok genetikai kapacitása optimálisan kihasználható, miközben a felvett fehérje/aminosavak a legkevésbé terhelik az állatok intermedier anyagcseréjét és minimalizálható a környezet nitrogén terhelése is. A tojótápok indokoltnál nagyobb fehérjetartalma ezeken túlmenően károsan hat a madarak hőháztartására is, amelynek különösen a nyári hónapokban lehet gyakorlati szempontból is jelentősége.

A tojó hibridek fehérje- és aminosav-szükségletének kielégítéséhez több ajánlás is rendelkezésre áll, ugyanakkor az intenzív és gyors ütemű szelekciós munka eredményeképpen a jelenlegi hibridek táplálóanyag szükségleti értékei folyamatos felülvizsgálatot kívánnak a tényleges genetikai teljesítmény kihasználása érdekében. Ezért napjainkban is a kutatások súlypontos részét képezik azok a vizsgálatok, amelyek a nagy teljesítményű tojó hibridek fehérje- és aminosav-szükségletének pontosítására irányulnak (Bregendahl és mtsai., 2008).

A tojótyúkok táplálóanyag-szükségletét közreadó néhány ismertebb ajánlás (NRC, 1994; AminoDat™ 2.0; MTK, 2004) valamint a tenyésztő cégek ajánlásainak adataiból kitűnik, hogy az intenzíven termelő tojótyúkok tápjaiba – az idézett ajánlások átlagában – 160,8 g/kg nyersfehérjét javasolnak biztosítani. Ehhez képest Magyarországon a tojótápot igen gyakran 180 g/kg-nál nagyobb fehérjetartalommal gyártják, ami a felsorolt ajánlások átlagához képest 13%-nál nagyobb fehérjetartalmat jelent. Ez a fehérjetöbblet – a fehérjehordozók mindenkorai árának függvényében – könnyen számszerűsíthető költségtöbblettel jár. Ezzel szemben a rendelkezésünkre álló holland gyakorlati adatok lényegében megegyeznek a fenti ajánlásokkal, ami nyilvánvalóan kisebb takarmány alapanyag költséget, a piacon pedig versenyelőnyt is jelent.

A továbbiakban néhány olyan fontosabb kísérleti eredményt mutatunk be, amelyek az aminosav-ellátás és a tojótyúkok termelése közötti összefüggésekkel foglalkoznak, és irányadónak tekinthetők az intenzív tojó hibridek takarmányozásában. Terjedelmi okok miatt részletesen csak a lizinnek, és a metioninnak a termelést befolyásoló hatását mutatjuk be. A tojótápok ajánlható aminosav-összetételének bemutatása során azonban a metionin+ cisztinre, a treoninra valamint a triptofánra is kitérünk.

Balnave és Robinson (2000) vizsgálatai szerint, a takarmányok lizintartalma 7,35 g/kg és 8,65 g/kg értékek között nem befolyásolja sem a tojótyúkok tojástermelését, sem a megtermelt tojásmassza mennyiségét, sem pedig a madarak takarmányértékesítését (I. táblázat). Az adatokból jól látható, hogy a madarak a takarmányok 7,35 g/kg lizintartalma mellett (lizinfelvétel: 940 mg/nap) is képesek voltak a maximális tojásmasszát megtermelni. Ugyanakkor Moraes és mtsai. (2007) a könnyűtestű hibridek napi össz lizin szükségletét 893 mg-ban, a középnehéz hibridekét pedig 804 mg-ban adja meg. Joly (2010) adatai szerint a tojótyúkok lizin szükséglete a csúcstermelés időszakában 895 mg össz lizinfelvétel mellett kielégíthető. A legújabb kutatási adatok tehát egybehangzóan azt mutatják, hogy az intenzív tojó hibridek a csúcstermelés alatt sem igényelnek 900 mg-nál több lizint naponta (össz lizin). Ez a lizin mennyiség – napi 110 g átlagos takarmányfelvételt feltételezve – 8,2 g/kg össz lizintartalommal biztosítható. A fenti érték lényegében megegyezik az AminoDat™ 2.0 ajánlásával, valamint a tenyésztőcégek által ajánlott és a holland gyakorlatban alkalmazott értékkel is. Megjegyzendő azonban, hogy a diéták aminosav-tartalmának emészthetősége, és

ebből adódóan azok emészthető aminosav-tartalma, a felhasznált takarmánykomponensek mennyiségétől és minőségétől függően nagymértékben változhat, ezért a receptúra összeállítás során helyesebb emészthető aminosav alapon számolni.

1. táblázat

A lizinellátás hatása a középnehéz tojótyúkok termelésére (Balnave és Robinson, 2000)

Lizin (1) (g/kg)	Tak. felvétel (2) (g/nap)	Termelés (3) (%)	Tojásmassza (4), (g/nap)	Tak. értékesítés (5), (kg/kg)
7,35	128 ^a	88,8	52,9	2,41
7,75	126 ^a	88,9	53,3	2,37
8,15	126 ^a	89,0	53,5	2,36
8,55	122 ^b	87,6	51,9	2,37
8,65	122 ^b	88,4	53,3	2,41

(19–61. élethét, NF: 160 g/kg, ME: 11,25 MJ/kg, Isa Brown) (19–61 weeks of age, CP: 160 g/kg, ME: 11.25 MJ/kg, Isa Brown), $P \leq 0,05$

Table 1. The effect of lysine supplementation on the production of brown egg layers

Lysine(1), Feed intake g/day(2), Production(3), Egg mass g/day(4), Feed conversion(5)

A fentebb már idézett szerzőknek (Balnave és Robinson, 2000) a tojótyúkok metionin szükségletének megállapítására irányuló vizsgálatának fontosabb eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. A kísérletek adatai szerint takarmányok metionin-tartalma 2,83 g/kg és 3,83 g/kg értékek között egyik vizsgált termelési paramétert sem befolyásolta szignifikánsan ($P \geq 0,05$). A maximális termeléshez szükséges metionin (433 mg/nap), az állatok 128 grammos napi takarmányfelvétele (és 1,44 MJ ME felvétele) mellett, a tápok 3,33 g/kg metionin-tartalmával biztosítható volt. Amennyiben a madarak takarmányfelvétele nem haladja meg a középnehéz hibridekre jellemző deklarált 110 g/nap értéket, ugyanazon tojásmassza megtermeléséhez legalább 3,9 g/kg össz metionint kell biztosítani a tojótápokban.

Bregendahl és mtsai. (2008) vizsgálataikban azt találták, hogy a leghorn típusú tojótyúkok a csúcstermelés időszakában mind a maximális tojásmennyiséget, mind a maximális tojásmasszát már 253 mg/nap valódi emészthető metionin felvétel esetén képesek megtermelni, ami jól emészthető komponensekből összeállított diéták esetében, a leghorn típusú madarakra jellemző napi 100 g takarmányfelvételt feltételezve, a takarmánykeverékek 2,5 g/kg valódi emészthető metionin-tartalmával biztosítható. Ez a metionin mennyiség a valódi emészthető lizin 47%-át teszi ki, és a kukorica-szója alapú diétákra jellemző 92–93%-os valódi metionin emészthetőséget feltételezve (Bregendahl és mtsai., 2008) 2,7 g/kg össz metioninnak felel meg. Ez egy 110 grammos napi takarmányfelvétel esetén 300 mg napi össz lizin felvételt jelent.

Kedvezőtlenebb metionin emészthetőség (pl. 85%) esetében ez a valódi emészthető metionin mennyiség 2,9 g/kg összemetonin-tartalom mellett lenne biztosítható. Ilyen metionin-tartalom mellett a középnehéz hibridek nagyobb takarmányfelvételük révén is képesek metionin szükségletüket fedezni. Az idézett forrás által javasolt metionin mennyiség jó egyezőséget mutat az az NRC (1994) és a MTK (2004) által javasolt értékekkel (3 g/kg), de közel azonos a holland gyakorlatban széleskörűen alkalmazott

metionin mennyiséggel is. A magyar gyakorlat – a kivételektől eltekintve – ennél közel 60%-kal több metionint biztosít a tojótápokban.

2. táblázat

A metionin ellátás hatása a középnehéz tojótípusok termelésére (Balnave és Robinson, 2000)

Metionin (1) (g/kg)	Takarmány felvétel (2) (g/nap)	Termelés (3) (%)	Tojás-massza (4) (g/nap)	Takarmány értékesítés (5) (kg/kg)
2,83	131	89,8	53,9	2,43
3,08	128	87,5	52,9	2,43
3,33	130	90,8	55,2	2,36
3,58	128	88,3	52,7	2,43
3,83	128	90,0	54,3	2,37

(20–52. élethét, NF: 160 g/kg, ME: 11,25 MJ/kg, Isa Brown) (20–52 weeks of age, CP: 160 g/kg, ME: 11.25 MJ/kg, Isa Brown)

Table 2. The effect of methionine supplementation on the production of brown egg layers

Methionine(1), Feed intake g/day(2), Production(3), Egg mass g/day(4), Feed conversion(5)

A tojótápok aminosav-összetétele

A tojótápok aminosav-összetételét az egyes aminosavaknak a lizinhez viszonyított arányával (%) jellemzik. A madarak lizin szükségletének ismeretében így könnyen beállítható az az aminosav arány, amelynek biztosítása mellett optimalizálható a madarak teljesítménye. Az idevonatkozó vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a nagy termelésre predestinált hibridek aminosav-szükségletét optimálisan csak akkor tudjuk kielégíteni, ha a takarmánykeverékek összeállítása során nem össz aminosav-tartalommal, hanem a takarmánykeverékek emészthető aminosav-tartalmával számolunk. Ebből adódóan – a madarak aminosav-szükségletének jobb kielégítése érdekében – az újabb ajánlások már emészthető aminosav-tartalommal (látszólagos vagy valódi) számolnak.

A 3. táblázat adataiból jól látható, hogy a metioninnak a lizinhez viszonyított arányára tett ajánlások egységesek, azok a lizin 47–50%-át teszik ki, (átlagosan 49%); a javasolt metionin+cisztin arány ugyancsak homogénnek tekinthető, átlagosan 92%. A treonin átlagosan javasolt aránya 71%, a triptofáné pedig átlagosan 21%. Ezen adatokat alapul véve a tojóhibridek takarmányaiban 6,8 g/kg látszólagosan emészthető lizintartalom esetén 3,3 g/kg látszólagosan emészthető metionint, 6,3 g/kg látszólagosan emészthető metion+cisztint, 4,8 g/kg látszólagosan emészthető treonint és 1,4 g/kg látszólagosan emészthető triptofánt célszerű biztosítani. A bemutatott adatok alapján összegzésként megállapítható, hogy a tojótápok nyersfehérje-tartalmát nem indokolt 16%-nál nagyobb értékre beállítani. A tojótípusok lizin szükséglete napi 900 mg össz lizinfelvétel mellett kielégíthető. A magyar gyakorlat által gyakran alkalmazott lizin szintek túlzóak, ami a metioninra és a treoninra még inkább igaz. A felesleges fehérje-, illetve aminosav-túletetés környezetkárosító és költségnövelő.

3. táblázat

Ajánlások a tojótápok aminosav-összetételére (lizin=100%)

Aminosavak (5)	F O R R Á S (6)			
	1	2	3	4
Lizin (7)	100	100	100	100
Metionin (8)	50	49	50	47
Metionin+cisztin (9)	93	91	91	94
Treonin (10)	66	73	66	77
Triptofán (11)	19	20	23	22

1: CVB (1996): emészthető aminosav ajánlásokból számolva (*calculated from digestible amino acid recommendation*)

2: Coon és Zhang (1999): emészthető aminosav szükségleti értékekből számolva (*calculated from digestible amino acid requirements*)

3: Rostagno (2005): emészthető aminosav alapon számolva (*calculated on the basis of digestible amino acids*)

4: Bregendahl és mtsai. (2008): valódi emészthető aminosav értékekből számolva a 28–34 élethét között (*calculated from true digestible amino acid requirements between the 28-34 weeks of age*)

Table 3. Ideal protein recommendations for layers (lysine=100%)

Amino acids(5), Source(6), Lysine(7), Methionine(8), Methionine+cysteine(9), Threonine(10), Tryptophan(11)

Tovább javítható a tojótyúkok aminosav-ellátása abban az esetben, ha a receptúrák összeállítása során nem össz aminosav, hanem emészthető aminosav alapon számolunk, a komponensek korrekten meghatározott emészthető aminosav-tartalmára alapozva. A takarmányok összeállítása során fokozott figyelem fordítandó a takarmányok helyes aminosav-összetételének meghatározására is, mert az az aminosavak hasznosulását nagymértékben befolyásolja.

A tojótyúkok foszfor-ellátása

Az ásványi anyagok közül a madarak teljesítményére a legnagyobb hatással a kalciumnak és a foszfornak van. Hiányos kalcium-ellátás esetén – a hiány mértékétől függően – nagyobb a törött, repedt illetve hajszálrepedt tojások aránya, de pl. a túlzott foszforellátás következtében – kielégítő kalcium-ellátás mellett is – tojáshéj képződési zavarok léphetnek fel. A foszfor-többlet a tojótyúkok esetében tehát egyértelműen káros, ugyanakkor takarmányfoszfátok világpiaci árának megnövekedése miatt már jelentős többletköltséggel is jár. Mindezekben túlmenően a tojótyúk foszforszükségletének optimális kielégítését a környezetvédelmi szempontok is egyre indokoltabbá teszik. Több kísérleti adat egybehangzóan azt mutatja, hogy az intenzíven termelő tojótyúkok a teljes termelési ciklus átlagában a felvett foszfornak alig 20%-át tartják vissza szervezetükben (Oloffs és mtsai., 2000, Rodehutschord és mtsai., 2002).

Ez hazai viszonylatban annyit jelent, hogy egy tojótyúk egy 12 hónapos termelési ciklus alatt, napi 115 g átlagos takarmányfelvételt és a MTK (2004) foszfor ajánlásának teljesülését feltételezve átlagosan 244 g foszfort vesz fel, amelyből mintegy 195 g-ot ürít a környezetébe. Ez Magyarországon az iparszerű körülmények között tartott tojóállománnyal számolva közel 1100 t foszfor kibocsátásnak felel meg. Ez a

nagymértékű foszforútítás a foszfor-szükségletek pontosításával, valamint a takarmánykomponensek natív foszfor hasznosíthatóságának javításával egyaránt mérsékelhető. A hasznosíthatóság javítása a tojótápok összetevőinek célirányos, okszerű megválasztásán túl az ipari úton előállított fitáz enzim adagolásával is lehetséges (Rodehutsord és mtsai., 2002, Tossenberger és Babinszky, 2008).

A rendelkezésre álló szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a tojótápoknak bizonyosan lényegesen kisebb a foszfor-szükséglete, mint ahogyan azt akár egy évtizeddel korábban is gondolták. Ezt támasztja alá a közelmúltban publikált legtöbb kísérleti adat is. Ezen adatok a tojótápok foszfortartalmának csökkentésére illetve a csökkentés/csökkenthetőség szükségességére hívják fel a figyelmet. Tossenberger és Babinszky (2008) adatai szerint (4. táblázat) a takarmánykeverékek foszfortartalmának az NRC (1994) ajánlásához viszonyított (NRC= 2,5 g/kg nem fitin= 5,0 g/kg összes P) 40%-os (a termelés első fele) illetve 50%-os (a termelés második fele) csökkentése a tojótápok által megtermelt tojások számát a 12 hónapos termelési ciklus alatt 12%-kal csökkentette ($P \leq 0,05$). A 300 PPU/kg illetve 500 PPU/kg fitáz-kiegészítést is tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok tojástermelése (4. táblázat) azonban azonos volt az ajánlás szerinti P-tartalmú takarmányt fogyasztó madarak termelésével ($P \geq 0,05$). A fitáz dózisoknak nem volt hatása a madarak teljesítményére ($P \geq 0,05$).

4. táblázat

A foszfor-ellátás hatása a tojótápok termelésére, takarmányfelvételére és takarmány-értékesítésére (Tossenberger és Babinszky, 2008)

Megnevezés (1)	K E Z E L É S E K (2)				RMSE **
	I	II	III	IV	
Tojástermelés (3)					
Termelt tojás (db/tyúk/52 hét) (4)	324 ^a	285 ^b	311 ^{ab}	322 ^a	26
Takarmányfelvétel ÉS takarmányértékesítés (5)					
Takarmányfelvétel (g/nap) (6)	111 ^a	101 ^b	109 ^a	112 ^a	8
Takarmányértékesítés (kg/kg) (7)	2,03 ^a	2,13 ^a	2,06 ^a	2,05 ^a	0,18

I: ajánlás (NRC, 1994) szerinti P-tartalmú diéta fitázkiegészítés nélkül (*Dietary P level is according to the NRC, 1994 recommendation, without phytase supplementation*); II: csökkentett P-tartalmú diéta, fitázkiegészítés nélkül (*Reduced dietary P level without phytase supplementation*); III: csökkentett P-tartalmú diéta, 250 PPU/kg fitázkiegészítés (*Reduced dietary P level, 250 PPU/kg phytase supplementation*); IV: csökkentett P-tartalmú diéta, 500 PPU/kg fitázkiegészítés (*Reduced dietary P level, 500 PPU/kg phytase supplementation*)

RMSE : *Root Mean Square Error*

a,b: azonos soron belül az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P \leq 0,05$) (*Means within a row without a common superscript differ ($P \leq 0,05$)*)

Table 4. Effect of phosphorous supply on the production, feed intake and feed conversion ratio of layers

Traits(1), Treatments(2), Egg production(3), Egg produced (egg/hen/52 week(4), Feed intake and feed conversion ratio(5), Feed intake (g/day)(6), Feed conversion(7)

Korábbi irodalmi adatok szerint, tojáshéj-képződési zavarok tojótápok esetében akkor lépnek fel, amikor a takarmánykeverékek összes foszfortartalma kilogrammonként

meghaladta az 5,5 g-ot (Männer, 1987). A legtöbb esetben – így a hazai gyakorlatban is – a tojótápok legalább 5,5 g/kg, de gyakrabban ennél több foszfort tartalmaznak. Feltehetően ezzel magyarázható az a megfigyelés is, hogy Magyarországon az intenzív tojó hibridek által megtermelt tojások 7–8%-a repedt vagy hajszálrepedt (Bangó, személyes közlés). Ez egyúttal arra is felhívja a figyelmet, hogy a tojáshéj szilárdságának javításában a takarmányok kalciumtartalmán kívül, a foszfortartalomnak is meghatározó szerepe lehet.

Összegzésként megállapítható, hogy a tojótápok P-tartalma fitázkiegészítés mellett, az NRC (1994) ajánlásához (2,5 g/kg nem fitin = 5,0 g/kg Pt) képest akár 40%-kal is csökkenthető az állatok teljesítményének csökkentése nélkül.

A melléktermékek szerepe a tojótyúkok takarmányozásában

Az utóbbi években a melléktermékek közül a legnagyobb mennyiségben a bioetanol gyártás (DDGS) és a biodízel gyártás (repcetogácsa) melléktermékei keletkeznek. Az alábbiakban e két melléktermék tojótápokban történő felhasználhatóságát mutatjuk be röviden.

A DDGS felhasználhatósága

Az NRC (1994) szerint a DDGS fehérjetartalma 27–29% közötti, rosttartalma 9%, energiataralma pedig 10,4 MJ/kg. A WPSA (2009) adatai szerint a metabolizálható energiataralma 11,3 MJ/kg (kb. az árpával egyenértékű), más források szerint ennél alacsonyabb 9,7 MJ/kg (9–10,4). A fehérje aminosav-összetétele nem kedvező: a lizin aránya kifejezetten alacsony, a metionin-tartalma megegyezik a kukoricáéval. Az egyes aminosavak emészthetősége 65–80% (kukorica 80–90%, szójadara 85–92%). Mindezek alapján baromfi indítótápokban nem javasolható, azonban nem zárható ki a felhasználása a baromfinevelő és a baromfi befejező valamint a tojó takarmánykeverékek esetében. Shurson és Noll (2005) szerint a DDGS 80%-a a kérődzőkkel, 14%-a a sertésekkel, 6%-a pedig a baromfival kerül feletetésre. Batal és Dale (2006) a DDGS-t a tojótápokba 10% (csúcstermelés) illetve 15%-os (csúcstermelés utáni időszak) arányban javasolja bekeverni.

Fontos tényező, hogy a kukorica DDGS-nek a P-emészthetősége legalább a háromszorosa a kukoricáénak. A DDGS-tartalmú diéták fitáz kiegészítésével a baromfi (így a tojótyúk) P-emésztése tovább javítható, a foszforkibocsátás mértéke pedig tovább mérsékelhető (Whitney et al., 2001), amennyiben a takarmányok összeállítása során a madarak P-szükségletét emészthető P alapon elégítjük ki. A kukorica DDGS a baromfi számára tehát kiváló foszforforrás. Nagy emészthető/hasznosítható foszfortartalma alkalmassá teszi a baromfitakarmányozásban felhasználásra kerülő takarmány-foszfátok mennyiségének csökkentésére, amit a takarmányreceptúrák összeállítása során célszerű figyelembe venni (Shurson és Noll, 2005).

Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy bár a brojlerek esetében a DDGS-tartalmú takarmánykeverékek enzimekkel (xylanázt, β -glukanáz) történő kiegészítése általában javítja a madarak teljesítményét, tojótyúkok esetében az enzim kiegészítésből adódó energiátöbblet, elzsírosodáshoz, petefészkek működési zavarokhoz, következményesen termelés csökkenéshez vezethet. Ezért a DDGS-tartalmú tojótápok NSP-bontó enzimekkel történő kiegészítése ellenjavallt. Ugyanakkor a nagyobb DDGS arány a tojótápokban – különösen a termelési ciklus második felében – mérsékelheti az elzsírosodás mértékét, így lassíthatja a termelés csökkenésének intenzitását is. Összegzésként megállapítható, hogy a DDGS a tojótápoknak jól használható komponense lehet, bekeverési arányát azonban körültekintően, a DDGS táplálóanyag (és

szennyezőanyag) -tartalmának pontos ismeretében, valamint a különböző termelési fázisban lévő tojtyúkok táplálóanyag szükségletét figyelembe véve kell megválasztani.

A repcedara felhasználhatósága

Takarmányozási célra csak az úgynevezett dupla nullás (canola, csökkentett erukasav és mustárolaj tartalmú) repce és annak feldolgozása során visszamaradó melléktermék alkalmas. Könnyű testű tojók takarmányaiban mintegy 9–10%-ban bekeverhető a repcedara lizin kiegészítéssel. A repcedara 10% feletti bekeverési aránya már ronthatja a Ca és P emészthetőségét, ami a tojtyúkok esetében rendkívül kritikus. A szójadara kiváltásakor a receptúra összeállítása során azonban különösen fontos az összes aminosav helyett a madarak emészthető aminosav-szükségletét figyelembe venni a repcedara aminosavainak alacsonyabb ileális emészthetősége miatt. A barnahéjú tojást termelő tojtyúkok takarmányozásában a repcedara csak korlátozott mértékben használható fel. Ennek oka, hogy ezen madarak egy génmutációt (FMO3 gén mutációja) hordozhatnak, mely miatt nem képesek a repcében lévő trimetilamint (TMA) szagmentes TMA-oxiddá átalakítani (*Dolphin és mtsai.*, 1997). Normál körülmények között a trimetilamin egy, a májban található enzim (trimetilamin oxigenáz) segítségével trimetilamin-oxiddá (TMA-oxid) alakul át, mely a szervezetből a vizelettel ürül (*Pearson és mtsai.*, 1978). A TMA a tojtyúkok egy kisebb hányadánál nem alakul át TMA-oxiddá (*Maldonado és Barram*, 2004), visszamarad a szervezetben és a tojássárgájában halmozódik fel (trimetilaminuria). Ebből adódóan az ilyen tojás kellemetlen, romlott halszagú, ami a fogyasztóban bizalmatlanságot kelt és a termék frissességét kérdőjelezi meg. A barna tojást termelő hibridek 5–10%-os gyakorisággal előforduló, recesszíven öröklődő rejtett génhibája miatt, ezen hibridek takarmánykeverékeiben mellőzendő minden olyan takarmánykomponens vagy takarmány adalékanyag, amely trimetilamint tartalmaz, vagy amelyből az tojtyúkok szervezetében trimetilamin képződhet. Ilyen takarmány komponensnek tekintendő a repce és a repce feldolgozásából származó melléktermékek, függetlenül azok erukasav- és glikozinolát-tartalmától (*Kretschmar és mtsai.*, 2009). Bíztható eredmények vannak a mutáns génnel rendelkező egyedek kiszűrésére, így ezek tenyésztésből és termelésből való kizárására. A fehér tojást termelő hibridek állományában (Hy-line, Leghorn (fehér), Shaver starcross 288) ez a genetikai probléma nem jelentkezik. Így a repcedara – aminosav kiegészítés mellett – jelenleg a könnyű testű tojók hibridek takarmányainak költség hatékonyan felhasználható komponense.

IRODALOM

- AMINODat™ 2.0. (2001). Degussa Corporation Feed Additives. Hanau-Wolfgang, Germany.
- Balnave, D., Robinson, D. (2000). Amino Acid and Energy requirements of imported Brown Layer Strains. A report for the Rural Industries Research Development Corporation. RIRDC publication N°00/179.
- Batal, Dale (2006). True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles. *J. Appl. Poult. Res.*, 15. 89-93.
- Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., Hoehler, D. (2008). Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cysteine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for white Leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. *Poultry Science*. 87. 744-758.
- Coon, C., Zhang, B. (1999). Ideal amino acid profile for layers examined. *Feedstuffs*. 71. 14. 13-15. 31.

- CVB (1996). Tabellenboek Veevoeding 2001. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoerders. Centraal Veevoederbureau, Postbus 2176:8203. AD, Lelystad, the Netherlands.
- D'Mello, J.P.F. (2003). Responses of growing poultry to amino acids. In: D'Mello JPF, editor. Amino acids in animal nutrition. 2nd ed. New York: CAB International; 2003. 237-260.
- Dolphin, C.T., Janmohamed, A., Smith, R.L., Shephard, E.A., Phillips, I.R. (1997). Missense mutation in flavin-containing mono-oxygenase 3 gene, FMO3, underlies fish-odor syndrome. *Nat Genet.*, 17. 491-494.
- Joly, P. (2010). Reevaluation of Amino Acid Requirements for Laying Hens: Lysine Requirements.
<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/reevaluation-amino-acid-requirements-t1537/141-p0.htm>
- Kretzschmar, K., Dänicke, S., Schmutz, M., Preisinger, R., Weigend, S. (2009). Interactions of flavin containing monooxygenase 3 (FMO3) genotype and feeding of choline and rapeseed cake on the trimethylamine (TMA) content in egg yolks of laying hens. *Archives of Animal Nutrition*. 63. 3. 173-187.
- Magyar Takarmánykódex (2004). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Perez-Maldonado, R.A., Barram, K.M. (2004). Evaluation of australian canola meal for production and egg quality in two layer strains. *Proc. Aust. Poult. Sci., Symposium*. 2004. 171-74.
- Männer, K. (1987). Physiologie der Eibildung. In: Scheunert A., *Lehrbuch der Veterinär-Physiologie*, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 541-557.
- Moraes Sa, L., Rostagno, H.S., Teixeira Albino, L.F, and D'Agostini, P. (2007). Exigencia nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 ac 50 semanas de idade. *R. Bras. Zootec.* 36. 6. 1829-1836.
- NRC (1994). Nutrient requirement of chicks. 1994. National Research Council. 9th revised edition. National Academy Press. Washington D.C. 93.
- Oloffs K., Cossa J., Jeroch H. (2000). Phosphorus utilization from different vegetable feedstuffs by laying hens. *Arch. Geflügelk.* 64: 24-28
- Pearson, A.W., Butler, E.J., Curtis, R.F., Fenwick, G.R., Hobson-Frohock, A., Land, D.G., Hall, S.A. (1978). Effects of rapeseed meal on laying hens (*Gallus domesticus*) in relation to fatty liver haemorrhagic syndrome and egg taint. *Res Vet Sci.*, 25. 307-313.
- Rodehutsord, M., Sanvera, F., Timmler, R. (2002). Comparative Study on the Effect of Variable Phosphorus Intake at two Different Calcium Levels on P Excretion and P Flow at the Terminal Ileum of Laying Hens. *Archives of Animal Nutrition*. 56. 3. 189-198.
- Shurson, J., Noll, S. (2005). Feed and Alternative Uses for DDGS. Research Report. Department of Animal Science, University of Minnesota.
- Rostagno, H.S. (2005). Brazilian tables for poultry and swine. Composition of feedstuffs and nutritional requirements. 2nd ed. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Vicosa, Brazil.
- Tossenberger, J., Babinszky, L. (2008). A tojótyúkok foszforellátásának és teljesítményének összefüggései. *Magyar Baromfi*. 11. 25-33.
- Whitney M.H., Spiehs M. J., Shurson G.C. (2001). Availability of phosphorus in distiller's dried grains with solubles for growing swine. *J. Anim. Sci.*, 79. 108.
- WPSA (1999). "European Amino acids Table" (WPSA, 1999).

Levelezési cím (*corresponding author*):

Tossenberger János

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar,

Takarmányozástani Tanszék

Kaposvár University, Faculty of Animal Science

Department of Animal Nutrition

7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-82-505-800

e-mail: tossenberger.janos@ke.hu



Az erjesztett tömegtakarmányok minőségének kritikus pontjai: a termelés-csökkenő- és az állategészségi problémát okozó tényezők kockázatának csökkentése

Orosz Sz., Nagy Z.

Szent István Egyetem, Takarmányozástani Tanszék, 2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1.
FitoLab Kft, 1125 Budapest, Istenhegyi út 29.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tejelő állomány kielégítő egészségi állapotának megőrzéséhez és a termelés növeléséhez nem csak jelentős táplálékanyag-tartalmú és jó emészthetőségű, de megfelelő higiéniájú, jól erjedt és a bontást követően stabil szilázs szükséges. A szilázsokban napjainkban nagy gyakorisággal előforduló szaprofita és patogén Clostridiumok mellett a fonalas penészgombák megtelepedése és az általuk termelt másodlagos anyagcsere-termékek (mikotoxinok) okozta terheltség állategészségi problémákhoz és a termelés romlásához vezet. A jól erjedt, kórokozókat nem tartalmazó szilázsok esetében a silóbontást követő folyamatok további veszélyforrást jelentenek, mivel az aerob, romlást okozó mikroorganizmusok által a silófalban termelt anyagcsere-termékek szintén kockázati tényezők az állomány egészségi állapota szempontjából (elsősorban a penész- és élesztőgombák, valamint az ecetsavtermelő baktériumok tartoznak ebbe a csoportba). A szemlecek célja ezen káros mikroorganizmusok és az általuk termelt anyagcsere-termékek hatásának összefoglalása, valamint a káros folyamatok megelőzését szolgáló egyes agrotechnika elemek, továbbá a betakarítási, silózási és silóbontási technológia kritikus pontjainak leírása.

(Kulcsszavak: szilázs, Clostridium, penészgomba, mikotoxin, aerob stabilitás)

ABSTRACT

Crucial points in silage quality: prevention of poor performance and animal health problem in dairy herds.

Sz. Orosz, Z. Nagy

Szent István University, H-2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1.
FitoLab Kft, H-1125 Budapest, Istenhegyi út 29.

Farmers require not just high nutrient content and good digestibility in their silages, but appropriate hygienic conditions and aerobically stable fermented forages are demanded for maintaining of their dairy herd favourable health status and increase of performance, as well. The high occurrence of saprogenic and pathogen Clostridia in silages, considerable moulds proliferation and mycotoxin contamination can cause animal health problem and poor performance in dairy herds. Moreover, the silo wall conditions and bad wall management have negative effect on well fermented silage items, as well, since the aerobic microorganisms can proliferate in the wall and produce harmful, undesirable metabolites (moulds, yeasts, lactic acid producing bacteria). Authors summarize the effect of these undesirable microorganisms and metabolites on animal health, describe the preventive field agrotechnique (harvest), crucial points of ensiling methods (silotypes, sealing) and best practice of the wall management

(Keywords: silage, Clostridium, mould, mycotoxin, aerobic stability)

BEVEZETÉS

A szilázsokban előforduló káros mikroorganizmusok

A szilázsok táplálóanyag-tartalmának, bendőbeli lebonthatóságának emészthetőségének, az erjedés minőségének és a szilázs higiéniai állapotának (mikrobiológiai státuszának) minimálisan két célt kell szolgálnia, hogy ne legyen sem termelés-csökkentő sem pedig állategészségi kockázatot jelentő tényező a tejelő állományra nézve. A tömegtakarmányok felületén előforduló mikroorganizmusok összetétele kulcsfontosságú a szilázsok erjedése és bontás utáni stabilitása szempontjából.

A szilázsok mikroflórája és a mikroflóra összetételét befolyásoló tényezők

Woolford (1984) szerint a növények felületén élő mikroflórát, a fermentáció és az aerob stabilitás szempontjából kétféle mikroorganizmus csoportra oszthatjuk. Az erjedés szempontjából kedvező mikroorganizmusok közé elsősorban a homofermentatív tejsavtermelő baktériumok, a kedvezőtlen csoportba pedig a káros erjedési folyamatokat okozó anaerob törzsek (pl. *Clostridium* és *Enterobacterium* sp.), illetve az aerob romlást előidéző fajok tartoznak (pl. élesztő- és penészgombák, ecetsavtermelő baktériumok, *Bacillus* sp.).

A romlási folyamatokért felelős mikroorganizmusok számos forráson keresztül fertőzhetik a szilázsokat. Jouany (2007) szerint a növények felületén, az ún. epifita flórában található mikroorganizmusok aerob körülmények között, már a szántóföldön gyorsan szaporodásnak indulnak, és tovább szaporodnak a rosszul taposott silóban, vagy a nyitott silófalban. A kukoricánövény felületén már a szántóföldön elszaporodhatnak a penészgombák (többek között *Fusarium* gombafajok) és az élesztőgombák is (*Saccharomyces* fajok stb.). Szaporodásuknak kedvez a párás meleg időjárás. Bizonyos körülmények között a penészgombák már az élő növény felületén megkezdhetik a mikotoxinok termelését, így az alapanyag már mikotoxin-szennyezett érkezik a telepre (Jouany, 2007). A szilázsból kimutatott mikotoxinok többsége a vegetáció során képződik a betakarítás és a silózás előtt. A legjelentősebb *Fusarium* gombafajokat a növény minden egyes részéből ki lehetett mutatni. A kórokozó a gyökér-, szár-, levél- és csőpenészt is okozhat, terjedhet vektorokkal (pl. fonalférgekkel) is. Az érési stádiumban a legmagasabb a fertőzés kockázata, de a penész leggyakrabban az elhalt szöveteket fertőzi meg. Jouany (2007) szerint a szántóföldi növényeknél megfelelő agrotechnikai eszközökkel csökkenthetjük a káros mikroorganizmusok szaporodását. A védekezés tervezésekor a csapadékellátottságot (a korábbi éveket és az adott évet) kell figyelembe venni. A csapadékos, hűvös időjárás kedvez a káros mikroorganizmusok és a penészgombák szántóföldi fertőzésének, ezért javasolt kerülni a kései betakarítást. Továbbá érdemes figyelni a terület kiválasztásakor a kórokozó számára hasznosítható elővetemény-maradványokat (gabona-, illetve kukoricagyökér- és szármadaradványok) az adott és a szomszédos táblákban. A kultúrnövények termesztésekor kerülni kell a terület elgyomosodását, ezáltal csökkenthető a penészgombák elszaporodása. A túlzott nitrogén műtrágya adagolása szintén fokozza a növények penészesedését. Figyelembe kell venni a növényfajták és hibridek, például a különböző silókukorica-hibridek eltérő érzékenységét is a fertőzésekkel szemben.

A *Fusarium*- és élesztőgombák a nem megfelelő tömörségű szilázsokban (kevesebb, mint 150 kg szá/m³ térfogatsúly), illetve a silóbontást követően a szilázs szénhidrátjait és a tejsavat használják fel saját életfenntartásukhoz, jelentős táplálóanyag-vesztést okozva ezzel. Szaporodásuk másik káros következménye a mikotoxinok megjelenése (penészgombák), a magas alkoholtartalom, elsősorban etanol, emellett az élesztőgombák elszaporodása a fertőzött szilázs felmelegedéséhez is vezet.

A szilázsba elsősorban földszennyeződéssel kerülnek be a szaprofita és kórokozó anaerob *Clostridiumok*, valamint az aerob bacilusok, az *Escherichia coli*, a *Salmonella* fajok és az élesztőgombák egy része. A talaj az élesztőfajok komplett tárháza, ahonnan azok könnyen átvihetők a silózott növényre. A talajban élő mikroorganizmusok közül 2010-ben az anaerob *Clostridiumok* okozták a legnagyobb problémát, melynek oka, hogy a belvízzel borított területeken a talaj levegőtlené vált, így az anaerob baktériumok felszaporodhattak a felső talajrétegben. Ennek következtében még a kismértékű földszennyeződés esetében is jelentős problémát okoztak egyes állományokban (gázgangréna, elhullás). Nagy kiterjedésű, belvízzel borított területeken, kerülni kell az alacsony vágási magasságot (legalább 8 cm), mert az növeli a földszennyeződés mértékét, amely a *Clostridiumok*, az élesztőgombák és penészgombák felszaporodását eredményezheti a fennyasztás és a silózás során. A kórokozó anaerob mikroorganizmusok elleni védekezés egyik alapja a földszennyeződés csökkentése a betakarított tömegtakarmányban (Szűcsné és Avasi, 2005): a tarlómagasság növelésével, a gépi rendelkezés megfelelő módon való végrehajtásával Tóth (2001) és a silózás technológiájának szigorításával (a gépjárművek kerekeiken szintén felhordhatják a földszennyeződést a silódombra) csökkenthető a kockázat. A *Clostridiumok*, az élesztők és az aerob bacillusok elsősorban a fennyasztás alatt szaporodnak fel a szennyezett alapanyagban. A fennyasztás felgyorsítása a másik kulcsa ezen mikroorganizmusok kiszorításának. O'Kiely *et al.* (2002a,b; 2007) szerint szignifikáns különbség van a *Clostridiumok*, az élesztők és az aerob bacillusok számában a 24 órás és a 48 órás fennyasztási időtartam között, ezért a szársértők alkalmazásának és az azonnali rendterítésnek nagy jelentősége van a fennyasztás időtartamának csökkentésében, azaz a káros mikroorganizmusok visszaszorításában.

Az anaerob fázisban a káros másodlagos erjedési folyamatokért elsősorban (szintén a talajszennyeződéssel bekerült) szaprofita vajsavtermelő-baktériumok tehetők felelőssé, (*Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*). A szaprofita klosztridiumokat a kritikus pH-szint alá történő gyors leszorításával, valamint a vízáktivitás-viszonyok szabályozásával (fennyasztással) lehet az erjesztésből kirekeszteni Schmidt (2003).

Clostridiumok

A talajban élő mikroorganizmusok között megtalálhatók un. obligát (feltétlen) kórokozó fajok. Ezek az erjedés során nem játszanak jelentős szerepet, de az etetést követően az állat szervezetében elszaporodva megbetegedést okozhatnak. Léteznek olyan fakultatív (feltételesen) patogén (kórokozó) törzsek, melyek jelen vannak a gazdaszervezetben (légutakban, emésztőcsatorna nyálkahártyájában), de csak akkor idéznek elő megbetegedést, ha az állat ellenálló képessége valamilyen okból kifolyólag csökken Varga és mtsai. (2007). A *Clostridium perfringens* D, C és B típusok fakultatív patogén baktériumok a bélcsatornában tömegesen elszaporodva enterotoxinokat termelnek (enterotoxémiát okozva), melyek általában un. necrotikus enteritist (elhalásos bélgyulladás, bélvérzést stb.) eredményeznek.

A *Clostridium haemolyticum* szintén talajban élő kórokozó baktérium, mely a spórából a májban kezd kicsírázni, és vérsajtoldó hatást kifejtve. Következmenyek: sötétvörös vizelet-vérfestékvizelés, kiterjedt belső vérzések, lázas állapot. A betegség lefolyása gyors, az állatok általában egy-két nap alatt elhullanak. Azokban az országokban, ahol nagyobb gyakorisággal fordul elő, vakcináznak ellene.

A *Clostridium perfringens* a gázgangréna kialakulását is előidézhetheti a földdel szennyezett sebekből kiindulva, ekkor gyakran van jelen a *Clostridium septicum* és a *Clostridium histolyticum* is, amelyek önmagukban kevésbé patogének.

A *Clostridium tetani* baktérium sebekbe jutva halálos kimenetelű merevgörcsöt idézhet elő állatokban és emberben egyaránt. A *Clostridium tetani* spórái a talaj felső rétegében mindenütt megtalálhatók. Takarmánnyal az állatok bélsatornájába kerülve a spórák kicsiráznak, elszaporodnak és a bélsárral ürülnek. A fertőzött állatok bélsarában ezért sok tetanusbacillus mutatható ki, melynek következtében a trágyázott mezőgazdasági területen, a talajban különösen sok spórát lehet találni. A *Clostridium botulinum* okozta botulizmust (izomrenyheség, bénulás) a baktérium által termelt toxin váltja ki (Varga és mtsai., 2007).

A talajban számos szaprofita *Clostridium* faj található, melyek az erjedés során minőségromlást okoznak a szilázsban, és a *Clostridiumok* a tej minőségét is rontják. Ez annak következménye, hogy a baktérium spórái képesek a szarvasmarha emésztőcsatornáján sértetlenül áthaladni, majd a spórák a bélsárral szennyezett tőgyről fejkor a tejbe juthatnak. A savtolleráns *Clostridium tyrobutyricum* a leggyakrabban előforduló faj szarvasmarháknál. Szénhidrátbontó hatásán kívül ezen baktériumok képesek a tejsavat vajsavvá, hidrogénné és széndioxid gázzá bontani. Ez a gázok fejlődésével járó vajsavas erjedés nemcsak a tejsavas erjedés mértékét befolyásolja a szilázsokban, de ugyanez a káros gáztermelés figyelhető meg a sajtgyártás során is, mely a Gauda, Ementáli és Parmezán (kemény) sajtok minőségi romlását okozza.

A szaprofita *Clostridium* fertőzés nagy nedvességtartalmú (kevesebb, mint 30% szárazanyag-tartalom), magas kémhatású (pH 5), valamint jelentős ammónia-tartalmú szilázsokra jellemző. Ezért a szilázs erjedését irányítva, alacsony kémhatás mellett (hasonlóképpen az enterobaktériumokhoz) gátolhatjuk a *Clostridiumok* szaporodását. A *Clostridiumok* a hozzáférhető víz (a_w) szintjére is nagyon érzékenyek, a tömegtakarmányok fonnyasztásával szintén korlátozhatjuk a *Clostridiumok* szaporodását a szilázsban. A kórokozó klosztridiumokra ez nem vonatkozik, ezek a szilázsban nem szaporodnak tovább, viszont jelenlétük már kis mennyiségben is káros lehet. A kórokozók esetében az agrotechnikai eszközök megfelelő használatával a szántóföldi megelőzés a kockázat csökkentésének egyik lehetősége.

A szilázsok aerob instabilitása okozta kockázati tényezők

Az aerob romlást befolyásoló tényezők

Az aerob romlás a silóbontás után következik be az élesztő- és penészgombák, valamint az aerob ecetsavtermelő baktériumok szaporodása következtében a silófalban. Az említett mikroorganizmusok hatására alkoholok, ecetsav és mikotoxinok termelődnek. Az aerob romlás kockázata a kukoricaszilázs esetében jelentős, különösen meleg időben, valamint gyenge tömörítési és kitérítési technológia mellett. Lucernaszilázs és -szénáz esetében a romlás kockázata kisebb. A silófalnak a romlási folyamatok elleni védelme alapvető fontosságú, mivel állatainkkal nem a besilózott és lezárt tételt, hanem a silófalból bontott szilázst etetjük. A silófal védelme már silózáskor elkezdődik (a tömörítés hatékonyságával), az erjedés minőségével és intenzitásával folytatódik, valamint befejeződik a kitermelés módjával és gyakoriságával (silófal-menedzsment)!

A szilázs hőmérsékletének növekedése biztos jele az aerob romlási folyamatoknak. A melegekedést az okozza, hogy az élesztők és a baktériumok bontani kezdik a növényekben található cukrokat és szerves savakat (például a tejsavat). A tejsav és a vízben oldódó szénhidrátok oxidációja ezért hőtermeléssel (50–70 °C) és táplálékanyag-veszteséggel jár együtt. Két hőmérsékleti csúcs figyelhető meg: az elsőt a felbontás után 2–3 nappal az élesztők tevékenysége idézi elő, a másodikat pedig ezután 3–4 nappal, a penészgombák felszaporodása okozza. A szénhidrátokon túl egyéb értékes táplálékanyagok, például a fehérjék mennyisége is csökken a romlási folyamatok során Woolford (1990).

Az erjedést követően a szilázs a cukortartalma befolyásolja az aerob romlást okozó élesztő- és penészgombák, valamint ecetsavtermelő baktériumok felszaporodását. Tehát a nagyobb cukortartalom növeli az aerob romlás kockázatát. A magasabb (30–35 °C) környezeti hőmérséklet fokozza az aerob romlást okozó mezofil mikroorganizmusok szaporodását. A kukorica és a kalászos gabonából készült szilázsok általában jobban ki vannak téve a kitárolás utáni romlási folyamatoknak, mint a fűfélékből vagy pillangósokból készült szilázsok. Az alacsony pH önmagában még nem képes megelőzni az aerob mikroorganizmusok felszaporodását, mivel az élesztők igen alacsony (2,5–3 pH) kémhatás mellett is életképesek. A jól erjedt szilázsok gyakran jobban ki vannak téve a romlási folyamatoknak a felbontás után, mint a rosszul erjedtek. Az erjedés során keletkező káros anyagoknak ugyanis bizonyított az aerob stabilitást javító hatásuk (ecetsav, propionsav, vajsav), melyek a jobb minőségű erjedés során nem, vagy alig termelődnek. A silózás technológiájával, és az egyes silózási adalékanyagok hozzáadásával befolyásolhatjuk az erjedést és a bontás után bekövetkező romlási folyamatok mértékét *Woolford* (1990).

Az aerob stabilitást elsősorban meghatározó tényezők: a tömörség, a cukorszerű szénhidrátok mennyisége, a növény faja és fajtája, a környezeti hőmérséklet, a szárazanyag-tartalom, a kémhatás, az erjedés során keletkező anyagok, az erjedés minősége és az alkalmazott silózási adalékanyag.

Az aerob stabilitás javítása adalékanyagokkal

Honig és mtsai. (1999) megállapították, hogy megfelelő silózási technológiával és adalékanyagok hozzáadásával fokozható a szilázs aerob stabilitása. Az erjedés szabályozható szelektív mikrobagátló anyagokkal is. A takarmányhoz adagolt savak erősen csökkentik a kémhatást, melyen csak a tejsavtermelő baktériumok tudnak működni. A tartósítás folyamán a sav a sejtnedvben disszociálva növeli annak hidrogénion koncentrációját, mely akadályozza az élesztők és penészgombák szaporodását. Az erős fungicid hatású szerves savak (hangyasav, ecetsav, propionsav) hatékonyabbnak bizonyultak a szerves savaknál.

A leggyakrabban használt szerves sav a hangyasav, mely gátolja az enterobaktérium csoportba tartozó mikroorganizmusok szaporodását, de 4 pH-ig nem befolyásolja a tejsavtermelő baktériumok tevékenységét. A hangyasav nagyobb adagban kifejezetten klosztridiumölő hatású. *Filya és mtsai.* (2005a) megállapították, hogy hangyasav-alapú tartósítószeres fokozzák az aerob stabilitást, az élesztő- és penészgombák gátlásával javítják az alacsony szárazanyag-tartalmú szilázsok takarmányminőségét, valamint csökkentik a pH-t és CO₂-termelést. A propionsav gyengébb sav a hangyasavnál, ezért a szilázs pH-ját annál kisebb mértékben csökkenti. Fungicid hatásánál fogva gátolja az élesztő- és penészgombák felszaporodását, így az utóerjedés megelőzésére jól használható nem csak szálastakarmány, de szemes nedveskukorica tartósításánál is.

Különböző hatóanyagú adalékanyagok együttes használatával, keverék készítményekkel hatékonyabban fokozhatjuk a szilázsok aerob stabilitását. *Davies és mtsai.* (2005) számos vizsgálatot végeztek propionsavtermelő baktériumot, heterofermentatív tejsavtermelő baktériumot, valamint homofermentatív baktériumot és sókat (szorbátot, szulfátokat, benzoátot) tartalmazó keverék készítményekkel. Az adalékanyagok eltérő hatást mutattak a fűszilázs aerob stabilitásának javításában. *Filya és mtsai.* (2005b) megállapították, hogy a *Propionibacterium acidipropioni* az élesztőgombák szaporodását gátló tulajdonsága révén segítette az aerob stabilitás kialakulását.

Nemrégiben a heterofermentatív *Lactobacillus bruchneri* tejsavtermelő baktériumról megállapították, hogy javítja a szilázs aerob stabilitását. A *L. bruchneri* egy

heterofermentatív tejsavbaktérium, mely anaerob körülmények között a tejsavat ecetsavvá és 1,2-propándiollá bontja. Önmagában alkalmazva, károsan befolyásolja az erjedést, amely homofermentatív tejsavbaktériumok együttes alkalmazásával ellensúlyozható. *Ruser és Kleinmans* (2005) megállapították, hogy a *L. bruchneri*, (5 l/tonna) propionsav kezeléssel kiegészítve javította a fűszilázs az aerob stabilitását. A kezeletlenhez képest a kezelt fűszilázs ecetsavtartalma jelentősen emelkedett, de nem eredményezett visszaesést a takarmányfelvételben és tejtermelésben. *Bach és mtsai.* (2005) megfigyelték, hogy a *L. bruchneri*-vel oltott szilázs hőmérsékleti csúcspontja, valamint a bontás után a penészgombák száma és aflatoxin-tartalma alacsonyabb volt a kezeletlenhez képest. A kezeletlen és kezelt szilázsok deoxinivalenol- és zearalenon-tartalma nem tért el jelentősen. A *L. bruchneri* termelhet eddig nem ismert, gombaölő tulajdonságú metabolitokat is.

A magas tejsavtartalom nem feltétlenül eredményezi a szilázs aerob stabilitását. *Yimin és mtsai.* (2002) megállapították, hogy a *L. casei* és *L. plantarum* segítette az erjedési folyamatokat az olaszperje alapanyagú szilázsban, de az élesztőgombák felszaporodását és az aerob romlás mértékét nem csökkentették. *L. casei* és *L. plantarum* készítmények akadályozták a Clostridiumok és aerob baktériumok felszaporodását, de a kezelt szilázsban felszaporodott élesztőgombák a tejsav jelenlétét jól, a vajsavét pedig kevésbé tolerálták. Ezek az élesztőgombák az alacsony pH-n is tudtak szaporodni, valamint bontották a tejsavat, de élettevékenységeiket az alacsony vaj- és propionsav jelenléte gátolta. *White és mtsai.* (2002) azonban megállapították, hogy amikor a tejsavbaktérium-kultúrát kombinálták Na-benzoát és K-szorbát adalékkal (500 és 1000 ppm), a keverék alkalmazásával a bontás után a szilázsban kevesebb CO₂ keletkezett a kezeletlen, vagy tejsavval kezelt szilázshoz képest. A keverék-adalékanyaggal kezelt szilázs pH-ja kevésbé emelkedett a kontroll és a csak tejsavval kezelt szilázshoz képest.

Howard és mtsai. (2005a,b) vizsgálták a 372 g/kg szárazanyag-tartalomra fonnyasztott perjéknél az egyes adalékanyagoknak, pl. ammónium-tetraformiát sóknak (85%, 3 és 6 ml/kg); a *L. plantarum*nak, a *L. plantarum* Na-benzoáttal vagy K-szorbáttal kevert változatának és egyes élelmiszeripari sóknak (Na-benzoát, K-szorbát) hatásait. Megállapították, hogy a magas hangyasav-tartalmú készítmények segítették legjobban az erjedést és javították a szilázs aerob stabilitását.

Az aerob romlás megelőzése: technológiai javaslatok

A tömörítés során a szárazanyag-tartalom, a szecskaméret, a betakarítási és a tömörítési kapacitás összehangolása a cél, a megfelelő térfogatsúly elérése érdekében (200–250 kg szá./m³). Alapvető továbbá, hogy a kibontott silófalból minden nap legyen kitermelés. Javasolt naponta 10–30 cm előrehaladás a silódepóban hűvös és hideg időben a takarmány kitermelése közben. Nyáron növeljük a kitermelt takarmány vastagságát (akár 30–45 cm falközi silóban). A silótér kialakításának kulcsszerepe van a romlás megelőzésében: olyan hosszúságú és szélességű silódepóra van szükség, hogy a levegővel érintkező silófal minél kisebb felületű legyen és lehetővé tegye a napi kitermelést (az állomány napi szükséglete ebben az esetben megfelel a teljes silófal-szélesség 30 cm-es mélységben való kitermelésekor keletkező mennyiséggel). Tehát a silófal felületét úgy kell kialakítani, hogy az állomány napi szükségletéhez igazodva minden nap legyen kitermelés. A kritikus takarmányok (pl. nedves roppantott kukorica) mennyiségét téli felhasználásra tervezzük, vagy adalékanyaggal kezeljük a nyári kitermelésű tételeket. Olyan adalékanyagok alkalmazása javasolható, amelyeknek valóban van aerob stabilitást fokozó hatása. Az erjedést javító hatású adalékanyag ugyanis nem biztos, hogy a stabilitást is javítja. A nyári felhasználású takarmánytételek

esetében javasolt az elsősorban stabilitást javító adalékokat alkalmazni (propionsav vagy propionsavat előállító mikrobák, benzoátok, szorbátok), illetve nyári felhasználású föliatömlők esetében javasolt nagyobb dózis alkalmazása (4–5 liter/tonna). A takarmány fajtája is meghatározza az adalék használatát: pl. a nedves roppantott kukorica stabilitása gyengébb, mint a lucernáé. Lucerna esetében a stabilitást javító hatású adalék alkalmazása kevésbé indokolt az erjedést serkítő adalékanyagokhoz képest. Az aktuális telepi körülmények is befolyásolják a döntést: túlméretezett ('örökölt') silódepó esetében mindenképpen javasolt védekezni az aerob romlás ellen kukorica alapanyagú szilázs esetében. Esős időben érdemes a stabilitást javító adalék mellett dönteni, mert ilyen esetben akadozhat a behordás és a tömörítés. Továbbá bontáshoz használt eszközök (például silómáró) hiányában is indokolt a stabilitást is javító adalék alkalmazása. Mindezek tükrében megállapítható, hogy megfelelő műszaki technológiával még nehéz körülmények között is előállítható jól erjedt és nyári melegben is stabil szilázs.

Az egyes silózási technológiák hatása az erjedés minőségére, a szilázs mikroflórájára, mikotoxintartalmára és stabilitására

Az egyes silózási technológiák különböző, egymástól jelentős mértékben eltérő erjedési feltételeket biztosítanak az alapanyagoknak. Az anaerob körülményeket a tömörített anyag térfogatsúlya határozza meg elsősorban. A térfogatsúly az alkalmazott technológiától, a nyomásviszonyoktól, az alapanyag szárazanyag-tartalmától, az anyag rosttartalmától és rostösszetételétől, valamint szálastakarmányok esetében annak fizikai szerkezetétől (szecskázott, szeletelt vagy eredeti szálhosszúságú jellemzőitől) függ. A szárazanyag-tartalom, a szecskaméret és a nyersrosttartalom fordítottan arányos a potenciálisan elérhető térfogatsúly értékével. Az 1. táblázatban a különböző silózási technológiák esetében, a gyakorlatban mért térfogatsúlyok láthatóak. Megfigyelhető, hogy a hagyományos, állandó bálakamrás bálázóval, szeletelő berendezés nélkül készített bálák tömörsége a legkisebb és ezért a legkedvezőtlenebb az erjedés szempontjából. A szeletelő berendezés alkalmazásával azonban javítható a tömörség. A változó bálakamrás bálázókkal alakítottabb, egyenletesebb és nagyobb tömörségű bálák készíthetők. Ezen technológia azonban elsősorban fű silózására javasolható, mert lucerna esetében jelentős levélpérgési veszteséggel kell számolni. Falközi silóban és föliatömlőben közel hasonló tömörségi viszonyok alakíthatók ki, míg a szecskabála esetében kimagasló térfogatsúlyokat mértünk *Orosz et al.* (2008).

A bálázott (hagyományos bálaképzés esetében) és a szecskázott alapanyagból készített szilázsok (szecskabála, föliatömlő, falközi siló) erjedése a változó tömörségi viszonyok miatt is eltérő. *O'Kiely és mtsai.* (2007) szerint a bálaszilázsokban kevésbé voltak biztosítva az anaerob feltételek, ami miatt kevesebb volt a tejsav mennyisége, és hajlamosabb volt a káros vajsavtermelő baktériumok szaporodására (2. táblázat). Kifejezett felületi réteg hatást csak a bálalást felső 1 cm-ében tapasztaltak (sértetlen föliaborítás esetében).

A bálaszilázst magasabb kémhatás, gyengébb intenzitású erjedés *Jones és Fychan* (2002); *McEniry és mtsai.* (2005), nagyobb porozitás *O'Kiely és mtsai.* (2002a); *Forristal és O'Kiely* (2005) jellemzi a szecskázott szilázsokhoz képest. A bálaszilázs esetében a fóliával érintkező felület 6–8-szor nagyobb, mint a falközi silóban *O'Kiely és mtsai.* (2002a). A csomagoláshoz használt fólia (70 μm 4 rétegben előnyújtással) vékonyabb, mint a falközi siló esetében használt takarófólia (250 μm), ami aerob feltételeket képes teremteni a bála felületén *O'Kiely és mtsai.* (2002a). *McEniry és mtsai.* (2005) normál szárazanyag-tartalmú (354 g kg^{-1}) és kedvező kémhatású (pH 4,5)

bálaszilázsban több élesztőt (*Lactobacillus*, *Enterobacteria*) talált a felső 20 cm-es rétegben, mint a bálamagban, míg nem volt szignifikáns eltérés a *Bacillusok* és a *Clostridiumok* számában. A nagyobb élesztő és enterobakétriium szám a bála felületének átlevégözését jelzi.

1. táblázat

Mért tömörség a silózási technológia függvényében (Orosz et al., 2008)

Takarmány, technológia (1)	Térfogatsúly (2)	
	kg/m ³	kg szá/m ³
Hagyományos bálaszenázs (lucerna) (3)	450-550	150-180
Változó bálakamrás bálázó(4)	530	170
Szeletelő berendezéssel (5)	540	180
Állandó bálakamrás bálázó (6)	450	150
Szeletelő berendezéssel (7)	480	160
Szeckabála (8)		
Lucernasilázs-bála (9)	650-700	230-280
Fűszilázs-bála (10)	780-825	250-260
Fóliatömlő (11)	580-620	190-210
Lucernasilázs (12)	580-620	190-210
Kukoricasilázs (13)	630-650	210-220
Falközi siló (14)	600 (cél: 750)	200 (cél: 250)

Table 1. Density of the different ensiling technologies

Feedstuffs, technology(1), Density(2), Conventional bale haylage(3), Variable chamber baler(4), Cutting system(5), Fixed chamber baler(6), Cutting system(7), 'Chop' bales(8), Alfalfa baled silage(9), Grass baled silage(10), Tube(11), Alfalfa silage(12), Maize silage(13), Bunker silo(14)

O'Kiely és mtsai. (2007) modell körülmények között vizsgálták a fonnyasztás és a különböző silózási technikák hatását is a fűszilázsok kémiai-, erjedési- és mikrobiológiai összetételére. Azt tapasztalták, hogy a fonnyasztás időtartamának növelésével a vajsavbaktériumok száma nőtt, a kémhatás emelkedett, a fermentációs termékek (szerves savak és etanol) mennyisége pedig csökkent a szilázsokban. A bálaszilázsok erjedése kedvezőtlenebb volt, mint a hosszú szálú vagy szeckázott alapanyagból készített nagy tömörségű szilázsoké (3. táblázat).

Az erjedési mutatók mellett a szilázsok bontás utáni stabilitása is fontos paraméter. Általában a hőmérséklet-változással jellemezzük a stabilitást: minél hosszabb idő telik el (órában kifejezve) egységnyi hőmérséklet-emelkedés bekövetkezéséig, annál stabilabb a szilázs. O'Kiely és mtsai. (2007) vizsgálták fűszilázsokban a fonnyasztásnak és a silózási technológiának az aerob romlásra gyakorolt hatását. Azt tapasztalták, hogy a bálaszilázsok aerob stabilitása szignifikánsan rosszabb a nagy tömörségű szilázs és szeckázott fűszilázsokhoz képest.

2. táblázat

Bálaszilázsok és szecskázott alapanyagú szilázsok mikrobiológiai és kémiai összetétele (*O.Kiely és mtsai., 2007*)

	Bálaszilázs (14)	Szecskázott alapanyagú szilázs (15)	s.e.d.	Sig.
Tejsavbaktérium (log10 cfu/g) (1)	5,70	5,96	0,205	NS
Élesztőgomba (log10 cfu/g) (2)	3,81	2,34	0,514	**
<i>Clostridium</i> –vajsavtermelő baktérium (log10 cfu/g) (3)	3,70	3,04	0,308	*
<i>Bacillus</i> (log10 cfu/g silage) (4)	2,67	3,46	0,275	**
Enterobaktérium (log10 cfu/g) (5)	1,27	1,31	0,498	NS
Szárazanyag (g/kg)	360	220	26,3	***
pH	4,55	3,85	0,115	***
Tejsav (g/kg szá.) (6)	42	103	8,1	***
Etanol (g/kg szá) (7)	15	19	2,1	*
Ecetsav (g/kg szá) (8)	15	43	2,9	***
Propionsav (g/kg szá) (9)	3,2	7,0	0,78	***
Vajsav (g/kg szá) (10)	10,4	6,2	2,14	NS
Fermentációs termék (g/kg szá) (11)	85	179	9,2	***
Tejsav/fermentációs termék(g/g) (12)	0,49	0,58	0,046	*
Szárazanyag-emészthetőség (g/kg) (13)	644	677	20,5	NS

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, NS=nem szignifikáns, s.e.d standard hiba, cfu=telepképző egység

Table 2. Composition of baled (combined weighted mean) and conventional precision-chop silages

Lactic acid bacteria(1), Yeast(2), Bacilli(3), Enterobacteria(4), Dry matter(5), Lactic acid(6), Ethanol(7), Acetic acid(8), Propionic acid(9), Butyric acid(10), Fermentation products(11), Lactic acid/fermentation products(12), Dry matter digestibility(13), Bale silage(14), Precision-chop silage(15)

Összességében megállapítható, hogy a kórokozó vagy szaprofita anaerob baktériumok, a romlást okozó aerob baktériumok és gombák, az általuk termelt anyag-cseretermékek (pl. a mikotoxinok) számos fajtája akár külön-külön, de együtt egymás hatását erősítve is, súlyos termelőkiesést vagy állományszintű állategészségi kockázatot, elhullást okozhat. A gyógykezelés nehézkes, költséges és gyakran nem eredményes, ezért a megelőzésen van a hangsúly: az alkalmazott szántóföldi agrotechnika, a betakarítási és a silózási technológia, a silózási adalékanyagok alkalmazása és a kitárolási technológia (silófal-menedzsment) egyaránt fontos tényező a megelőzésben és a tejelő állomány egészségének valamint termelésének védelmében.

3. táblázat

A fonyasztás időtartama és a silózási módszer közötti összefüggések-különbségek a szilázsok kémiai-, erjedési- és mikrobiológiai összetételében (O.Kiely és mtsai., 2007)

Fonyasztás (h) (1)	Silózási technológia (2)	pH	Tejsav (6)	Ecetsav (7)	FT (8)	L/FT (9)	NyF (10)	Clostridium szám
			g/kg sza.			(g/g)	g/kg sza.	(log10 cfu/g)
0	BSz (3)	4,42	69	14,6	98	0,70	144	1,9
0	HF (4)	4,40	77	18,1	111	0,68	152	1,3
0	SzF (5)	4,29	82	19,3	115	0,71	147	1,2
24	BSz (3)	4,94	47	9,1	69	0,63	147	1,8
24	HF (4)	5,09	37	9,2	57	0,60	141	2,0
24	SzF (5)	4,84	44	9,0	64	0,63	145	1,6
48	BSz (3)	5,18	14	5,5	27	0,47	148	1,4
48	HF (4)	5,07	21	6,7	34	0,57	149	1,3
48	SzF (5)	4,92	22	6,8	35	0,56	148	1,4
Szigifikancia								
Fonyasztás		***	***	***	***	***	**	***
Silózási technológia		***	**	***	**	*	NS	*
Fonyasztás x technológia		*	***	**	***	***	*	*

BSz=bálaszilázs, HF=hosszú szálú fűszilázs laborsilóban, SzF= zecskázott fűszilázs laborsilóban, FT=fermentációs termék, T/FP=tejsav: fermentációs termék arány, Nyf=nyersfehérje
*P< 0.05, **P< 0.01, ***P<0.001, NS nem szignifikáns

Table 3. Interactions between wilt and ensiling system – differences in silage chemical, fermentation and microbial composition

Wilt(1), Ensiling technology(2), Baled silage(3), Long grass in lab silo(4), Precision choppe grass silag in laboratory silo(5), Lactic acid(6), Acetic acid(7), Fermentation products(8), Lactic acid:fermentation products(9), Crude protein(10), Silage aerobic stability data (day 98 only) for 0 h, 24 h and 48 h wilted silages ensiled in bales, as long grass in laboratory silos and as precision chopped grass in laboratory silos

IRODALOM

- Bach, A., Iglesias, C., Adelantado, C., Calvo, M.A. (2005). Effectiveness of *Lactobacillus buchneri* to improve aerobic stability and reducing mycotoxin levels in maize silages under field conditions. In: Park R.S. and Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 232.
- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2005a). Aerobic stability and nutritive value of low dry matter maize silage treated with a formic acid-based preservative. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 222.

- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2005b). Improving the aerobic stability of whole-crop cereal. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 221.
- Forristal, P.D., O’Kiely, P. (2005). Update on technologies for producing and feeding silage. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 83-96.
- Honig, H., Pahlow, G., Thaysen, J. (1999). Aerobic instability-effects and possibilities for its prevention. Proceedings of the XIIth International Silage Conference, July 1999, Uppsala, Sweden 288-289.
- Howard H., O’Kiely P.O., Pahlow G. and O’Mara F.P. (2005a) Perennial ryegrasses bred for contrasting sugar contents: manipulating fermentation and aerobic stability of unwilted silage using additives (2) (EU-Project ‘SweetGrass’). In: Park R.S., Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, p. 228.
- Howard, H., O’Kiely, P.O., Pahlow, G., and O’Mara, F.P. (2005b): Perennial ryegrasses bred for contrasting sugar contents: manipulating fermentation and aerobic stability of wilted silage using additives (3) (EU-Project ‘SweetGrass’). In: Park R.S., Stronge, M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, p. 229.
- Jones, R., Fychan, A.R. (2002). Effect of ensiling method on the quality of red clover and lucerne silage. In: The XIIIth International Silage Conference, SAC, Auchincruive, Scotland, UK, pp. 104-105.
- Jouany, J.P. (2007). Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 137, 342-362.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, UK, 340.
- McEniry, J., O’Kiely, P., Clipson, N.J.W., Forristal, P.D., Doyle, E.M. (2005). Bacteria and yeast in round bale silage on a sample of farms in County Meath, Ireland. In: Park R.S. and Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 248.
- O’Kiely, P., Moloney, A., O’Riordan, E.G. (2002a). Reducing the cost of beef production by increasing silage intake. Beef production series No 51. Project report. Grange Research Centre, Dunsany Co. Meath ISBN I 84170 282 Y, 29-79.
- O’Kiely, P., Forristal, P.D., Brady, K., McNamara, K., Lenehan, J.J., Fuller, H., Whelan, J. (2002b). Improved technologies for baled silage. Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath, Ireland, 3-58.
- O’Kiely, P., Forristal, D.P., O’Brien, M., McEniry, J., Laffin, C., Fuller, H.T. (2007). Technologies for restricting mould growth on baled silage. Report. Beef Production Series No. 81 Teagasc, Carlow, Ireland., 1-123.
- Orosz, Sz., Szűcsné-Péter, J., Owens, V., Bellus, Z. (2008). Recent developments in harvesting and conservation technology for feed and biomass production of perennial forage crops. A review. Biodiversity and Animal Feed: Future Challenges of Grassland Production. Proc. of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden 9-12 June in Grassland Science in Europe. 13. 529-54.

- Ruser, B., Kleinmans, J. (2005). The effect of acetic acid on the aerobic stability of silages and on intake. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 231.
- Schmidt J. (2003). A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szűcsné Péter J., Avasi Z. (2005). Amit a jó szilázs készítéséhez tudni kell. Szoliter Nyomda, Hódmezővásárhely. 1-96., ISBN 9634827233
- Tóth L. (szerk.) (2001). Szálastakarmányok betakarítása, tárolása és etetése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 1-156., ISBN: 963 356 286 4.
- Varga J., Tuboly S., Mészáros J. (2007). A háziállatok fertőző betegségei. Állatorvosi járványtan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 48-67.
- White, J.S., Lin C.J., Woolford, M.K., Bolsen, K.K. (2002). A new solution to the old problem of cereal and maize silage stability. Proceedings of the XIIIth International Silage Conference, Sept 2002, Auchincruive, Scotland, 78-79.
- Woolford, M.K. (1990). The detrimental effects of air on silage. Journal of Applied Microbiology. 68. 101-116.
- Woolford, M.K. (1984). The silage fermentation. Marcel Dekker, New York. 368.
- Yimin, C., Iwasita, S., Ogawa, M., Kumai, S. (2002). Aerobic stability of silage treated with lactic acid bacteria. Proceedings of the XIIth International Silage Conference, July 1999, Uppsala, Sweden, 286-287.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Orosz Szilvia

Szent István Egyetem,

Takarmányozástani Tanszék

Szent István University

Faculty of Agriculture and Environmental Sciences

2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Tel.: 36-28-522-000

e-mail: orosz.szilvia@mkk.szie.hu



Szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulása tej- és húshasznú szarvasmarha állományokban

Brydl E., Könyves L., Kovács P., Tegzes L.

Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar, Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és
Állatorvosi Etológiai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

2010-ben 76 nagy létszámú tejtermelő tehenészetben végeztünk anyagcsere-profil vizsgálatokat a takarmányozási hibák okozta anyagforgalmi zavarok felderítése és az okok megállapítása céljából. A közölt adatok összesen mintegy 42000 db 3–6 éves holstein-fríz tehenet reprezentálnak. A mintavétel minden esetben klinikailag egészséges állatokból történt a reggeli etetést követő 3–5. órában. A különböző élettani szakaszban lévő mintázott csoportok és a csoportonkénti mintaszáma a következő volt: a várható ellés előtt 1–10 nappal levő állatok (I. csoport, n=309), az ellés után 1–7 nappal levő állatok (II. csoport, n=256), az ellés után a fogadó csoportban levő 8–30 napja ellett állatok (III. csoport, n=442), az ellés után 31–90 nappal a nagytejű csoportban levő állatok (IV. csoport, n=394), az ellés után 91–150 nappal levő állatok (V. csoport, n=166), valamint az ellés után >150 nappal levő állatok (VI. csoport, n=83). Az eredmények az elmúlt tíz év adataihoz viszonyították (Brydl és mtsai., 1997, 1998; Könyves és mtsai., 2001; Brydl és mtsai., 2003). A szerzők nagy előfordulási gyakorisággal találtak energiaegyensúlyi zavart, aciduriát (szubklinikai acidózist), egyenlőtlen fehérje ellátottságot, karotinhányt, és sok esetben volt megfigyelhető nem megfelelő nátrium-, káliummellátottság. Az előző években végzett anyagcsere-profil vizsgálatok eredményeivel összehasonlítva megállapítható, hogy az egyes szubklinikai metabolikus zavarok és előfordulási gyakorisága csökkent. A húsmarha-állományokban a legnagyobb gyakorisággal a hiányos fehérjeellátottság fordult elő.

(Kulcsszavak: szarvasmarha, anyagforgalmi zavar)

ABSTRACT

Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy and beef cattle herds

E. Brydl, L. Könyves, P. Kovács, L. Tegzes

Szent István University, Faculty of Veterinary Science, Department of Animal Hygiene, Herd-health and
Veterinary Ethology, 1078 Budapest, István u. 2.

Feed intake often fails to meet the requirements of high yielding cows, which may induce subclinical or clinical metabolic disorders some weeks prior to and after parturition. The losses due to metabolic disorders involve decreased milk production, reproduction failures, and management related diseases such as lameness, mastitis etc., emergency slaughters and death of diseased animals. In order to reveal the subclinical metabolic disorders, complex and comprehensive metabolic profile test was applied at 76 large-scale dairy herds with the population of approximately 42.000 Holstein-Friesian cows, aged 5-6 years on average in Hungary in 2010. In the present study groups were tested as following: Group I.: dry cows, 1–10 days prior to expected parturition (n=309); Group II.: cows 1–7 days after calving (n=256); Group III.: cows 8–30 days after

calving, n=442); Group IV.: cows 31-90 days after calving (n=394); Group V.: cows 91-150 days after calving (n=166); Group VI.: cows >150 days after calving (n=83). The results of the present study are comparable to the figures have been surveyed in the previous 10 years and reported elsewhere (Brydl et al., 1997, 1998; Könyves et al., 2001; Brydl et al., 2003). Likewise to screening data of the previous years high incidence of energy imbalance, aciduria (subclinical acidosis), inadequate protein supply, carotene shortage, and inappropriate sodium and potassium supply was detected. In comparison with results of metabolic profile tests have been performed in previous years a moderate decrease in occurrence rate of some subclinical metabolic disorders can be seen in 2010 calendar year. The protein shortage was found to highest occurrence rate in beef herds.

(Keywords: cattle, metabolic disorder)

BEVEZETÉS

Hazánk szarvasmarha-tenyésztésében elsősorban a tenyésztői munka eredményeképpen az elmúlt évtizedekben számottevő fejlődés következett be. A tehenek átlagos laktációs tejtermelése 2009-ban 8622 kg volt, 40 tehenészetben a laktációs meghaladta a 10000 kg-ot, 9–10000 kg között termelt 95, és több mint 8000 kg fölött termelt összesen 292 tehenészet állománya (*Mészáros Gy. Személyes közlés, 2010*).

A genetikai képesség növekedésével arányosan nőtt az állatok biológiai igénye a termelés környezeti feltételeivel, elsősorban a takarmányminőséggel és a takarmányozással szemben. A termelési feltételek hiánya, a takarmányozás-stratégiai hibák, a hibás, gyenge minőségű takarmány szubklinikai, vagy klinikai tünetekben is megnyilvánuló anyagforgalmi betegségek, ún. produkciós betegségek, valamint ezekhez kapcsolódó ellenálló-képesség csökkenésben, lábvég-betegségek, szubklinikai és klinikai tőgygyulladás, szaporodási zavarok előfordulási gyakoriságának fokozódásában, végső soron kisebb mennyiségű és csökkent minőségű állati eredetű élelmiszerek termelésében nyilvánulnak meg.

A veszteségek zömét a szubklinikai kórformák okozzák. Ezek korai felderítésére anyagforgalmi vizsgálatokat dolgoztak és alkalmaznak ki a hatvanas évektől (*Payne és mtsai., 1970, 1972, 1973; Sommer, 1975; Brydl és mtsai., 1987, 1988, 1989*). Az általunk végzett MPT vizsgálatok eredményeit évente összesítjük, és azokról rendszeresen beszámolunk (*Brydl és mtsai., 1997, 1998; Brydl és mtsai., 2000; Könyves és mtsai., 2001; Brydl és mtsai., 2003*).

A vizsgálat célja, hogy a korábbi évekkkel összehasonlítható adatokat kapjunk takarmányozási hibák okozta szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulási gyakoriságáról, követhessük a változásokat, az okok felderítésével segítséget nyújthassunk leküzdéshez és a megelőzéshez. Jelen dolgozatban a 2010. évben végzett anyagforgalmi vizsgálatok eredményeit tesszük közzé.

ANYAG ÉS MÓDSZER

2010-ben 76 nagy létszámú tejtermelő tehenészetben vizsgáltuk az anyagforgalmi zavarok előfordulási gyakoriságát és állományon belüli elterjedtségét. A vizsgálatok eredményei 42000 3–6 éves holstein-fríz tehenet reprezentálnak. A biológiai mintákat a szaporodásbiológiai és laktációs állapot alapján különböző élettani szakaszba tartozó állatsoportokból szűrőpróba szerűen választott klinikailag egészséges állatokból vettük a reggeli etetés utáni 3–5. órában. A klinikailag egészségesnek talált állatok anyagcsereprofil vizsgálatának eredményei a takarmányozás tükrének foghatók fel.

A mintázott csoportok a következők voltak:

- I. csoport: az előkészítés időszakában levő állatok 1–10 nappal a várható ellés előtt (n=309);
- II. csoport: az ellés után 1–7 nappal levő állatok (n=256);
- III. csoport: az ellés után 8–30 nappal a fogadó csoportban levő állatok (n=442);
- IV. csoport: az ellés után 31–90 nappal a nagytejű csoportban levő állatok (n=394);
- V. csoport: az ellés után 91–150 nappal a nagytejű csoportban levő állatok (n=166);
- VI. csoport: az ellés után >150 nappal a nagytejű csoportban levő állatok (n=83).

Az energiaforgalom és az energiaellátás egyensúlyának (szénhidrát- és zsírforgalom) ellenőrzése céljából meghatároztuk a vér- illetve a vérplazma-minták glükóz, acetecetsav és FFA koncentrációját, valamint Mulvany szerint pontosztuk a vizsgált állatok kondícióját. Az értékelésnél figyelembe vettük a sav–bázis anyagcserére vonatkozó laboratóriumi vizsgálatok eredményeit is. Az utóbbiak közvetve alkalmasak az energiaellátás megítélésére (a bendőfolyadék pH-jára engednek következtetni). A szubklinikai zsírmobilizációs betegség megállapítása céljából a vérplazmaminták FFA koncentrációján kívül meghatároztuk az AST értéket is. A hyperketonaemia (szubklinikai ketózis) előfordulását a vérminták glükóz és acetecetsav értékének meghatározásával diagnosztizáltuk. A bendőben könnyen bomló fehérje ellátottságot (RDP) a vérplazma- és vizeletminták karbamid koncentrációjának meghatározásával ellenőriztük.

A sav–bázis anyagcserét a vizelet pH és NSBÜ értékének meghatározásával vizsgáltuk. Ellenőriztük továbbá a vérplazma karotin, Ca, szerves P, Mg, Cu és Zn koncentrációját, valamint a vörösvértestek GSH-Px aktivitását. Az utóbbit a Se-ellátottság ellenőrzése céljából végeztük el. Meghatároztuk a vizeletminták Ca, szerves P, Mg, Na és K, valamint a pigmentált szőrminták Cu, Zn és Mn koncentrációját is.

A laboratóriumi eredmények (vér, vizelet és szőrminták analízise) helyszíni interpretálásával egyidőben értékeltük az aktuális takarmányozást, a tejtermelési és szaporodásbiológiai paramétereket, az állatok kondícióját, annak élettani szakaszok szerinti változását, valamint az állatok egészségi állapotát jellemző adatokat. Az anyagcsere-profil vizsgálat eredményeinek hasznosíthatósága szempontjából kiemelkedő jelentősége van a farmvizit során végzett helyszíni vizsgálatnak, valamint az állomány termelési, szaporodási és egészségi állapotát jellemző adatok elemzésének, valamint összevetésének az anyagcsere-profil vizsgálat eredményeivel.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az általunk vizsgált populációkban a szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulási gyakoriságát az *1. táblázatban* foglaljuk össze. A táblázat adataiból megállapítható, hogy az energiaegyensúly zavarainak szubklinikai megnyilvánulása jelentős mértékű volt az ellés körüli időszakban. Az ellés előtt (I. csoport) és a laktáció első 30 napjában (II. és III. csoport) a fokozott zsírmobilizáció (magas NEFA koncentráció) és a szubklinikai zsírmobilizációs betegség (emelkedett NEFA koncentráció és magas AST aktivitás) volt domináns.

1. táblázat

Szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulási gyakorisága tejhasznú tehenekben 2010-ben

Anyagforgalmi zavar (1)	A szubklinikai metabolikus zavarok előfordulási gyakorisága (%) (2)						
	Mintázott csoportok (3)						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Fokozott zsírmobilizáció (4)	11,7	5,1	3,2	1,8	0,6	0	
Szubklinikai zsírmobilizációs betegség (5)	1,3	13,7	7,9	2,8	2,4	3,6	
Szubklinikai ketózis (6)	2,9	0,8	2,3	1,3	0	2,4	
Szubklin. zsírmob. b. + szubkl. ketózis (7)	0	15,2	6,1	0,8	1,2	0	
Energiaegyensúly megbomlása összesen (8)	15,9	34,8	19,5	6,6	4,2	6	
Kondíció (9)	>3,5	20,7	4,7	2	1,3	0	7,2
	<3,5	9,7	30,9	46,6	65,5	66,9	32,5
Savterhelés (10)	44,6	50,6	25,2	18,7	25,6	26,5	
Metabolikus acidózis veszélye (11)	3,1	2,4	0,9	0,5	0,6	1,5	
Fehérjehiány (12)	18,1	6,6	11,5	3,8	1,2	0	
Fehérjetöbblet (13)	37,5	55,9	54,1	72,3	71,1	73,5	
Karotinhány (14)	56,6	81,3	74,2	53,6	50,6	34,9	
Hypocalcaemia	1,3	14,1	3,6	3,0	1,8	0	
Hypophosphataemia	3,2	16,8	10,4	5,3	3,6	2,4	
Hypomagnesaemia	8,1	9,4	6,3	2,0	5,4	10,8	
Hyperphosphaturia	4,8	25,1	18,1	15,8	16,9	4,4	
Hyperphosphaturia + aciduria	3,7	16,3	7,3	6	12,5	1,5	
Na-hiány (15)	37,4	20,3	8,5	4,1	3,8	8,8	
Na-többlet (16)	13,3	31,9	55,5	63,7	58,8	36,8	
K-hiány (17)	10,9	25,5	20,2	16,8	13,8	10,3	
Cu-ellátottság jó (18)	73,8						
Zn-ellátottság jó (19)	61,7						
Se-ellátottság jó (20)	19,4						

Table 1. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows sampled in 2010

Metabolic disorder(1), Incidence of subclinical metabolic disorders(2), Sampled groups(3), Increased fat mobilization(4), Subclinical fat mobilization syndrome(5), Subclinical ketosis(6), Subclinical fat mobilization syndrome + subclinical ketosis(7), Energy imbalance(8), Condition score(9), Rumen acid load(10), Risk of metabolic acidosis(11), Inadequate protein supply(12), Excess protein supply(13), Carotene shortage(14), Sodium shortage(15), Sodium surplus(16), Potassium shortage(17), Adequate Cu supply(18), Adequate Zn supply(19), Adequate Se supply(20)

A zsírmobilizációs betegség előfordulási gyakorisága a laktáció előrehaladtával csökkent. A szubklinikai ketózis előfordulása az ellés után (I., III. és VI. csoport) volt a leggyakoribb. A szubklinikai ketózis a legtöbb esetben szubklinikai zsírmobilizációs betegséggel együtt jelentkezett. Az eredményekből következhet, hogy a szubklinikai ketózis az esetek legnagyobb részében a fokozott zsírmobilizáció és a szubklinikai zsírmobilizációs betegségben is megnyilvánuló energiaegyensúlyi zavar következménye. A már az ellés előtt is (I. csoport) előforduló fokozott zsírmobilizáció következménye lehet a nagy arányban (20,7%) előforduló túlkondíciónak. A kövér tehének száma a laktáció előrehaladtával csökken, a sovány tehének száma viszont jelentősen növekszik.

A nagyszámú energiaegyensúlyi zavar összefüggésben lehet a vizsgált időszakban jelentős mennyiségben előforduló aciduriával. Az aciduria legnagyobb számban az ellés utáni első hetekben jelentkezik. Az aciduria előfordulása és súlyossága az elléstől távolodva csökkent, de még a laktációs csúcs közelében (IV. csoport) is elég magas volt. A bendőfolyadék pH-ja meghatározó a bendőbaktériumok szaporodása, ezáltal a bendő illó zsírsav termelése szempontjából (*Dirksen, 1970*). Az illó zsírsavak a kérődzők szöveteinek fő energiaforrásai. Az optimális bendőfermentáció ezért a bőtejelő tehenek energiaellátásának az alapja.

Az energiaegyensúly szempontjából is fontos a tehenek tenyészkondícióban tartása. A kövér tehenben könnyebben alakul ki fokozott zsírmobilizáció és zsírmobilizációs betegség. Ez esetben megnő a vér NEFA koncentrációja. A vér magas szabadzsírsav koncentrációja és a takarmányfelvétel között fordított összefüggés áll fenn, tehát a vér nagy szabad zsírsav-tartalma a takarmány szárazanyag-felvétel csökkenését idézi elő, ami növeli az energiahányt (*Grummer, 1993*). Korábbi adataink az aciduria és a hyperphosphaturia közötti erős kapcsolatra utaltak. A vizelettel történő foszforürítés egyrészt gazdasági veszteséget, másrészt környezeti terhelést jelent (*Brydl és mtsai., 1998; Könyves és mtsai., 2001*).

A hiányos fehérjeellátottság előfordulási gyakorisága az ellés előtti időszakban volt a legnagyobb, de ebben az élettani szakaszban is előfordult fehérjetöbblet. A vér magas karbamid koncentrációja (fehérjetöbblet) az ellés utáni időszakban volt nagy gyakoriságú. A magas vér-karbamid koncentráció oka lehet az is, ha nincs elegendő elérhető energia a bendőben a bakteriális fehérjeszintézis számára. Ugyanezt eredményezi, ha glükoneogenezis alapanyagait túlnyomórészt az izomszövet bontásából származó aminosavak adják. Az aminosavak bekapcsolódása a folyamatba transz- és dezaminálással kezdődik. Utóbbi során ammónia szabadul fel, ami növeli a májban a karbamid felépítésének intenzitását. A bőséges fehérjeellátottság súlyosbítja az energiaegyensúly megbomlásának, azaz az energiahányynak a következményeit. A túlzott mennyiségben fogyasztott, különösen a bendőben könnyen metabolizálódó fehérjeforrásból nagy mennyiségben képződik ammónia. A bendőben élő mikrobák ilyen nagy mennyiségű fehérjét nem képesek saját testfehérjévé szintetizálni. Ennek elsősorban az energiaellátás lehetősége szab határt, mert 10 g baktériumfehérje szintéziséhez 60–70 g takarmány szerves-anyag energiataralma szükséges. Kézenfekvő, hogy ilyen nagy mennyiségű energiát az állat nem képes felvenni. Az energiahány következtében csökken a bendőben élő baktériumok száma és fehérjeszintetizáló kapacitása, ami a bendőbeli ammóniakoncentráció további növekedését eredményezi. Az ammónia a bendőből felszívódik és a portális keringéssel a májba kerül, ahol karbamiddá szintetizálódik a máj méregtelenítő tevékenysége következtében. A nagy mennyiségben felszívódó ammónia méregtelenítése komoly terhet ró a csökkent teljesítőképességű májsejtekre. A tartalékkapacitás kimerülésével az ammónia a nagyvérkörbe kerül, károsítja az agyvelő motoros sejtjeit és a májkóma kialakulását idézheti elő. A fokozott karbamid szintézis elősegíti a májsejtek elzsírosodását, mert a fokozott igénybevétel miatt csökken az elszállításért felelős apoprotein szintézise. Ily módon a zsírlerakódás fokozódik. A túlzott fehérjeellátás a felsoroltakon kívül azért is káros, mert relatíve növeli az energiahányt, ezáltal fokozza a zsírmobilizációt, ugyanis 1000 g nitrogén karbamidként történő kiválasztása a vizelettel 22,9 MJ energiát igényel (*Brydl, 1987*). A túlzott fehérjeellátás, a magas karbamid koncentráció jelentős szaporodási zavarokat is előidéz. Ennek egyik oka, hogy a vér karbamid koncentrációjának növekedése a méhnyálka pH értékét is növeli, ily módon kedvezőtlen feltételeket teremtve a zigóta megtelepedéséhez a méhben. A karbamid spermicid tulajdonsága sem elhanyagolható tényező. Ismert tény, hogy a túlzott fehérjeellátás súlyosbítja az energiahány következményeit, amelyen

keresztül csökkenti a fertilitást. Ugyanakkor a termékenyítéskori a túlzott fehérjeellátás csökkent szérum progeszteron koncentrációval jár, illetve a magas vér-karbamid koncentráció gátolja a méhre gyakorolt progeszteron hatást, melynek következtében gyakorivá válik a korai embrióelhalás. Minden vizsgált csoportban nagy gyakorisággal fordult elő karotin hiány. Az alacsony vérkarotin koncentráció oka a tömegtakarmányok alacsony karotintartalma. A karotinhoány elsősorban szaporodásbiológiai következményei vannak. A felmérő vizsgálatok eredményei szerint jelentős gyakorisággal fordult elő nem megfelelő Na- és K-ellátottság. Hypocalcaemia alig fordult elő. A hyperphosphaturia ellenére hypophosphataemia kis számban fordult elő. Hypomagnesaemia és nem megfelelő Cu-, Zn-, valamint Se-ellátottság csak esetenként fordult elő.

Húsmarha állományokban végzett vizsgálatok során a hiányos fehérjeellátottság volt a leggyakoribb anyagforgalmi zavar. Ugyancsak nem elhanyagolható arányban fordult elő hiányos P-ellátottság, valamint a téli időszakban karotinhoány.

KÖVETKEZTETÉSEK

A szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulási gyakorisága 2010-ben is jelentős volt a hazai tehenészetekben, jóllehet mérsékelt javulás tapasztalható az előző évekhez képest. Adataink felhívják a figyelmet a jó minőségű tömegtakarmányok termesztésének a jelentőségére, a takarmányozási és menedzsment gyakorlat javításának szükségességére. A bőtejelő tehenek anyagforgalmának monitorozása jó eszköz az anyagcserezavarok megfelelő időben történő felismerésére és alapot ad a szükséges változtatások elvégzéséhez.

IRODALOM

- Brydl E. (szerk) (1987). A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 302.
- Brydl E. (1989). A nagyüzemi szarvasmarha-állományok átfogó, komplex takarmányozási és állategészségügyi értékelési rendszere Magyar. Áo. Lap., 44. 121.
- Brydl E., Kovács F. (1988). Prognosis and prevention of metabolic diseases in cow herds of high dairy performance. 6th International Congress on Animal Hygiene, Skara, Sweden.
- Brydl, E., Kovács, F., Ribiczey, P., Konda, L., Nagy, G. (1989). Occurrence of production diseases in large dairy herds in Hungary. 7th International Congress on Production Disease in Farm Animals, Cornell University, Ithaca, USA.
- Brydl, E., Tegzes, L-né, Rafai, P., Brydl, E-né., Könyves, L. (1997). Occurrence of metabolic disorders in large-scale dairy farms (experiences of a five year study). 9th International Congress on Animal Hygiene, Helsinki, Finland.
- Brydl, E., Könyves, L., Tegzes, L-né, Rafai, P., Brydl, E-né. (1998). Occurrence of metabolic disorders in large-scale dairy farms (Results of a 7 year study). 10th International Congress on Production Disease in Farm Animals, Utrecht, The Netherlands.
- Brydl, E., Tegzes, L-né., Könyves, L., Brydl, E-né. (1998). Occurrence of subclinical disorders of mineral metabolism in high producing dairy cows. 7th International Symposium on Animal Nutrition, Kaposvár.
- Brydl, E., Könyves, L., Jurkovich, V., Tegzes, L-né. (2000). The effect of aciduria on hyperphosphaturia in dairy cows under field conditions. 10th International Congress on Animal Hygiene, Maastricht, The Netherlands.

- Brydl E., Jurkovich V., Könyves L., Tegzes L-né, Kálmán I. (2003). Szubklinikai anyagforgalmi betegségek előfordulása tejtermelő tehenészetekben Magyarországon 2001-ben. Magyar Állatorv. Lapja. 125. 393-400.
- Dirksen, G. (1970). Acidosis. In: Philipson A.T. (szerk) 3rd International Symposium on the Physiology of digestion and metabolism in the ruminant, Oriel press Ltd., New Castle, England, 612-625.
- Grummer, R.R. (1993). Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science. 76. 12. 3882-3896.
- Könyves, L., Brydl, E., Rafai, P., Jurkovich, V., Tegze,s L-né. (2001). The effect of aciduria on hyperphosphaturia in dairy cows under field conditions in the period between 1992 and 2000. 52nd Annual Meeting of EAAP, Budapest, Hungary.
- Mészáros Gy. (2010). A tejtermelés költség-hozam elemzésének tapasztalatai. 12. Magyar Buiatrikus Konferencia, Balatonfüred.
- Payne, J.M., Drew, S.M., Manson, R., Faulks, M. (1970). The use of a metabolic profile test in dairy herds. Vet. Rec., 87. 150-157.
- Payne, J.M., Hibbit, K.G., Sansom, B.F. (1972). Production disease in farm animals. Baillere Tindall, London. 253.
- Payne, J.M., Rowlands, G.J., Manston, R., Dew, S.M. (1973). A statistical appraisal of he results of metabolic profile tests on 75 dairy herds Brit. Vet. J., 129. 370-385.
- Sommer, H. (1975). Preventive medicine in dairy cows. Vet. Med Rev., 1. 42-63.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Brydl Endre

Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar,

Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai Tanszék

Szent István University

Faculty of Veterinary Science, Department of Animal Hygiene, Herd-health and Veterinary Ethology

1078 Budapest, István u. 2.

Tel.: 36-1 478 4100

e-mail: brydl.endre@aotk.szie.hu



Considerations on feeding pigs with by-products – the Danish Experience

R.I. Svarrer, E. Vils

Danish Agriculture and Food Council, Pig Research Centre

ABSTRACT

In Denmark, by-products have been used for years with positive outcome. Demand is increasing for by-products for use in feed for livestock. In order to ensure that productivity does not drop significantly when switching to feed containing by-products, a risk analysis should be completed. In Denmark, years of experience, a multitude of nutrient analyses and feeding trials constitute the basis of recommendations for the use of by-products in feed.

(Keywords: pig, by-products)

ÖSSZEFOGLALÁS

Sertések melléktermékekre alapozott takarmányozásának

feltételei: a dán gyakorlat

Svarrer, R.I., Vils, E.

Danish Agriculture and Food Council, Pig Research Centre

Dániában évek óta sikeresen alkalmazzák a melléktermékeket. A kereslet (igény) folyamatosan nő a takarmányozásban felhasználható melléktermékek iránt. Annak érdekében, hogy a termelés ne csökkenjen jelentősen, ha mellékterméket tartalmazó takarmányt etetnek, kockázatelemzést kell végezni. Dániában az elmúlt években felhalmozódott gyakorlati tapasztalatok, a megannyi elvégzett kémiai vizsgálat és takarmányozási kísérlet megteremtette az alapját egy, a melléktermékek takarmányozási célra történő felhasználására vonatkozó ajánlás megalkotásának.

(Kulcsszavak: sertés, melléktermék)

INTRODUCTION

Every year, Danish pig production buys large quantities of by-products for feed-use. These are liquid as well as dry by-products; liquid by-products are used directly on farms where liquid feeding is practised, and dry by-products are used either directly on farms practising on-farm mixing of feed or in ready-mixed feed purchased from a feedmill. Liquid by-products are often sold to farms located nearby to keep transport costs low. Producers of by-products will have to decide whether they will be able to sell the products locally or whether the by-products need drying in order to be sold further away.

As the institution responsible for the Danish feed evaluation system (Tybirk *et al.*, 2004) and feedstuff database (Vils *et al.*, 2005; Svarrer *et al.*, 2009; Sloth and Vils, 2010), Pig Research Centre (PRC) has many years of experience in evaluating the suitability of by-products in pig feed. Evaluations include a risk analysis of the by-product in question, establishment of standard values and feeding- and digestibility trials. The evaluation is based on the basic idea of composition of pig feed; to fulfil the

pigs' requirement in terms of nutrition and health, to comply with statutory requirements and to minimise the discharge of N and P to the surrounding environment.

This paper will provide an outline of the elements included in such an evaluation. A general description will be provided with a specific example with rape products. Rapeseed meal and cake have been used in pig feed since the 1980s, but interest in these products is increasing these days due to an increase of production in Europe following the use of rapeseed oil as biofuel and as prices of grain and soybean meal is soaring.

Evaluation of by-products as feedstuffs

By-products are residual products from food and non-food industries. By-products may originate from the production of food, for instance discarded and rejected foodstuffs, but also from production of non-food such as biofuel and pharmaceuticals. By-products can be of both vegetable and animal origin. By-products originate from all sorts of products of varying origin and from different production processes. Though not all, many by-products are suitable as feed, and it should be evaluated whether the product is suitable as feed in terms of energy content and nutrients and whether the by-product matches the expected value of the good (the Danish Plant Directorate, 2010). Examples of by-products:

- From the oil industry: e.g. rape-, sunflower-, soybean meal and cake.
- From the food industry: e.g. whey, mash, molasses, beet pellets, wheat bran, discarded goods etc.
- From the pharmaceutical industry: e.g. brewer's yeast.
- From the ethanol industry: e.g. DGS, DDGS, wheat bran.

A great deal of information can be obtained of the by-product by checking the process from ingredient to by-product – which ingredients are included, how are they processed and stored?

What type of product is it?

The evaluation of a by-product should include an investigation of the basis of the product. Does the by-product originate from production of food or non-food? In the non-food industry, focus on feed as well as food safety may be limited. Does the by-product contain animal ingredients? Pigs and poultry may only be given products based on fish, but no other animal protein.

It is important to know where the by-product is produced, which ingredients it consists of and their origin. Note that legislation in non-EU countries may differ from EU legislation for instance when it comes to limit values for ingredients that are undesirable in feed and in terms of additives allowed in feed. Often, producers make specific quality requirements to the products that may influence the quality of the by-product. These may be requirements for specific content in the ingredient, maximum limits for harmful substances or requirements for drying and storage that minimise the risk of damaging the product during storage and formation of toxins.

Rape. Rapeseed contains a certain amount of anti-nutritional factors. Rapeseed for use in feed must be of the double-low varieties with the lowest possible content of anti-nutritional factors (Maribo, 2010). In double-low varieties, the seeds have a glucosinolate content of <25 micro mol v/9% water and eruca acids <1% of fatty acids. Rapeseed must contain a maximum of 9% water at storage. At this percentage, it is a well-known fact that the seeds are not 100% dry for storage and that during storage slightly more free fatty acids (FFA) form.

Which processes affect the by-product?

During processing, focus is often primarily on the main product and on the efficiency of the product rather than on the by-product. Heat-treatment, the addition of enzymes or acid, fermentation, etc. may all affect the feed value. The process itself as well as the substances included, for instance extraction agent, may constitute a risk to food safety. The by-product may also have been in contact with materials that give off substances that are undesirable in feed, for instance softeners such as phthalates from plastic materials. Therefore it is important to know if the by-product is treated, for instance heated, refined, preserved or detoxicated, to ensure that it is suitable for feed.

Rape: There are three ways to extract oil from rapeseed: pressing, extraction with petrol or enzyme treatment. The residual product is heated and dried. Heat-treatment during production of rapeseed meal should be strong enough to deactivate myrosinases, but gentle enough to prevent significant thermal decomposition of glucosinolates. Thermally decomposed glucosinolates are in particular observed on the content of 4-hydroxyglucobrassicin, which is the glucosinolate that is most sensitive to heat. A low content of 4-hydroxyglucobrassicin in proportion to the normal content may indicate heat damage. The normal content of this glucosinolate is typically min. 15% of the total content of glucosinolates (Pedersen, 2010). Recommendations for maximum glucosinolate content:

- 1 mmole per kg feed for weaners
- 2 mmole per kg feed for finishers and sows

Physical form and storage requirements

The physical form of a by-product, shelf-life and requirement for storage are essential to where and how in the production of feed the by-product can be handled. Liquid or dry storage, shelf-life and requirements for grinding must be clarified. This is particularly relevant for liquid by-products. Storage before delivery and transport also constitute contamination risks. Important questions are to be asked: Is there a risk that the by-product was contaminated underway in the chain from producer to supplier? Is the haulier approved for transport of feed? What was the last product transported in the truck? Has the haulier cleaned the truck? Is there, for instance, a procedure for cleaning?

Rape: Rapeseed cake and rapeseed meal must be stored in a dry place and is easy to transport. Inadequate drying or storage may cause Ochratoxin A to develop in rape.

Establishment of standard values

When formulating a diet, it is important to know the content of the individual ingredients. For years, PRC has analysed various ingredients to obtain knowledge of the following parameters (Svarrer *et al.*, 2009; Vils *et al.*, 2010):

- Nutrient content and digestibility (including variances between batches).
- Content of substances inhibiting pigs' productivity, such as toxins.

Standard values, in particular for by-products and roughage, are often uncertain as a consequence of too few feed analyses and, at the same time, nutrient content may vary greatly from batch to batch. There are several ways to take this into account; careful mixing, formulating feed, for instance, 5% above the nutrient standards or conducting frequent and sufficient feed analyses.

Analyses of identical samples are sometimes made at different laboratories to check for possible changes over time, to quantify differences in levels between different labs, check standard deviations within labs and between labs, and thereby provide a basis for deciding which lab is better. Since May 2003, PRC has completed 3 rounds of these analyses. Approximately 40–50 kg pelleted feed is subdivided into samples of

approximately 300 grams, and, with different intervals, a sample of this is forwarded to Eurofins and Agro Lab, and to the laboratory of the Danish Plant Directorate.

Feed trials

Pig Research Centre offers a wide range of feeding trials to ensure impartial documentation when testing by-products or feed additives in a reliable, quick and cost-effective manner. Feeding trials are conducted at either Grønhøj (experimental station) or in one of a number of pig production farms (trial hosts) that Pig Research Centre is in contact with. All trial diets are produced at a commercial feed mill. Production of trial feed is normally supervised by an experienced representative from PRC to ensure correct inclusion of the products and to check that mixtures are labeled correctly. His primary task is to ensure that all procedures relating to the production of the feed are followed. He also coordinates the entire process until the feed is delivered at the experimental station/pig farm.

Statistical analyses

All feeding trials conducted by PRC are designed to have a statistical power of at least 80. Statistically significant differences are indicated at a five per cent level ($P < 0.05$). Data is subjected to an analysis of variance, and levels of significance (P-values) are corrected for multiple comparisons in a Bonferroni t-test. The trials are designed to detect a difference in production value of 10%.

In all trials, the results achieved for the different parameters (feed intake, feed conversion ratio, daily gain, and, for finishers, lean meat percentage) are summarized into one value: a production value. This reduces the number of tests in the statistical analysis, thereby reducing the factor used in the Bonferroni adjustment of the obtained p-values. Furthermore, the overall economic effect of a product, i.e. the production value, is of greater interest to the pig producer than individual performance parameters. The statistical procedures and principles for data processing are established before a trial starts and are described, if required, in detail in the trial protocol.

Equal performance trials

Many products are expected to improve the performance of the pigs when added to a diet identical to the control diet. For some products, however, it may be more appropriate to formulate a negative control diet, add the product, and then compare performance against a positive control diet and a negative control diet. Thus, all equal performance trials must include a negative control treatment.

Digestibility and balance trials

In combination with a product trial in which production performance results are the primary parameters, it is also possible to conduct digestibility and/or balance trials. The same feed is used for production performance trials as for digestibility/balance trials. Production performance data can thus be compared with digestibility data and consequently provide further knowledge about the effect of a product. Digestibility and balance trials are arranged with the Faculty of Agricultural Sciences, Aarhus University.

Trial facilities

Trials are normally conducted at PRC's experimental station "Grønhøj". All work and management routines are generally identical to those of any other commercial farm. At Grønhøj, skilled staff is employed to help implement the trials and the facilities are fitted with additional equipment (silos, feeding systems, etc.). Whenever it is not possible for

PRC's experimental station to comply with special requirements related to the design of a trial, it will often be possible to recruit suitable commercial farms among the large number of trial hosts known to PRC.

Trial protocol

All trials are conducted in accordance with the guidelines stated in the trial protocol for each trial, which is prepared prior to the start of the trial. All feeding trials with finishers are conducted according to the same fundamental guidelines, but the number of animals, groups and replicates involved may vary from one trial to another (Hansen, 2011).

Guiding inclusion rates

Feeding trials form the basis of PRC's list of guiding inclusion rates. For each ingredient, a guiding maximum limit is determined for the recommended inclusion for pigs in different growth and production phases. These limits are not supported by trial evidence in all cases, but are instead based on scientific evaluations and practical experience. The *table 1* provides a few examples of guiding maximum limits.

Table 1.

Guiding maximum inclusion in pig feed, % of kg feed

	Sows (1)		Weaners (2)		Finishers (3)	
	Gestatin g (4)	Lactati ng (5)	From 3 wks (6)	From 5 wks (7)	Under 40 kg (8)	Over 40 kg (9)
Soybean meal, toasted (10)	30	30	10	20	30	30
Sunflower meal (11)	15	15	0	5	10	15
Rapeseed cake & rapeseed meal (12)	12	12	5	5	10	15
Rapeseed (13)	12	12	0	4	4	4

(Jørgensen, 2009)

1. táblázat: Maximális javasolt bekeverési arány sertéstápokban, %

Kocák(1), Választott malacok(2), Hízósertések(3), Vemhesség alatt(4), Laktáció alatt(5), 3 hetes kortól(6), 5 hetes kortól(7), 40 kg alatt(8), 40 kg felett(9), Szójadara(10), Hő kezelt napraforgódara(11), Repcepogácsa és repcedara(12), Repcemag(13)

Furthermore, results from a trial not yet published demonstrate that limits should be established for the content of sunflower combined with rape products: inclusion of a combination of 10% rapeseed cake and 10% sunflower meal significantly reduced the productivity (Hansen, 2011). It is recommended that the guiding maximum limits for inclusion of by-products be lowered by 25–50% if several by-products are used at the same time. This reduces the risk of decreasing productivity levels. The limits for inclusion of the individual ingredients should be lowered if several uniform feedstuffs are used in the same diet.

CONCLUSIONS

Danish experiences with the use of by-products are based on detailed considerations prior to the use of by-products/new by-products. These considerations are particularly important if the ingredient is expected to vary greatly.

Many of the known feedstuffs are by-products from Denmark as well as from other countries. They are listed in feedstuff tables and described in the EU's index of feedstuffs. This index provides no information on the critical substances the individual feedstuffs may contain; ie. there is no guarantee that the product is safe. Many by-products are sold by the feedstuff companies with a guarantee of content as well as quality. In these cases, it is normally not necessary to consider the quality of the by-products before deciding to buy them and use them on the farm. With lesser known or new by-products, the above evaluation should be completed.

REFERENCES

- Hansen, S. (2011). Feeding trials.
<http://www.pigresearchcentre.dk/About%20us/Feeding%20trials.aspx>
- Hansen, S. (2011). Rapskage og solsikkekrå til slagtesvin gav forringet produktivitet. Upubliceret. Videncenter for svineproduktion.
http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2011/914.aspx
- Jørgensen, L. (2009). Råvarer – maks. indhold.
http://vsp.lf.dk/Viden/Foder/Opslagstavlen/Raavarer_max%20indhold.aspx
- Maribo, H. (2010). Smågrisefoder tilsat 15 % rapskage eller –skrå. Meddelelse nr. 890. Videncenter for svineproduktion og den rullende afprøvning.
http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2010/890.aspx?full=1
- Pedersen, A.Ø. (2010). Skadelige stoffer. Videncenter for Svineproduktion.
<http://vsp.lf.dk/Viden/Foder/Foderkvalitet%20og%20fej/1/Skadelige%20stoffer.aspx?full=1>
- Plantedirektoratet (2010). Biprodukter som foder – tag den rigtige beslutning. En guide til landmanden, pjece udgivet af Plantedirektoratet.
http://issuu.com/foedevareministeriet/docs/biprodukter_som_foder
- Sloth, N.M., Vils, E. (2010). Fodermiddeltabellen er ajourført, Notat 1019, Videncenter for Svineproduktion.
<http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/notater/2010/1019.aspx?full=1>
- Svarrer, R.I, Sloth, N.M., Vils, E. (2009). Næringsindhold i korn fra 2009, Erfaring 0910, Videncenter for Svineproduktion.
http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_erfa/2009/0910.aspx?full=1
- Tybirk P., Strathe, A.B., Vils, E., Sloth, N.M., Boisen, S. (2004). Det danske Fodervurderingssystem til Svinefoder, Rapport nr. 30, Dansk Svineproduktion.
<http://arkiv.dansksvineproduktion.dk/.html?id=e388bc86-147c-4b7e-bd49-ebba098a4a54&templateid=08004d2f-0f3b-47d9-a674-8785310e6190>
- Tybirk, Per (2010). Fodervurdering.
<http://vsp.lf.dk/Viden/Foder/Raavarer/Fodervurdering.aspx>
- Vils E., Sloth, N.M., Tybirk, P. (2005). Ny fodermiddeltabel til Svin. Notat nr. 0509, Dansk Svineproduktion.
<http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/notater/2005/0509.aspx?full=1>
- Vils, E., Svarrer, R.I. (2010). Analyse af foder, Videncenter for Svineproduktion.
http://vsp.lf.dk/Viden/Foder/Foderkvalitet%20og%20fej/1/Fejl%20ved%20raavare%20og%20foder/Analyse_foder.aspx?full=1

Corresponding authors (*levelezési cím*):

Rikke Ingeman Svarrer

Project Manager, M.Sc. Agriculture

Pig Research Centre, Advisory Activities

Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N., Denmark



Biotransformation strategies for effective mycotoxin deactivation

R. Borutova¹, G. Schatzmayr²

¹Biomin GmbH Holding, Industriestrasse 21, 3130 Herzogenburg, Austria

²Biomin Research Center, Technopark 1, 3430 Tulln, Austria

ABSTRACT

Occurrence of mycotoxins is ubiquitous which is why it represents a worldwide problem for the animal industry. Even with the use of prevention techniques in the field or during storage, it is actually impossible to avoid their presence in agricultural commodities. Due to modern analytical methods and thanks to a growing interest in this field of research, more than 300 different mycotoxins have currently been differentiated. The toxicity of different mycotoxins brings serious risks upon humans and animals. Mycotoxicoses are animal or human diseases caused by mycotoxin ingestion, inhalation or skin-contact. In animals, these range from immunosuppression and performance effects to hepatotoxic, nephrotoxic, neurotoxic, dermal, carcinogenic, reproductive, teratogenic and gastro-intestinal effects depending on animal-, environmental- and toxin-related factors. The most applied method for protecting animals against aflatoxicosis is the utilization of clay minerals mixed with feed which are supposed to bind the mycotoxins efficiently in the gastro-intestinal tract. Binders are only very specific for aflatoxins but not for other toxins and that is why a novel strategy to control the problem of mycotoxicoses in animals had to be developed. It is the application of microorganisms capable of biotransforming mycotoxins into non-toxic metabolites. Biotransformation and biodegradation are mycotoxin-specific methods which rely in microorganisms and enzymes' capacity of metabolization or degradation of mycotoxins into less or non-toxic metabolites prior to their absorption in the gastro-intestinal tract. Some microorganisms have shown biotransformation capacity both in vitro and in vivo, representing effective tools for counteracting negative effects of mycotoxins in animal feed.

(Keywords: mycotoxins, biotransformation, BBSH, *Trichosporon mycotoxinivorans*, Fumzyme)

ÖSSZEFOGLALÁS

A mikotoxinok hatástalanítása biotranszformációval

¹Borutova, R., ²Schatzmayr, G.

¹Biomin GmbH Holding, Industriestrasse 21, 3130 Herzogenburg, Austria

²Biomin Research Center, Technopark 1, 3430 Tulln, Austria

A mikroszkópikus gombatoxinok megjelenése elkerülhetetlen, s emiatt világszerte problémát jelentenek az állattenyésztésben. A szántóföldön és a tárolás során alkalmazott preventív módszerek ellenére lehetetlen megakadályozni a mikotoxinok jelenlétét az agrártermékekben. A modern analitikai eljárásoknak és a kutatások iránti egyre nagyobb érdeklődésnek köszönhetően, mára már több, mint 300 különböző mikotoxin meghatározása és elkülönítése lehetséges. A különböző gombatoxinok toxicitása komoly kockázati tényezőt jelent humán- és állategészségügyi szempontból is.

A mikotoxikózisok olyan állati vagy humán megbetegedések, amelyek a mikotoxinok megemésztése, belélegzése vagy a velük való bőrkontaktus következtében alakulnak ki. Állatok esetében immunszuppresszív, teljesítmény csökkentő, hepatotoxikus, nephrotoxikus, neurotoxikus, bőrkárosító, rákkeltő, szaporodásbiológiai problémákat okozó, teratogenikus, és emésztési zavarokat okozó hatásúak lehetnek, melyek azonban nagyban függenek az állati és környezeti tényezőktől, valamint a mikotoxintól is. Az aflatoxikózis megelőzésére a leggyakrabban alkalmazott módszer az additív agyagásványok használata, amelyek az emésztőtraktusban feltételezhetően hatékonyan kötik meg a toxinokat. Ezek a toxinkötők csak és kizárólag az aflatoxint kötik meg, így a mikotoxinok okozta problémák hatékony megelőzésében új stratégia kimunkálása vált szükségessé. Ennek egyik lehetősége olyan biotranszformációra képes mikroorganizmusok alkalmazása, melyek a káros mikotoxinokat nem toxikus metabolitokká átalakítják. A biotranszformáció és a mikotoxinok enzimatis bontása mikotoxin specifikus módszer, melynek során még a felszívódás előtt kevésbé vagy egyáltalán nem toxikus metabolitok képződnek a káros mikotoxinokból. Néhány mikroorganizmus biotranszformációra képes *in vitro* és *in vivo* kísérleti körülmények között, s így ezek hatékonyak lehetnek az állati takarmányokban megjelenő mikotoxinok káros hatásainak leküzdésében.

(Kulcsszavak: mikotoxinok, biotraszformáció, BBSH, *Trichosporon mycotoxinivorans*, Fumzyme)

INTRODUCTION

Mycotoxins are highly toxic secondary metabolic products of moulds mainly belonging to *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Claviceps* species. Under certain conditions they produce mycotoxins, with the group of trichothecenes (e.g., deoxynivalenol, T-2 toxin), zearalenone, ochratoxins, aflatoxins, fumonisins and ergot alkaloids being the most prevalent. These toxins cause substantial economic losses in animal husbandry.

Aflatoxins (Afla) are mainly produced by *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* on many different commodities, including cereals, figs, oilseeds, and others. Aflatoxin B₁ is moreover considered the main hepatocarcinogen in animals, although effects vary with species, age, sex, and general nutritional conditions (Diener *et al.*, 1987).

Trichothecenes constitute a large group of mycotoxins produced by various species of moulds, in particular those belonging to the genus *Fusarium*. The most prevalent mycotoxins of this group are deoxynivalenol (DON, vomitoxin) and T-2 toxin. An important issue is that some of these closely related compounds occur simultaneously (Fuchs *et al.*, 2004) and are proven to cause synergistic effects (Weidenbörner, 2001). Different types of trichothecenes vary in their toxicity though all of them have high to medium toxicity. They may cause haematological changes and immune suppression, reduced feed intake and skin irritations as well as diarrhea and haemorrhages of internal tissues. Pigs seem to be the most sensitive farm animals to this group of mycotoxins. Effects occurring at the lowest levels of trichothecenes were reduced feed intake and weight gain, as well as impairment of the immune system.

Zearalenone (ZEA) is also produced by *Fusarium* species and has strong hyper-estrogenic effects, which result in impaired fertility, stillbirths in females and a reduced sperm quality in male animals. ZEA is mostly affecting breeding animals which have a very sensitive reproductive system (Hussein *et al.*, 2001).

Ochratoxin A (OTA), which is produced by a number of *Aspergillus* and *Penicillium* species causes renal toxicity, nephropathy and immune-suppression in several animal

species, resulting in reduced performance parameters in animal production. OTA has also been detected in blood, animal tissues and milk (*Marquardt and Frohlich, 1992*).

Ergot alkaloids are produced in the sclerotia of *Claviceps* species, which are common pathogens of different agricultural commodities (rye, triticale, barley) and various grass species. The principal animals at risk are cattle, sheep, pigs, and chickens. Clinical symptoms of ergotism in animals include tail and ear necrosis eventually leading to gangrene, abortions, convulsions, suppression of lactation, hypersensitivity and ataxia (*Bennet and Klich, 2003*). As mentioned before in pigs a high level of toxin intake results in vasoconstriction and subsequently dry gangrene of hooves, ears and tails (*Bryant, 2008*).

Fumonisin B₁ (FUM B₁) can cause severe animal diseases such as equine leukoencephalomalacia (ELEM) in horses (*Marasas et al., 1988*), and hydrothorax and porcine pulmonary edema in swine (PPE) (*Halloy et al., 2005*). Besides their hepatotoxicity (*Gelderblom et al., 2001*) and nephrotoxicity (*Edrington et al., 1995*) they affect also the immune system (*Dombrink-Kurtzman, 2003*).

The unexpected high toxicity was attributed to undetected, conjugated forms of mycotoxins (deoxynivalenol-glucoside, zearalenone-glucoside) that hydrolyze to the precursor toxins in the digestive tract of animals (*Berthiller et al., 2009*). As these masked mycotoxins are not detected during routine analysis, but are released during digestion, it seems likely that masked mycotoxins may contribute to cases of mycotoxicoses (*Binder, 2007*).

It is very difficult to set up valid and accepted levels of performance in animal production on a worldwide basis, and it is even more difficult to produce numbers and correlations that refer directly to the impact of hazards. A survey on worldwide limits and regulations for mycotoxins was published by the FAO (*FAO, 2004*).

Mycotoxin survey 2010

Mycotoxins are, more frequently than not, present in animal commodities and feed. That is the conclusion from an annual survey on the presence of mycotoxins in raw materials and animal feed (*Biomin, 2011*). Out of the more than 3.300 samples tested during the 12-month period of 2010, a striking 78% were positive for mycotoxin presence.

A total of 1731 samples were analyzed from central Europe – including Hungary for the most important mycotoxins in terms of agriculture and animal production: aflatoxins, zearalenone deoxynivalenol, fumonisins and ochratoxin A. Samples tested were diverse, ranging from cereals such as corn, wheat and rice to processing by-products, namely soybean meal, corn gluten meal, dried distillers grains with solubles (DDGS) and other fodder such as straw, silage and finished feed.

In central Europe, DON was the most prevalent mycotoxin (60% positive samples), followed by FUM (32%) and ZON (26%). From all samples tested positive for DON in central European regions, an average contamination as high as 967 ppb was analyzed.

Deactivation of mycotoxins

So far, no single adsorbent was tested to be effective against most types of mycotoxins (*Huwig et al., 2001*). *Vekiru et al. (2007)* were screening 61 bentonites for their ability to adsorb AFB₁. According to the evaluated chemisorption index (C_α) AFB₁ was in general strongly bound to bentonites indicating and adsorption process due to chemisorptions. Hydrated sodium calcium aluminosilicates (HSCAS) for example resulted in almost total protection against aflatoxicosis (*Kubena et al., 1988; Doerr, 1989; Ramos and Hernandez, 1996*), but its efficacy against zearalenone and ochratoxin was very limited

(Bursian *et al.*, 1992; Huff *et al.*, 1992; Bauer, 1994) and against trichothecenes practically zero (Kubena *et al.*, 1990, 1993, 1998; Patterson and Young, 1993).

An alternative strategy for combating mycotoxins in feedstuffs is detoxification of mycotoxins by biotransformation using microorganisms or enzyme systems. Binder *et al.* (1998) were the first who described a novel strain of *Eubacterium* sp. (*Eubacterium* BBSH 797) with a capability to biotransform DON to DOM-1. *Eubacterium* BBSH 797 was isolated from rumen fluid and is capable of detoxifying DON by enzymatic reduction of the 12,13-epoxy-group to a diene, resulting to the known metabolite de-epoxy- deoxynivalenol (DOM-1). Another microorganism, a novel yeast strain, characterized as *Trichosporon mycotoxinivorans* was discovered to have a very high capability to degrade both ochratoxin A and zearalenone. *Trichosporon mycotoxinivorans* (MTV) was shown to cleave OTA into phenylalanine and the non-toxic OTA metabolite (OT α) *in vitro* (Molnar *et al.*, 2004; Schatzmayr *et al.*, 2003; Schatzmayr *et al.*, 2006/1). Besides biotransformation of OTA *Trichosporon mycotoxinivorans* also transforms ZON into the non-estrogenic metabolite ZOM-1 (Vekiru *et al.*, 2010). *Sphingopyxis* MTA 144 is a bacterium identified by Schatzmayr *et al.* (2006/2) and is capable of biotransformation of fumonisin B₁ into non-toxic metabolite 2-keto-HFB₁ (Hartinger *et al.*, 2011). The carboxylesterase FumD (Fumzyme) is encoded as a part of a gene cluster of *Sphingopyxis* sp. MTA 144 and enables the bacterial strain to degrade fumonisin B₁ (Heinl *et al.*, 2010) into non-toxic metabolite hydrolysed FB₁ (HFB₁) (Hartinger and Moll, 2011).

CONCLUSIONS

The isolation and characterization of microorganisms that are able to biotransform non-adsorbable mycotoxins into non-toxic metabolites in the intestinal tract of the animals is a major breakthrough in successful mycotoxin control. The biotransformation agents described above may become the technology of choice, as enzymatic reaction offer a specific, irreversible and very efficient way of detoxification that leaves neither toxic residues nor undesirable by-products. The elimination of adsorbable mycotoxins, such as aflatoxins and ergot alkaloids can be achieved through adsorption while selected plant and algae extracts that counteract effects of non-degradable mycotoxins complete the picture for successful control of mycotoxins.

REFERENCES

- Bauer, J. (1994). Möglichkeiten zur Entgiftung mykotoxin haltiger Futtermittel. Monatsh. Veterinärmed. 49. 175-181.
- Bennet, J.W., Klich, M. (2003). Mycotoxins. Clin. Microbiol. Rev., 16. 3. 497-516.
- Berthiller, F., Schuhmacher, R., Adam, G., Krska, R. (2009). Formation, determination and significance of masked and other conjugated mycotoxins. Anal. Bioanal. Chem., 395. 5.1243-1252.
- Binder, J., Schatzmayr, G., Heidler, D., Ellend, N., Braun, R., Binder, E.M. (1998). Microbial inactivation of trichothecenes – development of a feed additive. In: Proceedings of the 5th Feed Production Conference, Piacenza, Italy, 15-16 June, edited by G. Piva, Tipolitografia Benedettina, Parma, Italy, 71-87.
- Binder, E.M. (2007). Managing the risk of mycotoxins in modern feed production. Anim. Feed Sci. Technol., 133. 149-166.

- Bursian S.J., Aulerich R.J., Cameron J.K., Ames N.K., Steficsek B.A. (1992). Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate in reducing the toxicity of dietary zearalenone to mink. *J. Appl. Toxicol.* 12:85–90.
- Bryant, C. (2008). Mycotoxins in pig feed. Electronic citation: www.agric.gov.ab.ca/app21/.
- Diener, U.L., Cole, R.J., Sanders, T.H., Payne, G.A., Lee, L.S., Klich, M.A. (1987). Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavus*. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 25. 249-270.
- Doerr, J.A. (1989). Effect of aluminosilicate on broiler chickens during aflatoxicosis. *Poult. Sci.*, 68. 1. 45.
- Dombrink-Kurtzman, M.A. (2003). Fumonisin and beauvericin induce apoptosis in turkey peripheral blood lymphocytes. *Mycopathologia*. 156. 4. 357-364.
- Edrington, T.S., Kamps-Holtzapfle, C.A., Harvey, R.B., Kubena, L.F., Elissalde, M.H., Rottinghaus, G.E. (1995). Acute hepatic and renal toxicity in lambs dosed with fumonisin-containing culture material. *J. Anim. Sci.*, 73. 2. 508-515.
- Food and Agriculture Organisation (2004) Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed. FAO Food and Nutrition Paper 81. Rome 2004.
- Fuchs, E., Handl, J., Binder, E.M. (2004). LC–MS/LC–UV analysis of type-A and -B trichothecenes after multifunctional MycoSep® clean-up. In: Yoshizawa, T. (Ed.), *New Horizon of Mycotoxicology for Assuring Food Safety*. Japanese Association of Mycotoxicology, 225-232.
- Gelderblom, W.C.A., Jaskiewicz, K., Marasas, W.F.O., Thiel, P.G., Horak, R.M., Vleggaar, R., Kriek, N.P.J. (1988). Fumonisin - novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 54. 7. 1806-1811.
- Hartinger, D., Schwartz, H., Hametner, C., Schatzmayr, G., Haltrich, D., Moll, W.D. (2011). Enzyme characteristics of aminotransferase FUMI of *Sphingopyxis* sp. MTA 144 for deamination of hydrolyzed fumonisin B₁. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, DOI 10.1007/s00253-011-3248-9.
- Hartinger, D., Moll, W.D. (2011). Fumonisin elimination and prospects for detoxification by enzymatic transformation. *World Mycotoxin J.*
- Halloy, D.J., Gustin, P.G., Bouhet, S., Oswald, I.P. (2005). Oral exposure to culture material extract containing fumonisins predisposes swine to the development of pneumonitis caused by *Pasteurella multocida*. *Toxicology*. 213. 1-2. 34-44.
- Heinl, S., Hartinger, D., Thamhesl, M., Veriku, W., Krska, R., Schatzmayr, G., Moll, W.D., Grabherr, R. (2010). Degradation of fumonisin B₁ by the consecutive action of two bacterial enzymes. *J. Biotechnol.*, 145. 120-129.
- Huff, W.E., Kubena, L.F., Harvey, R.B., Phillips, T.D. (1992). Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the individual and combined toxicity of aflatoxin and ochratoxin A. *Poult. Sci.*, 71. 64-69.
- Hussein, H.S., Brasel, J.M. (2001). Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*. 167. 101-134.
- Huwig, A., Freimund, S., Käppli, O., Dutler, H. (2001). Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. *Toxicol. Lett.*, 122. 179-188.
- Kubena, L.F., Harvey, R.B., Phillips, T.D., Huff, W.E. (1988). Modulation of aflatoxicosis in growing chickens by dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poult. Sci.*, 67. 106.
- Kubena, L.F., Harvey, R.B., Huff, W.E., Corrier, D.E., Phillips, T.D., Rottinghaus, G.E. (1990). Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin. *Poult. Sci.*, 69. 1078-1086.

- Kubena, L.F., Harvey, R.B., Huff, W.E., Elissalde, M.H., Yersin, A.G., Phillips, T.D., Rottinghaus, G.E. (1993). Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicates to reduce the toxicity of aflatoxin and diacetoxyscirpenol. *Poult. Sci.*, 72. 51-59.
- Kubena, L.F., Harvey, R.B., Bailey, R.H., Buckley, S.A., Rottinghaus, G.E. (1998). Effects of hydrated sodium calcium aluminosilicate T-Bind™ on mycotoxicosis in young broiler chickens. *Poult. Sci.*, 77. 1502-1509.
- Marasas, W.F.O., Kellerman, T.S., Gelderblom, W.C.A., Coetzer, J.A.W., Thiel, P.G., Van der Lugt, J.J. (1988). Leukoencephalomalacia in a horse induced by fumonisin B₁ isolated from *Fusarium moniliforme*. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 55. 197-203.
- Marquardt, R.R., Frohlich, A.A. (1992). A review of recent advances in understanding ochratoxicosis. *J. Anim. Sci.*, 70. 12. 3968-3988.
- Molnar, O., Schatzmayr, G., Fuchs, E., Prillinger, H. (2004). *Trichosporon mycotoxinivorans* sp. Nov., a new yeast species useful in biological detoxification of various mycotoxins. *Syst. Appl. Microbiol.*, 27. 661-671.
- Patterson, R., Young, L.G. (1993). Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicates, screening and dilution in reducing the effects of mold contaminated corn in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 73. 615-624.
- Ramos, A.J., Hernandez, E. (1996). *In vitro* aflatoxin adsorption by means of a montmorillonite silicate. A study of adsorption isotherms. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 62. 263-269.
- Schatzmayr, G., Heidler, D., Fuchs, E., Mohnl, M., Täubel, M., Loibner, A.P., Braun, R., Binder, E.M. (2003). Investigation of different yeast strains for the detoxification of ochratoxin A. *Mycotoxin Res.*, 19. 124-128.
- Schatzmayr, G., Täubel, M., Vekiru, E., Moll, M., Schatzmayr, D., Binder, E.M., Krska, R., Loibner, A.P. (2006/1). Detoxification of mycotoxins by biotransformation. In: *The mycotoxin factbook*. Edited by: D. Barug, D. Bhatnagar, H.P. van Egmond, J.W. van der Kamp, W.A. van Osenbruggen, A. Visconti. Wageningen Academic Publisher, 363-375.
- Schatzmayr, G., Zehner, F., Täubel, M., Schatzmayr, D., Klimitsch, A., Loibner, A.P., Binder, E.M. (2006/2). Microbiologicals for deactivating mycotoxins. *Mol. Nutr. Food Res.*, 50. 543-551.
- Vekiru, E., Fruhauf, S., Sahin, M., Ottner, F., Schatzmayr, G., Krska, R. (2007). Investigation of various adsorbents for their ability to bind Aflatoxin B₁. *Mycotox. Res.*, 23. 1. 27-33.
- Vekiru, E., Hametner, C., Mitterbauer, R., Rechthaler, J., Adam G., Schatzmayr, G., Krska, R., Schuhmacher, R. (2010). Cleavage of zearalenone by *Trichosporon mycotoxinivorans* to a novel nonestrogenic metabolite. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76. 7. 2353-9.
- Weidenböerner, M. (2001). *Encyclopedia of Food Mycotoxins*. Springer-Verlag, Berlin.

Corresponding author (*Levelezési cím*):

Gerd Schatzmayr
Biomim Research Center
Technopark 1, 3430 Tulln, Austria



A lizin-ellátás hatása a fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségére növendék sertésekben

Tenke J., Horák A., Tischler A., Tolnai L., Tossenberger J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék, 7400 Kaposvár Guba Sándor út. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdaságos és környezetbarát sertéshús előállítás előfeltétele az állatok kiegyensúlyozott fehérje- és aminosav-ellátása, ezen belül pedig kiemelt jelentőség tulajdonítható az optimális lizin-ellátásnak. Szakirodalmi adatok szerint a különböző genetikai kapacitással rendelkező, iparszerű termelésre alkalmas hizósertések teljesítményében akár 30%-os különbség is adódhat, ami aminosav-szükségletükre is hatással van. Indokolt tehát olyan vizsgálatok elvégzése, melyek ezen sertések aminosav-szükségletének pontosítását tűzik célul. Vizsgálatainkban arra kerestünk választ, hogy a kísérleti takarmányok eltérő lizintartalma miként befolyásolja a fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségét nagy teljesítményre képes növendék sertésekben. A kísérleteket 25–60 kg közötti élősúly intervallumban, kezelésként 4, PVTC-kanüllel ellátott, Hungahib-39 ártánnyal állítottuk be két ismétlésben (8 állat/kezelés). Az állatok élősúlya a kísérlet kezdetén $34,9 \pm 5,3$ kg volt. A kísérlet során 6 eltérő lizintartalmú kukorica-árpa-szója alapú takarmány hatását vizsgáltuk, melyek lizintartalma 7,6, 8,3, 9,4, 10,0, 10,7 és 11,5 g/kg takarmány volt. A kísérleti adatokat varianciaanalízissel elemeztük (SAS, 2004). Eredményeink alapján megállapítható, hogy a fehérje és a lizin ileális emészthetősége 9,4 g/kg lizintartalom esetén szignifikánsan javult ($P \leq 0,05$) a legkisebb lizintartalmú (7,6 g/kg) diéta esetén mért értékhez képest. A lizintartalom további növekedése azonban nem járt együtt a lizin emészthetőségének további javulásával ($P \geq 0,05$). A metionin emészthetősége csak 10,0 g/kg esetén nőtt meg szignifikánsan ($P \leq 0,05$), de a további lizin dózisok azt még tovább növelték ($P \leq 0,05$). Hasonló tendenciák érvényesültek a treonin esetében is. Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a takarmányok eltérő lizintartalma az egyes aminosavak ileális emészthetőségét differenciált módon befolyásolják, amelyet a receptúrák összeállítása során is célszerű figyelembe venni.

(Kulcsszavak: lizin, növendék sertés, aminosav-emészthetőség)

ABSTRACT

The effect of dietary lysine level on the ileal digestibility of protein and amino acids in growing pigs

J. Tenke, A. Horák, A. Tischler, L. Tolnai, J. Tossenberger

Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

A precondition to producing pork in a cost-effective and environment-friendly manner is to provide a balanced protein and amino acid supply for the animals with a special focus on optimal lysine supply. According to the literature, commercial pig breeds having different genetic potentials may show up to 30% differences in their performance, which also affects their amino acid requirements. It is justifiable therefore to conduct studies with the objective of determining the amino acid requirements of these pigs more

accurately. were aimed at determining how the different lysine contents of the trial diets affect the ileal digestibility of protein and amino acids in growing pigs of high genetic potential. The trials, conducted in the 25–60 live weight interval, used 4 Hungahib-39 barrows per treatment in 2 replicates (8 pigs/treatment). The animals were fitted with a PVTC cannula. The initial live weight of the pigs was 34.9±5.3 kg. During the trial the effect of 6 corn–barley–soy based diets with different lysine contents – 7.6, 8.3, 9.4, 10.0, 10.7 and 11.5 g/kg diet – were studied. The trial data were subjected to variance analysis (SAS, 2004). Based on our results it can be concluded that when feeding the diet with 9.4 g lysine/kg of diet the ileal digestibility of protein and lysine improved significantly ($P \leq 0.05$) compared to the value determined when feeding the diet with the lowest lysine content (7.6 g/kg). Increasing the lysine content further, however, was not associated with the further improvement of lysine digestibility ($P \geq 0.05$). The digestibility of methionine increased significantly only at 10.0 g/kg ($P \leq 0.05$), and the further lysine dosages resulted in a further improvement ($P \leq 0.05$). Similar trends were found for threonine as well. Our data highlight the fact, that the different dietary lysine levels affect the ileal digestibility of dietary amino acids at different rates, which should be taken into account during feed formulation.

(Keywords: lysine, growing pigs, ileal digestibility of amino acids)

BEVEZETÉS

Hazánkban a korábbi tendenciákhoz hasonlóan még mindig a baromfi és a sertés teszi ki a hústermelés és fogyasztás 90%-át (Szöllősi és Nábrádi, 2008), a sertéshízlalás azonban egyre nehezebben végezhető gazdaságosan. Az utóbbi időben Magyarországon a sertésállomány 60 éve nem látott mélységbe süllyedt (Tóth, 2009). Ennek egyik oka, hogy a sertéshús ára stagnál, illetve csökken, a takarmányárak pedig folyamatosan emelkednek (http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsma004a.html, 2011.06.04). Napjainkban a gazdaságos és környezetkímélő sertéshús előállítás egyik előfeltétele az állatok kiegyensúlyozott takarmányozása. Ez különös fontossággal bír annak ismeretében, hogy a sertéshústermelés költségeinek, mintegy 70–75%-os hányadát a takarmányozási költségek teszik ki (Close, 2004a). Az egyes táplálóanyagok közül kiemelt fontosságú a fehérje és ezen belül az optimális aminosav-ellátás (Mézess és Hausenblasz, 2005), mivel az nagymértékben befolyásolja a hizósertések teljesítményét. A takarmányok nyersfehérje-tartalmán túl azok aminosav-összetétele (aminosav profilja) is meghatározó (Boisen és mtsai., 2000). A különböző korcsoportba tartozó állatok számára ajánlott optimális aminosav profilok meghatározásakor (ideális fehérje) az állatok élettani szükségleteinek fokozott figyelembe vételén túl a gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is szükséges szem előtt tartani. A szakirodalmi adatok arról számolnak be, hogy a nagyüzemi termelésre alkalmas hizósertések teljesítményében akár 30%-os különbség is adódhat ugyanazon tartási körülmények között (Schinckel és de Lange, 1996). Ezen sertések genetikai potenciál tekintetében három csoportra oszthatók: nagy, közepes és hagyományos genetikai potenciállal rendelkező állatokra (Close, 1994). A kifejezetten nagy genetikai potenciállal rendelkező hibrid sertéseket a nemzetközi szakirodalom a „genetically improved pig” elnevezéssel illeti. Ebben a csoportban az állatokra a napi 1000–1200 g-os súlygyarapodás jellemző az üres testek 180 g/kg-os fehérjetartalma mellett. A közepes genetikai potenciálú sertések esetében (normal pigs) ez a két érték 800–1000 g/nap illetve 170 g/kg. A hagyományos genetikai potenciállal rendelkező sertések (unimproved pigs) esetében a súlygyarapodás napi 800 g alatti, az üres testek fehérjetartalma pedig 160 g/kg-ra tehető. A Close (1994) által kategorizált sertések súlygyarapodása közt adódó különbségek tehát

alátámasztják *Schinckel és de Lange* (1996) állítását. Az üres testek fehérjetartalmában tapasztalt eltérések az egyes genotípusok különböző genetikailag determinált fehérjebeépítő képességére vezethetők vissza (*Close*, 2004b). Mindezek alapján a különböző teljesítményű hizósertések fehérje- és aminosav-szükséglete is jelentős eltéréseket mutathat. További problémaként merül fel, hogy az egyes ajánlások csaknem egy évtizede kerültek összeállításra és az ezekben feltüntetett aminosav szükségleti értékek nem minden esetben képesek fedezni a különböző genotípusú – különösen a nagy genetikai potenciállal rendelkező – állatok igényeit.

Mivel a sertéshízlalás összköltségének több, mint kétharmados hányadát a takarmányozási költségek teszik ki, költségcsökkentés legkönnyebben a takarmánykeverékek fehérje- és aminosav-tartalmának optimalizálásával érhető el. Az ideális fehérje elv alapján összeállított takarmányok ugyanis amellet, hogy költséghatékonyak, a környezetet is kevésbé terhelik felesleges nitrogénnel. Az „ideális fehérje” elv során a lizintartalmat alapul véve (100%), az esszenciális aminosavak mennyiségét ennek százalékos arányában adják meg (*Wang és Fuller*, 1989; *Baker és Chung*, 1992; *Cole and Van Lunen*, 1994). Ennek legfőbb oka, hogy a sertések számára a lizin tekinthető elsődlegesen limitáló aminosavnak (*Close*, 2004b; *Csapó és mtsai.*, 2008) és a hizósertések teljesítményét az aminosavak közül ugyancsak a lizin határozza meg leginkább. Az ideálisan emészthető lizin-felvétel, az átlagos napi súlygyarapodás, valamint a napi fehérjedepozíció és a takarmányértékesítés között igen szoros korreláció áll fenn (*Babinszky és Halas*, 2009). Mindezek okán indokolt az olyan vizsgálatok elvégzése, melyek a különböző genetikai potenciállal és ebből adódóan eltérő teljesítménnyel rendelkező sertések lizin szükségletének további pontosítását tűzik célul. Vizsgálatainkban ezért arra kerestünk választ, hogy a kísérleti takarmányok eltérő lizintartalma miként befolyásolja a fehérje és az aminosavak ideális emészthetőségét a nagy teljesítményre képes növendék sertésekben.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a 25–60 kg közötti élősúlyban, kezeléenként négy Hungahib 39-es hibrid ártánnyal, két ismétlésben állítottuk be (8 állat/kezelés). A vizsgálatok megkezdése előtt a kísérleti állatokat PVTC-kanüllel láttuk el. Az állatok élősúlya a kísérlet kezdetén $34,9 \pm 5,3$ kg volt. A műtéteket megelőzően, a regenerációs periódusban, valamint a vizsgálatok elő- és fő szakaszában a kísérleti állatokat műtött sertések elhelyezésére kialakított kutyákban helyeztük el. Az állatok elhelyezésére szolgáló terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát a növendék sertések igényeinek megfelelően szabályoztuk.

A kísérleti takarmányok összeállítása az ideális fehérje elv (*Baker és Chung*, 1992) figyelembe vétele mellett történt. A kísérlet során a takarmányok azonos DEs (13,9 MJ/kg) és fehérjetartalma (15%) mellett, hat eltérő lizinszint hatását vizsgáltuk. A kísérleti takarmányok összetétele és táplálóanyag-tartalma az *1. táblázatban* látható. A kísérleti állatok a vizsgálatok alatt, létfenntartó energiaszükségletük (450 KJ MEs/kg^{0,75}/d) 2,8-szeresének megfelelő mennyiségű dercs takarmányt vehettek fel két egyenlő részletben; ivóvíz szopókás önitatókból tetszés szerinti mennyiségben állt rendelkezésükre. (*1. táblázat*).

Az anyagcsere kísérletek 5 napos előtetési és 3 napos gyűjtési szakaszból álltak. A chymust a PVTC-kanüle rögzített polietilén zacskókba folyamatosan gyűjtöttük, mértük, majd azonnal lefagyasztottuk. A gyűjtési szakasz végén az összegyűjtött chymus mennyiségét ismételtelen lemértük, majd a homogenizálást követően a teljes mennyiség 30%-át tömegállandóságig történő liofilezéssel, 1 mm rostaméretű darálással történő

aprítással, illetve egy ismételt homogenizálással laboratóriumi vizsgálatra készítettük elő. A kísérleti állatok életsúlyát az előtetési szakasz kezdetén, valamint a gyűjtési szakasz kezdetén és végén mértük. A kísérleti takarmányok táplálóanyag (szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, kalcium, foszfor, titán dioxid) és aminosav-tartalmát, továbbá a chymus minták aminosav-, szárazanyag-, nyersfehérje- és titán dioxid-tartalmát az *AOAC* (1989) leírása szerint határoztuk meg. A kísérleti adatokat variancia-analízissel (ANOVA) elemeztük (*SAS*, 2004). Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey teszttel ellenőriztük (*SAS*, 2004).

1. táblázat A kísérleti takarmányok összetétele és táplálóanyag tartalma (g/kg)

<i>Komponensek</i> (2)	K E Z E L É S E K (1.)					
	A	B	C	D	E	F
Kukorica (3)	515,0	535,0	563,0	565,0	576,0	576,0
Árpa (4)	263,0	258,0	228,3	228,3	218,0	219,8
Extr. Szója (5)	168,4	165,0	163,0	158,4	154,3	150,0
Arbocel	11,0	8,0	10,0	10,0	11,0	11,0
Növényi olaj (6)	15,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Egyebek* (7)	26,6	26,7	27,8	29,3	30,6	32,0
Lizin-HCl (8)	1,0	1,8	2,9	4,0	5,1	6,2
ÖSSZESEN (9)	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Táplálóanyag-tartalom (10)						
Des (MJ/kg) (11)	13,8	13,9	13,9	13,8	13,8	13,8
Nyersfehérje (12)	154,0	154,0	157,0	158,0	157,0	158,0
Lizin_{össz} (13)	7,6	8,3	9,4	10,0	10,7	11,5
Ca (14)	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0
P _{összes} (15)	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0

*Premix (0,5%), DL-metionin, L-treonin, L-triptofán, Cisztin-HCl, MCP, takarmánymész, NaCl

Table 1. Composition and nutrient content of experimental diets (g/kg)

Treatments(1), Components(2), Corn(3), Barley(4), Soybean meal(5), Vegetable oil(6), Other components: premix (0,5%), DL-methionine, L-threonine, L-tryptophan, cystine-HCl, MCP, limestone and NaCl(7), Lysine-HCl(8), Total(9), Nutrient content(10), Digestible energy content(11), Crude protein(12), Total lysine(13), Calcium(14), Total phosphorus(15)

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Kísérletsorozatunk legfontosabb eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A fehérje és az aminosavak ileális emészthetősége (%)

Táplálóanyagok (2)	K E Z E L É S E K * (1)						RMSE**
	A	B	C	D	E	F	
Nyersfehérje (3)	71,9 ^a	73,5 ^{bc}	74,7 ^c	73,9 ^c	74,2 ^c	74,3 ^c	1,97
Lizin (összes) (4)	83,7 ^a	84,3 ^a	87,6 ^b	87,5 ^b	87,4 ^b	87,5 ^b	1,99
Lizin (fehérjéhez kötött) (5)	81,8 ^{ab}	81,1 ^{ab} _c	83,6 ^b	81,7 ^{ab}	80,0 ^{bc}	78,4 ^c	2,93
Metionin (összes) (6)	80,2 ^a	81,6 ^{ab}	81,6 ^{ab}	83,1 ^{cb}	84,3 ^{cd}	85,9 ^d	2,43
Metionin (fehérjéhez kötött) (7)	80,2 ^{ab}	81,6 ^b	77,2 ^{bc}	74,4 ^c	69,5 ^d	64,7 ^e	3,90
Treonin (összes) (8)	70,7 ^a	71,4 ^a	74,4 ^b	76,1 ^{bc}	76,4 ^{bc}	77,2 ^c	2,18
Treonin (fehérjéhez kötött) (9)	70,7 ^{ab}	71,4 ^{ab}	72,3 ^b	71,6 ^{ab}	69,1 ^{bc}	67,9 ^c	2,53

*Lizintartalom (g/kg): A: 7,6; B: 8,3; C: 9,4; D: 10,0; E: 10,7; F:11,5 (10)

**Root Mean Square Error

a,b,c,d,e : P≤0,05

Table 2. Ileal digestibility of crude protein and amino acids (%)

Treatments(1), Nutrients(2), Crude protein(3), Total lysine(4), Protein-bound lysine(5), Total methionine(6), Protein-bound methionine(7), Total threonine(8), Protein-bound threonine(9), Total lysine content(10)

Adataink szerint a nyersfehérje ileális emészthetősége a 9,4 g/kg-os lizintartalom hatására 2,8%-kal javult a 7,6 g/kg-os lizintartalmú kezeléshez képest (71,9%), a további lizin dózisok azonban azt nem növelték tovább (P≥0,05). Az össz lizin emészthetősége a nyersfehérje esetében leírt tendenciát követte. A 9,4 g/kg-os lizin dózis hatására az emészthetőség 83,7%-ról 87,6%-ra nőtt (P≤0,05). Ezzel az értékkel jó egyezőséget mutatnak *Fan és mtsai.* (1994) eredményei is, akik a 160 g/kg-os nyersfehérje- és 9,2 g/kg-os lizin-tartalmú takarmányok etetése mellett 86,3%-os ileális lizin emészthetőséget mértek.

Martinez és Knabe (1990) a takarmányok 164 g/kg-os fehérje és 8,7 g/kg-os lizintartalma esetén 82,6%-os ileális emészthetőséget állapítottak meg, ami vizsgálatunkban a 8,3 g/kg-os lizintartalom mellett mért emészthetőséggel mutat jó egyezőséget. A hivatkozott és a saját vizsgálatainkban mért csaknem azonos össz lizin emészthetőség valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a kísérleti takarmányok lizin/emészthető energia aránya azonos volt (Lys/DEs=0,61).

A fehérjéhez kötött lizin esetében az emészthetőség ugyancsak a 9,4 g/kg-os lizin dózis esetében volt a legnagyobb (83,6%), ami azonban nem haladta meg szignifikánsan (P≥0,05) az „A” kezelésben (7,6 g/kg lizin) mért értéket (81,8%). A további lizin dózisok (10,7- és 11,5 g/kg) a natív lizin emészthetőségének szignifikáns csökkenésével jártak együtt (P≤0,05). A fehérjéhez kötött treonin emészthetőségét hasonló tendencia jellemezte. A fehérjéhez kötött metionin emészthetősége azonban már 9,4 g/kg-os

lizintartalom mellett is szignifikáns csökkenést mutatott ($P \leq 0,05$). A fehérjéhez kötött aminosavak emészthetőségének romlása feltételezhetően arra vezethető vissza, hogy a kristályos aminosavak abszorpciója passzív diffúzióval történik az ozmotikus nyomáskülönbség hatására, így emészthetőségük 100%-os. Ezzel szemben a fehérjéhez kötött aminosavak esetében az abszorpció energiaigényes folyamat, és aktív transzporttal megy végbe. Ebből adódóan a felszívódás lassabb (*Yen és mtsai.*, 2004) és rosszabb hatásfokú, mint a kristályos aminosavaké. Ez utóbbi állítást alátámasztják *Martinez és Knabe* (1990), *Fan és mtsai.*, (1994), valamint *Otto és mtsai.*, (2003) vizsgálati eredményei is.

Valószínűsíthető az is, hogy a kísérleti takarmányok növekvő kristályos lizin kiegészítése mellett a passzív diffúzióval történő felszívódásának aránya megnőtt, mellyel párhuzamosan csökkent a fehérjéhez kötött aminosavak felszívódására jellemző aktív transzport részaránya, ami ezen aminosavak emészthetőségének romlását eredményezte. Ez alapján az a téves következtetés lenne levonható, hogy a nagyobb kristályos lizindózist tartalmazó takarmányok etetése „energia megtakarítással” jár, mivel a passzív diffúzió nem igényel energiát (*Helmreich és Kipnis*, 1962). Szükséges azonban megjegyezni, hogy a fehérjéhez kötött aminosavak az ileumot követően is felszívódhatnak, azonban ez az aminosav-hányad már nem vesz részt a fehérje bioszintézisben (*Zebrowska*, 1973), hanem a vizelettel ürül a szervezetből. Megjegyzendő azonban az is, hogy ezen aminosavak esetében a kiürülés energia szükségletével is számolnunk kell, mely terheli az állatok intermedier anyagcseréjét és ezen keresztül a teljesítményt is csökkentheti (*Brydl*, 2011). A legnagyobb lizintartalmú takarmány (11,5 g g/kg) etetése mellett a fehérjéhez kötött aminosavak emészthetősége a lizin esetében 5,2%-kal, a treoninnál 4,4%-kal a metioninnál pedig 16,9%-kal csökkent a legnagyobb emészthetőséget mutató kezeléshez képest. A lizin és treonin esetében a legnagyobb emészthetőséget a 9,4 g/kg-os lizintartalom mellett mértük, a metioninnál az emészthetőség a „B” kezelés esetében (8,3 g/kg lizin) volt a legnagyobb (2. táblázat).

Az össz-metionin és treonin vonatkozásában a lizintartalommal, és kristályos lizin-kiegészítéssel párhuzamosan nőtt az ileális emészthetőség. Az előbbi esetében a 7,6 g/kg-os lizintartalom (A-kezelés) mellett mértük a legalacsonyabb emészthetőséget (80,2%), míg a legnagyobb a 11,5 g/kg-os lizin dózis esetén (85,9%) volt megállapítható. A treonin emészthetőségének két szélső értéke 70,7 illetve 77,2% volt ($P \leq 0,05$). *Martinez és Knabe* (1990), *Fan és mtsai.*, (1994), valamint *Otto és mtsai.*, (2003) mind a metionin, mind pedig a treonin esetében eltérő emészthetőséget állapítottak meg, amely valószínűsíthetően a kísérleti takarmányok összetételének eltéréseiből és a kísérleti állatok élősúlya, valamint genetikai tulajdonságai közti különbségekből adódott.

KÖVETKEZTETÉSEK

Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a takarmányok eltérő lizintartalma az egyes aminosavak ileális emészthetőségét differenciált módon befolyásolják. A takarmányok indokoltnál magasabb össz-lizintartalma a fehérjéhez kötött lizin, metionin és treonin ileális emészthetőségét egyaránt rontja, amit a receptúrák összeállításánál is célszerű figyelembe venni.

IRODALOM

- AOAC (1996). Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off Anal. Chem., Arlington VA.
- Babinszky L., Halas V. (2009). Kihívások és kutatási irányok a 21. század sertés-takarmányozásában. Állattenyésztés és Takarmányozás. 58. 411-426.
- Baker, D.H., Chung, T.K. (1992). Ideal protein for swine and poultry. Biokyowa Technical Review. Biokyowa, Inc., Chesterfield, MO, USA. 4. 16.
- Boisen, S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R. (2000). Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. Livestock Production Science. 64. 239-251.
- Brydl E., Könyves L., Kovács P., Tegzes L. (2011). Szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulása tej- és húshasznú szarvasmarha állományokban. 15. Nemzetközi takarmányozási szimpózium. Kaposvár, 2011. június 3. 33-40.
- Close, W.H. (1994). Feeding new genotypes: establishing amino acid/energy requirements. Principles of pig science. 123-140.
- Close, W.H. (2004a). Új genotípusok takarmányozása. Takarmányozás. 7. 2. 4-7.
- Close, W.H. (2004b). Új genotípusok takarmányozása. Takarmányozás. 7 3. 5-8.
- Cole, D.J.A., Van Lunen, T.A. (1994). Ideal amino acid patterns. D'Mello, J. P. F. (Ed.), Amino acids in farm animal nutrition, CAB International, 99-112.
- Csapó J., Győri Z., Csapóné Kiss Zs., Borosné Győri A. (2008). Növényi eredetű élelmiszer- és takarmány-alapanyagok aminosav-összetételének alakulása a nyersfehérje-tartalom függvényében. Acta Agraria Kaposváriensis. 12. 3. 73-82.
- Fan, M.Z., Sauer, W.C., Hardin, R.T., Lien, K.A. (1994). Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs: Effect of dietary amino acid level. J. Anim. Sci., 72. 2851-2859.
- Helmreich, E., Kipnis, D.M. (1962). Amino acid transport in lymph node cells. The Journal of Biological Chemistry. 237. 8. 2582-2589.
- Központi Statisztikai Hivatal (2011). A fontosabb állatok és állati termékek felvásárlási átlagára.
http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsma004a.html
(Utolsó frissítés: 2011. 06. 14; Letöltés: 2011. 06.15)
- Martinez, G.M., Knabe, D.A. (1990). Digestible lysine requirement of starter and grower pigs. J. Anim. Sci., 68. 2748-2755.
- Mézes M., Hausenblasz J. (2005). A hiányos sertés-takarmányozás következményei. Mezőhír. 9. 4. 100-103.
- Otto, E.R., Yokoyama, M., Ku, P.K., Ames N.K., Trottier N.L. (2003). Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. J. Anim. Sci., 81. 1743-1753.
- SAS (2004). SAS User's Guide. Statistics Inst., Inc. Cary. NC.
- Schinckel, A.P., de Lange, C.F.M. (1996). Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. Journal of Animal Science. 74. 2021-2036.
- Szóllósi L., Nábrádi A. (2008). A vágócsirke vertikum modellezése és gazdasági modellezése egy, az észak-alföldi régióban működő integráció alapján. PhD értekezés. Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Vállalatgazdaságtani és Marketing Tanszék.
- Tóth P. (2009). Sertéspiaci helyzetkép, 2008. A sertés. 14. 2. 4-11.
- 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., 66. 77-89.

- Yen, J.T., Kerr, B.J., Easter, R.A., Parkhurst, A.M. (2004). Defference in rates of net portal absorption between crystalline and protein-bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily. *J. Anim. Sci.*, 82.1079-1090.
- Zebrowska, T. (1973). Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Rocz. Nauk. Roln.* 95(B). 8.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Tossenberger János

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar,

Takarmányozástani Tanszék

Kaposvár University, Faculty of Animal Science

Department of Animal Nutrition

7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-82-505-800

e-mail: tossenberger.janos@ke.hu



Adatok a Nyugat-magyarországi nyers tejminták zsírsav-összetételére vonatkozóan

¹Viszket E., ¹Csavajda É., ¹Varga L., ²Tanai A., ¹Tóth T.

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer-tudományi Kar, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

²Adexgo Kft., H-8230 Balatonfüred, Völgy u. 41.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők két éves vizsgálatban értékelték a nyugat-dunántúli régió egyik sajtüzemébe beszállított nyers tejminták fehérje- és zsírtartalmát, továbbá zsírsav-összetételét. Az irodalmi adatokkal összehangban a legnagyobb zsírtartalmat a téli (3,92%), míg a legkisebb értéket a nyári (3,64%) tejmintákban kapták. A fehérjeszázalék az őszi (3,43%) mintákban volt a legnagyobb, míg a legkisebb értéket ebben az esetben is nyáron (3,17%) mérték. A vizsgált két év adatai között a zsírtartalomban nem, viszont a fehérjetartalom esetében szignifikáns ($P=0,01$) különbséget állapítottak meg. A telített zsírsavak (SFA) esetében – a C17:0 kivételével – statisztikailag ($P=0,05$) igazolható különbséget tapasztaltak az évszakhatás tekintetében. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) esetében a nyári (28,97%) mintákban mérték a legnagyobb értékeket. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) közül csak a C18:2 (linolsav) és a C20:3 (eikozatriénsav) esetében mértek szignifikáns ($P=0,05$) különbséget az egyes évszakok között. A tartósított takarmányok (pl. kukoricaszilázs) etetésének évszaktól független elterjedtségét a vizsgálat közvetve szintén igazolta. A szerzők véleménye szerint a tartósított takarmányok etetésének nyilvánvaló gazdaságossági előnyei mellett célszerű lenne olyan takarmányozási eljárásokat is alkalmazni a gyakorlatban, amellyel javítani lehet a hazai tejek PUFA zsírsav-tartalmát (különös tekintettel az omega-3 és CLA zsírsavakra vonatkozóan). Ez új piaci lehetőségek megnyitása mellett kedvező hatású lehet egyes tejtermékek tulajdonságára (pl. vaj kenhetőségének javulása) is. (Kulcsszavak: nyerstej, zsírtartalom, zsírsav profil, omega-3, CLA)

ABSTRACT

Fatty acid composition of raw milk samples from factories located in western part of Hungary

E. Viszket¹, É. Csavajda¹, L. Varga¹, A. Tanai², T. Tóth¹

¹University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science, H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

²Adexgo Kft., H-8230 Balatonfüred, Völgy u. 41.

The authors was evaluated protein, fat content and fatty acid composition of raw milk samples delivered to a cheese factory located in western part of Hungary in a 2-year-long study. In accordance with literature data the highest contents of fat were measured in samples taken in winter (3.92%), while the lowest mean was observed in summer (3.64%). As for the protein contents of bulk milk samples, the highest mean (3.43%) was observed in fall, while the lowest one (3.17%) in summer. There was no significant year effect on fat content between the two sampling years, however significant differences ($P=0.01$) were proved in the protein content of milk samples. Season significantly influenced ($P=0.05$) the levels of saturated fatty acids (SFA) in milk, except the C17:0. As for monounsaturated fatty acids (MUFA), the highest mean (28.97%) was observed

in summer. In the group of polyunsaturated fatty acids (PUFA), seasonal differences ($P=0.05$) were found only in linoleic acid (C18:2) and in eicosatrienoic acid (C20:3) levels. This study proved indirectly the season independent use of diets based on preserved fodder (e. g. maize silage). Besides obvious economic benefits of using preserved fodder based diets it is suggested that it would be preferable to apply feeding procedures in practice, which may improve the content of PUFAs in milk (especially the levels of omega-3 fatty acids and CLA). Application of new methods in feeding could have favourable effects not only on opening up new market opportunities but on the characteristics of some certain dairy products (e.g. improving spreadability of butter). (Keywords: raw milk, fat content, fatty acid profile, omega-3, CLA)

BEVEZETÉS

Az évszak tej zsírsav-összetételére gyakorolt hatását számos irodalmi forrás igazolja (Csapó és Csapóné, 2002a; Thorsdottir és mtsai., 2004; Salamon és mtsai., 2005). Ez elsősorban az évszakonkénti eltérő takarmányozásnak köszönhető (Varga-Visi és Csapó, 2003). Jahreis és mtsai. (1997), továbbá Dhiman és mtsai. (1999) szerint a tejben a konjugált linolsav (CLA) és az α -linolénsav (C18:3, n-3) megnövekedett részaránya főként a legeltetéssel áll összefüggésben. Ismert, hogy a linolénsavnak (C18:3) a legelőfű az elsődleges forrása (Hagemeister és Voigt, 2001). Ezt igazolják azok a kísérleti eredmények is, melyek szerint azokban az országokban ahol az éghajlati adottságok lehetővé teszik az állatok legeltetését, ott kedvezőbb a tej zsírsav profilja, ami a gyűjtött tejminták nagyobb CLA és α -linolénsav (C18:3) tartalmában nyilvánul meg (Reklewska és mtsai., 2003; Thorsdottir és mtsai., 2004; Cabiddu és mtsai., 2006; Bisig és mtsai., 2008).

Korábbi vizsgálatunkban (Viszket és mtsai., 2010) megállapítottuk, hogy a hazai nyers tejminták a humán-egészségügyi szempontból fontos n-3 zsírsavakat (pl. C18:3, C20:5, C22:5), illetve a c-9,t-11 CLA-t a nemzetközi szakirodalomban közölteknel (Precht és Molckentin, 2000; Thorsdottir és mtsai., 2004) kisebb részarányban tartalmazzák. Jelen vizsgálatunkban kétéves adatsor segítségével kívánunk további információkat szolgáltatni a nyugat-dunántúli régió nyers tejminták fehérje- és zsírtartalmára, továbbá a tejszír zsírsav profiljára vonatkozóan.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alkalmazott metodika megegyezett a korábbi vizsgálatunkban közöltekkel (Viszket és mtsai., 2010). A nyers tejmintákat hetente egy alkalommal az Óvártéj Zrt. mosonmagyaróvári tejüzemében vettük. A vizsgálat 2008. szeptember 1-jétől 2010. augusztus 31.-ig tartott, így az egyes vizsgálati szakaszok (tavasz, nyár, ősz, tél) hossza 2×3 hónap volt. A tejminták fehérje- és zsírtartalmát az Óvártéj Zrt. vizsgálta MilkoScan™ Minor 4 (FossAnalytical, Hillerød, Dánia) típusú berendezéssel. A tejszír zsírsav-összetételét 6890N típusú gázkromatográfval (Agilent Technologies, Foster City, CA, USA) határoztuk meg. Az oszlop jellemzői: Supelco SP™ 2560 Fused Silica Column (Supelco, Bellefonte, PA, USA) 100 m×0,25 mm×0,2 μ m filmvastagság; vivőgáz: H.

A kísérleti eredmények biometriai értékelését az SPSS 15.0 for Windows programmal (SPSS, Chicago, IL, USA) végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A nyers tejminták vizsgált zsír és fehérjetartalmát, továbbá zsírsav-összetételét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Tehéntej zsír- és fehérjetartalmának, továbbá zsírsav-összetételének évszakonkénti alakulása a két éves vizsgálat során

Megnevezés (1)	Ősz (2)	Tél (3)	Tavasz (4)	Nyár (5)	Év (6) (P=)
Tejzsír (g/100 g) (7)	3,86±0,12 ^a	3,92±0,08 ^a	3,78±0,09 ^b	3,64±0,07 ^c	NS (9)
Tejfehérje (g/100 g) (8)	3,43±0,21 ^a	3,35±0,07 ^a	3,24±0,07 ^b	3,17±0,07 ^c	0,01
Zsír (g/100 g összes zsír) (10)					
C _{8:0} : kaprilsav (caprylic acid)	1,07±0,07 ^a	1,11±0,06 ^a	1,10±0,12 ^a	1,02±0,07 ^b	NS
C _{10:0} : kaprinsav (capric acid)	2,82±0,16 ^b	2,94±0,14 ^a	2,80±0,04 ^b	2,62±0,13 ^c	NS
C _{11:0} : undekánsav (undecanoic acid)	0,35±0,03 ^a	0,34±0,02 ^a	0,32±0,01 ^b	0,31±0,02 ^c	NS
C _{12:0} : laurinsav (lauric acid)	3,52±0,22 ^{ab}	3,63±0,07 ^a	3,52±0,07 ^b	3,26±0,16 ^c	NS
C _{13:0} : tridekánsav (tridecanoic acid)	0,24±0,03 ^a	0,24±0,01 ^a	0,22±0,01 ^b	0,21±0,01 ^b	NS
C _{14:0} : mirisztinsav (myristic acid)	10,95±0,31 ^b	11,15±0,10 ^a	11,03±0,11 ^b	10,73±0,26 ^c	NS
C _{15:0} : pentadekánsav (pentadecanoic acid)	1,26±0,10 ^a	1,23±0,02 ^{ab}	1,20±0,03 ^c	1,22±0,04 ^b	0,01
C _{16:0} : palmitinsav (palmitic acid)	33,33±0,48 ^a	33,02±0,43 ^{ab}	32,50±0,28 ^c	32,79±0,47 ^{bc}	NS
C _{17:0} : heptadekánsav (heptadecanoic acid)	0,72±0,07	0,72±0,02	0,72±0,02	0,72±0,24	NS
C _{18:0} : sztearinsav (stearic acid)	9,96±0,39 ^b	10,16±0,29 ^b	10,68±0,22 ^a	10,65±0,46 ^a	0,02
C _{20:0} : arachidsav (arachidic acid)	0,15±0,01 ^b	0,14±0,00 ^b	0,15±0,01 ^a	0,16±0,01 ^a	0,001
C _{21:0} : heneikozénsav (heneicosanoic acid)	0,025±0,06 ^{bc}	0,023±0,00 ^c	0,028±0,00 ^{ab}	0,029±0,00 ^a	NS
SFA: Telített zsírsavak (Saturated fatty acids)	64,40±0,92^{ab}	64,70±0,35^a	64,27±0,37^b	63,72±0,59^c	NS
C _{14:1} : mirisztóleinsav (myristoleic acid)	0,98±0,05 ^a	0,95±0,03 ^b	0,90±0,02 ^c	0,90±0,04 ^c	0,01
C _{16:1} : palmitóleinsav (palmitoleic acid)	2,19±0,07 ^a	2,13±0,05 ^b	2,09±0,04 ^c	2,14±0,06 ^b	0,001
C _{17:1} : heptadecénsav (heptadecanoic acid)	0,23±0,01 ^{ab}	0,22±0,01 ^b	0,22±0,01 ^b	0,24±0,01 ^a	0,001
C _{18:1} : olajsav (oleic acid)	22,34±0,89 ^{bc}	22,08±0,66 ^c	22,53±0,39 ^b	23,09±0,48 ^a	NS
c-C _{18:1} : vakkénsav (vaccenic acid)	0,70±0,11 ^c	0,71±0,14 ^{bc}	0,78±0,11 ^{ab}	0,85±0,08 ^a	0,001
9t-C _{18:1} : elaidinsav (elaidic acid)	1,59±0,18	1,70±0,13	1,69±0,14	1,64±0,14	NS
C _{20:1} : eikozénsav (eicosenoic acid)	0,11±0,01	0,11±0,00	0,11±0,01	0,11±0,01	0,001
MUFA: Egyszeresen telítetlen zsírsavak (Mono unsaturated fatty acids)	28,14±0,72^b	27,90±0,64^b	28,32±0,42^b	28,97±0,54^a	NS
C _{18:2} (n-6): linolsav (linoleic acid)	2,97±0,21 ^{ab}	2,97±0,12 ^a	2,96±0,12 ^a	2,84±0,09 ^b	0,001
CLA (c-9, t-11): konjugált linolsav (conjugated linoleic acid)	0,43±0,02	0,42±0,01	0,43±0,02	0,43±0,03	0,001
C _{18:3} (n-6): γ-linolénsav (γ-linolenic acid)	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	0,001
C _{18:3} (n-3): linolénsav (linolenic acid)	0,39±0,05	0,39±0,04	0,38±0,02	0,38±0,03	NS
C _{20:2} (n-6): eikozadiénsav (eicosadienoic acid)	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	NS
C _{20:3} (n-6): eikozatriénsav (eicosatrienoic acid)	0,12±0,00 ^b	0,12±0,00 ^a	0,12±0,00 ^a	0,11±0,01 ^b	NS
C _{20:4} (n-6): arachidonsav (arachidonic acid)	0,19±0,01	0,20±0,01	0,20±0,01	0,19±0,01	0,001
C _{20:5} (n-3): eikozapentaénsav (eicosapentaenoic acid)	0,02±0,01	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	NS
C _{22:2} (n-6): dokozadiénsav (docosadienoic acid)	0,01±0,00	0,02±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	0,001
C _{22:4} (n-6): dokozatetraénsav (docosatetraenoic acid)	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	NS
C _{22:5} (n-3): dokozapentaénsav (docosapentaenoic acid)	0,06±0,00	0,06±0,00	0,06±0,00	0,06±0,00	NS
Σn-6	3,39	3,41	3,40	3,25	-
Σn-3	0,47	0,47	0,46	0,46	-
n-6/n-3	7,21	7,25	7,39	7,06	-
PUFA: Többszörösen telítetlen zsírsavak (Polyunsaturated fatty acids)	4,29±0,26^{ab}	4,30±0,14^a	4,29±0,12^a	4,14±0,12^b	NS
UFA: Telítetlen zsírsavak (Unsaturated fatty acids)	32,43	32,20	32,61	33,11	-
Egyéb, nem azonosított zsírsavak (Unidentified fatty acids)	3,17	3,10	3,12	3,17	-

*Az adatok 26 vizsgálat átlag \pm szórás értékét jelölik (*Values are means \pm SD based on 13 observations*)

^{abc}Az ugyanabban a sorban szereplő eltérő betűjelzésű átlagok szignifikánsan különböznek egymástól, $P < 0,05$ (*Means within a row without a common superscript differ, $P < 0,05$*)

Table 1. Seasonal changes in fat and protein content, as well as fatty acid profile of bovine milk

Component (1), Fall (2), Winter (3), Spring (4), Summer (5), Year (6), Milk fat (7), Milk protein (8), Not significant (9), Fatty acid (g /100 g total fatty acids) (10)

Az irodalmi adatoknak megfelelően, a legnagyobb zsirtartalmat télen (3,92%), míg a legkisebbet a nyári (3,64%) mintákban mértük. A kapott adatok megegyeznek az egy éves adatsorunkkal (*Viszket és mtsai.*, 2010), és a két év adatai között (2008. szeptember–2009. augusztus vs. 2009. szeptember–2010. augusztus) nincs statisztikailag igazolható különbség. Ezzel ellentétben a tejfehérje esetében szignifikáns ($P=0,05$) különbséget kaptunk az évhatás tekintetében: az őszi nyerstej minták előző évhez viszonyított eltérő adatainak köszönhetően. A kapott adatok jó egyezőséget mutattak az egy éves adatsorával (*Viszket és mtsai.*, 2010), jelen vizsgálatunkban viszont a tavaszi (3,24%) és a nyári (3,17%) minták fehérjetartalma között szignifikáns ($P=0,05$) különbséget kaptunk.

Az évszak hatása a tej zsír- és fehérjetartalmára többnyire a különböző tartástechnológiákra és az eltérő takarmányozásra vezethető vissza. Ezt igazolja *White és mtsai.* (2001) vizsgálata is, melynek során holstein-fríz és jersey tehenek tejösszetételét vizsgálták, zárt tartás, illetve legeltetés mellett. A szerzők, mindkét fajta esetében szignifikánsan alacsonyabb tej zsirtartalmat (3,23% vs. 3,33%, illetve 3,68% vs. 4,10%, az előző sorrendben) állapítottak meg a legeltetés során. Ugyanakkor a fehérje % csak a jersey tehenek esetében csökkent szignifikánsan a legeltetést követően (3,62% vs. 3,43%). *Pešek és mtsai.* (2008) holstein-fríz tehenekkel végzett vizsgálatában a nyári, fűszilázsra alapozott takarmányozás nagyobb tejszír %-ot (4,29%) eredményezett, mint a téli, kukoricaszilázs alapú takarmányadag (4,07%) etetése. Kapott adatainkkal egyezően *Heck és mtsai.* (2009) vizsgálatában a legnagyobb zsír %-ot januárban (4,57%), míg a legkisebbet júniusban (4,10%) mérték. Ugyanakkor *Bedő és mtsai.* (2005) merinó juhokkal végzett vizsgálatában az évszakkal nem volt hatása a tej összetételére.

Jelen eredményeinket a korábbi vizsgálatunkhoz (*Viszket és mtsai.*, 2010) hasonlítva megállapítható, hogy az SFA zsírsav csoporton belül a két éves adatsor esetében már szignifikáns ($P=0,05$) különbséget kaptunk a C8:0 (kaprilsav), a C20:0 (arachidsav) és a C21:0 (heneikozénsav) vonatkozásában is. Az adatok tendenciája kismértékben ugyancsak változott, és némely zsírsav (C15:0, C18:0 és C20:0) esetében statisztikailag igazolható évhatást is megfigyeltünk. Az SFA zsírsavcsoport részaránya tekintetében a legnagyobb értéket ebben az esetben is télen (64,70%), míg a legkisebbet nyáron (63,72%) kaptuk. A téli és az őszi (64,40%) tejminták között nem, ugyanakkor a téli és a tavaszi (64,27%) tejminták esetében szignifikáns ($P=0,05$) különbséget kaptunk. A C15:0, C18:0 és a C20:0 zsírsavra vonatkozóan évhatás tekintetében ugyancsak szignifikáns hatásról számolnak be *Butler és mtsai.* (2011) is. Adatainkkal egyezően *Salamon és mtsai.* (2005) szintén a téli tejmintáknál mérték a legnagyobb C10:0 (kaprinsav), C12:0 (laurinsav), C14:0 (mirisztinsav) és C16:0 (palmitinsav) részarányt.

A MUFA csoportba tartozó zsírsavak többségénél (C14:1, C16:1, C17:1, c-C18:1, C20:1) ugyancsak ki lehetett mutatni évhatást. Jelen vizsgálatban – ellentétben korábbi adatunkkal (*Viszket és mtsai.*, 2010) – az egyes évszakok között nem kaptunk

statistikailag igazolható különbséget a 9t-C18:1 és a C20:1 vonatkozásában. Eredményeinktől eltérően *Butler és mtsai.* (2011) a C14:1 és C16:1 zsírsavak esetében nem tapasztaltak szignifikáns különbséget az évek között, ugyanakkor a C16:1 zsírsav vonatkozásában az évszakhatást az ő kísérletük is igazolja. A rendelkezésre álló irodalmi forrásokkal (*Csapó és Csapóné, 2002b; Butler és mtsai., 2011*) összehangban a legnagyobb olajsav részarányt a nyári (23,09%), míg a legkisebbet a téli mintákban (22,08%) mértünk. Ezzel egyezően a transz-zsírsavakhoz tartozó, humánegészség-ügyi szempontból kedvezőtlen hatásúnak tekinthető vakkénsav (c-C18:1) részaránya a nyári mintákban emelkedett.

Az egy éves adatsorunkhoz hasonlóan (*Viszket és mtsai., 2010*) jelen vizsgálatunkban is csak néhány PUFA zsírsav (C18:2-linolsav; C20:3-eikozatriénsav) esetében mértünk szignifikáns ($P=0,05$) különbséget. A linolsavra (C18:2) kapott adatunk ellentétes tendenciát mutat *Salamon és mtsai.* (2005) eredményével. A táplálkozási szempontból fontos n-3 zsírsavakra és a c-9,t-11 CLA-ra vonatkozóan nem kaptunk statisztikailag igazolt különbséget az egyes évszakok között. Svájci tejminták CLA tartalmáról *Collomb és Bühlher* (2000) közölnek adatokat, melyek szerint télen 0,70; míg nyáron 1,55 g/100 g zsír CLA mennyiséget határoztak meg. *Iggman és mtsai.* (2003) az izlandi tejk esetében 0,64%, míg az északi országok tejmintáiban 0,57% CLA-tartalmat állapítottak meg.

Eredményeink megerősítették azt a tényt, hogy a hazai szarvasmarha telepek a tartósított tömegtakarmányokra (döntően kukoricaszilázs) alapozott takarmányozásának köszönhetően a termelt tejk kedvezőtlenebb zsírsav-összetétellel rendelkeznek, mint amit az irodalmi adatok az európai nyers tej mintákra, illetve a legeltetett kérődző állatokra vonatkozóan közölnek (*Precht és Molkenstin, 2000; Reklewska és mtsai., 2003; Thorsdottir és mtsai., 2004; Heck és mtsai., 2009*). Az n-6/n-3 zsírsav arány a nyári minták esetében volt a legkedvezőbb (7,06:1). Adatainkkal egyezően *Butler és mtsai.* (2011) ugyancsak a nyári tejminták esetében kaptak szűkebb n-6/n-3 zsírsav arányt a téli mintákhoz viszonyítva (2,64:1 vs. 3,76:1).

KÖVETKEZTETÉSEK

Két éves adatsorunk összefoglalásaként megállapítható, hogy a hazai nyers tejminták zsírsav profilja az évszaktól függően szignifikánsan különbözik egymástól. A kisebb, bár statisztikailag igazolható különbségek ellenére jelentős eltérést az egyes zsírsavakra és zsírsav-csoportokra (SFA, MUFA, PUFA) nem állapítottunk meg az egyes évszakok között. Közvetve ismét igazolást nyert, hogy a magyarországi tehenészeti telepek a tartósított takarmányokra (döntően kukoricaszilázssra) alapozott takarmányadagok etetését preferálják. Ennek nyilvánvaló termelésszervezési előnyei ellenére javítani kellene (pl. speciális takarmányozás útján történő n-3 és CLA zsírsavakban gazdag tejk előállításával) a hazai tejk zsírsav-összetételét, ami egyben kedvező hatású lehet bizonyos tejtermékek tulajdonságaira (pl. vaj kenhetőségének javulása) is. Célszerű lenne több hazai tejüzem bevonásával országos adatokat gyűjteni arra vonatkozóan, hogy a beszállított tejminták, továbbá az előállított tejtermékek milyen zsírsav-összetétellel rendelkeznek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton mondunk köszönetet az *Óvártej Zrt.* és az *Adware Research Kft.* munkatársainak a vizsgálatok elvégzéséhez nyújtott segítségükért. A kutatási munkát az *Adexgo Kft.* a **GOP 1.1.1-08/1-2008-0024** azonosító számú pályázati keretéből támogatta.

IRODALOM

- Bedő S., Póti P., Köles P. (2005). A magyar merinó anyajuhok tejtermelésének és tejösszetételének évszaki változása. *Tejgazdaság*. LXV. 32-39.
- Bisig, W., Collomb, M., Bütikofer, U., Sieber, R., Bregy, M., Etter, L. (2008). Seasonal variation of fatty acid composition in Swiss mountain milk. *Bundesamt für Landwirtschaft*. 15. 38-43.
- Butler, G., Stergiadis, S., Eyre, M., Leifert, C. (2011). Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. *J. Dairy Sci.*, 94. 24-36.
- Cabiddu, A., Addis, M., Pinna, G., Decandia, M., Sitzia, M., Piredda, G., Pirisi, A., Molle, G. (2006). Effect of corn and beet pulp based concentrates on sheep milk and cheese fatty acid composition when fed Mediterranean fresh forages with particular reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 131. 292-311.
- Collomb, M., Bülher, T. (2000). Analyse de la composition en acides gras de la graisse de lait. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*. 91. 306-332.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002a). A kolosztrum és a tej zsírtartalma, zsírsavösszetétele. In: Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (szerk.) *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 42-49.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002b). A tejszír zsírsavösszetétele. In: Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (szerk.) *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 254-259.
- Dhiman, T.R., Anand, G.R., Satter, L.D., Pariza, M.W. (1999). Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 82. 2146-2156.
- Hagemester, H., Voigt, J. (2001). A takarmányozás hatása a tehéntej kedvező zsírsavösszetételére. *Takarmányozás*. 4. 7-11.
- Heck, J.M.L., van Valenberg, H.J.F., Dijkstra, J., van Hooijdonk, A.C.M. (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.*, 92. 4745-4755.
- Iggman, D., Birgisdóttir, B., Ramel, A., Hill, J., Thorsdóttir, I (2003). Differences in cow's milk composition between Iceland and the other Nordic countries and possible connections to public health. *Scandinavian Journal of Nutrition*. 74. 194-198.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Steinhart, H. (1997). Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.*, 17. 1479-1484.
- Pešek, M., Samková, E., Špička, J. (2008). Evaluation of changes in the content of adverse saturated fatty acids in cow milk with a view to optimizing the composition of milk fat. *Milchwissenschaft*. 63. 33-36.
- Precht, D., Molckentin, J. (2000). Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*. 55. 687-691.
- Reklewska, B., Bernatowicz, E., Reklewski, Z., Nalecz-Tarwacka, T., Kuczyńska, B., Zdziarski, K., Oprzadek, A. (2003). Concentration of milk functional components in Black-and-White cows, depending on the season and feeding system (in Polish). *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. 68. 85-98.

- Salamon R., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Altorjai A., Győri Z., Borosné Győri A., Sára P., Albert Cs., Csapó J. (2005). A tej zsírsavösszetételének és konjugált linolsav-tartalmának változása az évszakok szerint. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 9. 1-14.
- Thorsdottir, I., Hill, J., Ramel, A. (2004). Seasonal variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content in milk fat from Nordic countries. *J. Dairy Sci.*, 87. 2800-2802.
- Varga-Visi, É., Csapó, J. (2003). Increase of conjugated linoleic acid content of dairy food by feeding. *Agric. Conspec. Sci.*, 68. 293-296.
- Viszket, E., Zsédely, E., Tanai, A., Varga, L., Tóth, T. (2010). Az évszak hatása a tehéntej zsírsav-összetételére. *Tejgazdaság*. LXX. 15-21.
- White, S.L., Bertrand, J.A., Wade, M.R., Washburn, S.P., Green, J.T., Jenkins, T.C. (2001). Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.*, 84. 2295-2301.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Viszket Erna

NYME-MÉK, Állattudományi Intézet,
Takarmányozástani Intézeti Tanszék
University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
Telefon/fax: +36-96-566-695
e-mail: viszket.erna@gmail.com



A foszfor-ellátás hatása a tojánhéj minőségére

Nagy Sz., Kovács R.K., Tossenberger J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Tetra SL tojó hibridekkel egy teljes (12 hónap) termelési ciklus alatt végzett kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy az eltérő foszfor-ellátás minkét befolyásolja a tojánhéj minőségét. Vizsgálataink során 7 kezelés hatását vizsgáltuk. A kísérleti takarmányokat kukorica–szója alapon állítottuk össze. A kalcium- és foszfortartalmat az első kezelésben (A) a magyar gyakorlatnak megfelelően (3,5 g/kg nem fitin-foszfor) a második kezelésben (B) az NRC (1994) ajánlásai alapján, a harmadik kezelésben (C) pedig Tossenberger és Babinszky (2008) vizsgálatai alapján ajánlható értékek kerültek beállításra (38 g/kg kalcium, 2 g/kg nem fitin-foszfor). A negyedik kezelésben (D) a diéta foszfortartalmát az NRC (1994) ajánlásához képest 40%-kal csökkentettük (1,5 g/kg nem fitin-foszfor). Ezekben a kezeléseknél (A-B-C-D) a tojótápok fitáz kiegészítést nem tartalmaztak. Az ötödik, hatodik és hetedik kezelés (E, F, G) alapdiétája megegyezett a negyedik kezelés (D) alapdiétájával, azzal a különbséggel, hogy a gyártók által ajánlott mennyiségben fitáz enzimmel (E: 450 U/kg Termék-1, F: 450 U/kg Termék-2, G: 450 U/kg Termék-3) egészítettük ki. A kísérleti adatokat variancia-analízissel elemeztük (SAS, 2004). Adataink szerint a tojánhéj vastagságát a takarmánykeverékek 40%-kal csökkentett foszfortartalma (D-kezelés) nem rontja a fitáz kiegészítésnek (E-, F-, G-kezelések) arra nincs hatása. A takarmánykeverékek eltérő foszfortartalma (A-, B-, C-, D-kezelések) a tojánhéj szilárdságára szignifikáns hatással van ($P \leq 0,05$). A Termék-3 fitáz enzim valamennyi kezeléshez képest szignifikánsan javítja a tojánhéj szilárdságát ($P \leq 0,05$). Tehát a tojótápok foszfortartalma fitáz kiegészítés mellett nagymértékben csökkenthető a tojánhéj minőségének romlása nélkül.

(Kulcsszavak: tojótyúk, foszfor, tojánhéj minőség)

ABSTRACT

The influence of phosphorus supply on eggshell quality

Sz. Nagy, R.K. Kovács, J. Tossenberger

Kaposvár University, Faculty of Animal Science, Department of Animal Nutrition, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40

In our study conducted with Tetra SL layer hybrids over a full production cycle (12 months) we aimed to determine how different levels of phosphorus supply influence eggshell quality. The effects of seven treatments were studied during the trials. The trial diets were formulated on a corn-soy basis. Calcium and phosphorus contents were formulated according to the Hungarian practice in the first treatment (A) (3.5 g non-phytate phosphorus/kg); based on the NRC (1994) requirements in the second treatment (B); and based on the findings of the studies conducted by Tossenberger and Babinszky (2008) in the third treatment (C) (38 g calcium /kg, 2 g non-phytate phosphorus/kg). In the fourth treatment (D) the phosphorus content of the diet was reduced by 40 % compared to the NRC (1994) requirement (1.5 g non-phytate phosphorus/kg.) These dietary treatments (A-B-C-D) did not contain phytase supplementation. The basal diet in the fifth, sixth and seventh treatment (E, F, G) was the same as the basal diet of the

fourth treatment (D) with the difference, that they were supplemented with a phytase enzyme in the dosage recommended by the manufacturer (E: 450 U Product-1/kg; F: 450 U Product-2/kg; G: 450 U Product-3/kg). The trial data were subjected to variance analysis (SAS, 2004). According to our data the 40% lower phosphorus content of the diet (Treatment D) does not reduce eggshell thickness, neither is it affected by the phytase supplementation (Treatments E, F and G). The different phosphorus content of the diets (Treatments A, B, C and D) had a significant influence on eggshell strength ($P \leq 0.05$). Product-3 phytase enzyme improved eggshell strength significantly compared to all treatments ($P \leq 0.05$). According to the trial results the phosphorus content of layer diets can be substantially reduced beside a concurrent phytase supplementation without any harm to the eggshell quality.

(Keywords: layer hen, phosphorus, eggshell quality)

BEVEZETÉS

A mikrobiális úton előállított fitáz adagolása lehetővé teszi a nem fitin-foszfor (NPP) kiegészítések csökkentését anélkül, hogy károsan befolyásolná a tojáshéj minőségét. Ezt állapította meg *Jalal és Scheideler* (2001). Kísérleti eredményeik között szerepelt az is, hogy a fitáz kiegészítésnek a tojáshéj szilárdságára nem volt hatása. *Punna és Roland* (1999) ezzel szemben arról számolt be, hogy javulást tapasztaltak a tojáshéj szilárdságában, abban az esetben, mikor a takarmánykeverék 0,1%-os nem fitin-foszfortartalmát fitáz enzimmal egészítették ki. Ezen kísérletben megállapításra került az is, hogy a fitáz kiegészítések mindenesetben javították az ásványi anyagok visszatartását, a foszfor mennyiség ürítést pedig csökkentették.

Megállapítható tehát, hogy foszfor-ellátás befolyásolja a héjminőséget és a fitáz enzim kiegészítéssel a takarmányok NPP-tartalma csökkenthető. Abban viszont nincs egyetértés, hogy az NPP-tartalom milyen mértékben csökkenthető, valamint milyen hatással van a mikrobiális fitáz enzim kiegészítés a tojáshéj szilárdságára. Ezért egy 52 hétig tartó, középnehéz tojó hibridekkel végzett kísérletben azt vizsgáltuk, hogy a takarmányok eltérő foszfortartalma, továbbá a különböző gyártók által előállított fitáz készítmények ajánlott dózisaik miként befolyásolják a tojáshéj minőségét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletbe 19 hetes, szárny számmal ellátott Tetra SL tojóhibrideket állítottunk be (30 madár/kezelés, 3madár/ketrec, állatsűrűség: 650 cm² /madár). A terem hőmérsékletet, a megvilágítás hosszát és intenzitását a tenyésztő cég ajánlásainak megfelelően alakítottuk ki. A takarmányok kukorica-szója alapon kerültek összeállításra az AminoDatTM 2.0 energia és aminosav ajánlásainak figyelembe vételével (1. táblázat). A kísérlet során 7 kezelés hatását vizsgáltuk. A takarmánykeverékek energia-, nyersfehérje- és aminosav-tartalma valamennyi kezelésben azonos volt, kalcium- és foszfortartalmuk, valamint fitáz-aktivitásuk azonban eltért egymástól.

Az első kezelésben (A-kezelés) a diéták foszfor-tartalmát a magyar gyakorlatra jellemző ér-téknek megfelelően állítottuk be (PK-1: 3,5 g/kg nem fitin-foszfor). A második kezelésben (B-kezelés) a takarmánykeverék kalcium és foszfor-tartalma az NRC (1994) ajánlásának volt megfelelő (PK-2: 32,5 g/kg kalcium, 2,5 g/kg nem fitin-foszfor). A harmadik kezelésben (C-kezelés) pedig Tossenberger és Babinszky (2008) kísérletei alapján ajánlható értékek kerültek beállításra (PK-3: 38 g/kg kalcium, 2g/kg nem fitin-foszfor). Ezekben a kezelésekből (PK-1, PK-2, PK-3) a tojótápok fitáz-kiegészítést nem tartalmaztak.

1. táblázat

Az alaptakarmányok összetétele és táplálóanyag-tartalma (g/kg)

Komponensek (2)	ALAPDIÉTÁK (1)			
	PK-1 ^a (A)	PK-2 ^a (B)	PK-3 ^a (C)	NK ^b (D)
Kukorica (3)	673,75	706,77	683,81	687,18
Extr. szójadara (47%) (4)	200,00	194,00	198,00	197,00
Növényi olaj (5)	10,00	0,00	6,50	5,70
Takarmánymész (6)	90,00	77,80	92,80	93,80
MCP	13,00	8,10	5,60	3,00
NaCl	3,88	3,88	3,88	3,88
Lizin HCl (7)	1,79	1,90	1,82	1,85
DL-metionin (8)	2,52	2,48	2,52	2,51
L-treonin (9)	0,06	0,07	0,07	0,08
Premix ^a (0,5%)	5,00	5,00	5,00	5,00
Összesen (10)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Táplálóanyag-tartalom (11)				
Száranyag (12)	882,9	880,9	882,3	882,1
AMEn (MJ/kg)	12,0	12,0	12,0	12,0
Nyersfehérje (13)	163,2	163,6	163,3	163,1
Lizin (14)	8,8	8,8	8,8	8,8
Metionin+cisztin (15)	7,8	7,8	7,8	7,8
Treonin (16)	5,9	5,9	5,9	5,9
Triptofán (17)	1,7	1,7	1,7	1,7
Kalcium (18)	38,0	32,5	38,0	38,0
P _{összes} (19)	6,0	5,0	4,4	3,8
P_{nem fitin} (20)	3,5	2,5	2,0	1,5
Na	1,5	1,5	1,5	1,5

a: PK= pozitív kontrol (*positive control*) b: NK= negatív kontrol (*negative control*)

c: 1 kg premix tartalmaz (1 kg premix contains): Zn: 21600 mg, Cu: 3600 mg, Fe: 11654 mg, Mn: 17280 mg, I: 288 mg, Se: 43 mg, Co: 86 mg, A-vit.: 1640000 NE, D₃ vit.: 388000 NE, E vit.: 3880 mg, K₃ vit.: 312 mg, B₁ vit.: 312 mg, B₂ vit.: 1160 mg, B₃ vit.: 8001 mg, B₅ vit.: 2400 mg, B₆ vit.: 520 mg, B₁₂ vit.: 2,56 mg, Kolin: 34355 mg, Folsav (*folic acid*): 128 mg, Biotin: 25,8 mg

Table 1. Composition and nutrient content of the basal diets (g/kg)

Basal diets(1), Components(2), Maize(3), Soybean meal(4), Plant oil(5), Limestone(6), Lys-HCl (7), DL-methionine(8), L-treonine(9), Total(10,) Nutrient content(11), Dry matter(12), Crude protein(13), Lys(14), Met+Cys(15), Thr(16), Trp(17), Ca(18), P total(19), Non phytate P(20)

A negyedik kezelésben (D-kezelés) a diéta foszfortartalmát az NRC (1994) ajánlásához képest 40%-kal csökkentettük (1,5 g/kg nem fitin-foszfor) és az ugyancsak fitázkiegészítés nélkül készült (negatív kontrol: NK). Az ötödik, hatodik és hetedik kezelés (E-, F- és G-kezelések) takarmányainak összetétele megegyezett a negyedik kezelésben (D-kezelés) etetett takarmánykeverék összetételével, de ezekben a kezelésekből az

alapidietákat fitáz enzimmal (E-kezelés: 450 U/kg Termék-1, F-kezelés: 450 U/kg Termék-2, G-kezelés: 450 U/kg Termék-3) egészítettük ki, a gyártók által ajánlott dózisban (2. táblázat). Az állatok takarmányaikat dercés formában ad libitum fogyaszthatták; ivóvizet tetszés szerinti mennyiségben fogyaszthattak a madarak, súlyselepek önitatóból.

2. táblázat

A kísérleti kezelések

Paraméterek (2)	K E Z E L É S E K (1)						
	A	B	C	D	E	F	G
Alapidieták (3)	PK-1	PK-2	PK-3	NK	NK	NK	NK
Ca (g/kg)	38,0	32,5	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
P _{összes} (g/kg) (4)	6,0	5,0	4,4	3,8	3,8	3,8	3,8
P _{nem fitin} (g/kg) (5)	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Fitáz- kiegészítés (6)	-	-	-	-	+	+	+

A: Pozitív kontrol-1: gyakorlatban alkalmazott Ca- és P-tartalom, fitáz kieg. nélkül (*Positive control -1: Ca and P- content applied in the practice, without phytate suppl.*)

B: Pozitív kontrol-2: az NRC (1994) által javasolt Ca- és P-tartalom, fitáz kieg. nélkül (*Positive control -2: NRC (1994) recommended Ca and P content, without phytate suppl.*)

C: Pozitív kontrol-3: Tossenberger és Babinszly (2008) vizsgálatai alapján javasolt Ca-és P-tartalom, fitáz kiegészítés nélkül (*Positive control -3: Ca and P recommendation of Tossenberger and Babinszly (2008), without phytate supplementation*)

D: Negatív kontrol : az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, fitázkieg. nélkül (*Negative control: NRC (1994) recom. P content - 40%, without phytate suppl.*)

E: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-1* (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -1**)

F: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-2* (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -2**)

G: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-3* (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -3**)

*A termékek nevének közléséhez a gyártók nem járultak hozzá, ezért azokat nem, csak az enzim kiegészítés (aktivitás) mértékét adjuk meg (*The producers did not give permission to reveal the name of the product, therefore only the level of enzyme supplementation is provided*)

Table 2. Experimental treatments

Treatments(1), Item(2), Basal diets(3), Total P(4), Non phytate P(5), Phytate supplementation(6)

A kísérleti adatok felvételezése

A tojástermelés adatait naponta, a takarmányfelvételt és takarmányértékesítést hetente, ketrecenként mértük. A tojáshéj vastagságát és szilárdságát kéthetente vizsgáltuk (alkalmanként 50 tojás/ kezelés). Az egyedi élőtömegét pedig négyhetente regisztráltuk. Az elhullás (időpont, tömeg, ok) folyamatosan feljegyzésre került.

A kísérleti takarmányok táplálékanyag-tartalmát a Magyar Szabvány előírásai szerint határoztuk meg. A héjvastagság megállapítására Mitutoyo 395-741-10 típusú mikrométert, a héj-szilárdság megállapítására pedig speciális tojástartó feltéttel, roppantókkal és adatrögzítő adapterrel ellátott Precisa 10200G mérőkészülék

használtunk. A kísérleti adatokat variancia-analízissel elemeztük *SAS* (2004). Szignifikáns kezeléshatás esetén az eltérések statisztikai megbízhatóságát LSD-tesztel ellenőriztük *SAS* (2004).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A tojáshéj vastagságának és szilárdságának eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

A héjminőség vizsgálatok eredményei

	K E Z E L É S E K * (1)						RMSE**	
	A	B	C	D	E	F		G
Tojáshéj vastagság (mm) (2)								
1-12. hónap (3)	0,334 ^a	0,320 ^d	0,328 ^{bc}	0,325 ^{cd}	0,330 ^{abc}	0,328 ^{bc}	0,332 ^{ab}	0,067
Tojáshéj szilárdsága Kp/roppanás (4)								
1-12. hónap (5)	2,83 ^b	2,58 ^c	2,74 ^{cd}	2,67 ^d	2,76 ^{bc}	2,71 ^{cd}	2,93 ^a	1,07

A: Pozitív kontrol-1: a gyakorlat által alkalmazott Ca és P-tartalom, fitázkiegészítés nélkül (*Positive control -1: Ca and P- content applied in the practice, without phytate supplementation*)

B: Pozitív kontrol-2: az NRC (1994) által javasolt Ca és P tartalom, fitázkiegészítés nélkül (*Positive control -2: NRC (1994) recommended Ca and P content, without phytate supplementation*)

C: Pozitív kontrol-3: Saját vizsgálatok eredményei alapján javasolt Ca és P tartalom, fitázkiegészítés nélkül (*Positive control -3: Ca and P recommendation of Tossenberger and Babinszly (2008), without phytate supplementation*)

D: Negatív kontrol: az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, fitázkiegészítés nélkül (*Negative control: NRC (1994) recommended P content - 40%, without phytate supplementation*)

E: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-1 (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -1**)

F: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-2 (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -2**)

G: Az NRC (1994) által javasolt P-tartalom - 40%, + 450 U/kg Termék-3 (*NRC (1994) recommended P content - 40%, + 450 U/kg Product -3**)

**RMSE: Root Mean Square Error

a,b,c,d,e: azonos soron belül az azonos betűvel jelölt átlagok között nincs szignifikáns különbség ($P \geq 0,05$) (*means in a row with similar superscript do not differ ($P \geq 0.05$)*)

Table 3. The results of the eggshell examinations

Treatments(1), Eggshell thickness(2), 1-12 Months(3), Eggshell strength Kp/break(4), 1-12 Months(5)

Az A-kezelésben (PK-1) mértük a legvastagabb tojáshéjakat, ezek átlagos vastagsága 0,334 mm volt. A B-kezelésben (PK-2) 4,2%-kal vékonyabb héjvastagságot tapasztaltunk, és ez statisztikailag is igazolható volt ($P \leq 0,05$). Ez feltehetően annak köszönhető, hogy a tojáshéj vastagság elsősorban a takarmánykeverék kalcium-

tartalmától függ. A B-kezelésben a kalciumtartalom 32,5 g/kg, míg az összes többi kezelésben 38 g/kg kalcium volt. A C-kezelésben (PK-3) szignifikánsan vastagabb tojáshéjakat mértünk a B-kezeléshez képest ($P \leq 0,05$). A D-kezelésben vizsgált tojáshéj valamint az E- és F-kezelések (csökkentett foszfortartalmú diéták, 450 U/kg Termék-1 és 450 U/kg Termék-2 kiegészítésekkel) héjvastagsága nem tért el statisztikailag igazolhatóan a C-kezeléstől ($P \geq 0,05$). A G-kezelésben (csökkentett foszfortartalmú diéta, 450 U/kg Termék-3 kiegészítéssel) mért érték nem tért el szignifikánsan az A-kezelésben tapasztalt értéktől.

Megállapítható tehát, hogy a csökkentett foszfortartalmú takarmánykeveréknek, enzim-kiegészítés nélkül sincs negatív hatása a héjvastagságra. A tojáshéj megroppantásához szükséges erőt tekintve, A-kezelés (PK-1) héjszilárdsága 2,83 Kp volt, a B-kezelésben mért érték statisztikailag is igazolhatóan (8,8%-kal) alacsonyabb volt ($P \geq 0,05$). A C-kezelésben a héj megroppantásához szignifikánsan több erőt kellett kifejteni, mint a B-kezelésben ($P \geq 0,05$). A C és D-kezelés statisztikailag nem tért el egymástól. A csökkentett foszfortartalmú diéták fitáz kiegészítéssel javították a tojáshéj szilárdságán. Az E-kezelés esetében 3,3%-kal, a G-kezelés esetében 8,9%-kal ($P \geq 0,05$), az F-kezelés esetében pedig 1,5%-kal azonban ez nem volt statisztikailag igazolható ($P \leq 0,05$). Ez feltehetően a fitáz készítmények eltérő biokémiai tulajdonságaival hozható összefüggésbe. Azonban az A-kezelésben tapasztalt héjszilárdság látszólag ellentmond évtizedes irodalmi adatoknak, amelyek szerint a tojáshéj-képződési zavarok tojótyúkok esetében akkor léptek fel, amikor a takarmánykeverékek összes foszfortartalma meghaladta az 5,5g/kg-ot Männer (1987). Azonban a mineralizációs zavarok fellépése elsősorban a takarmányok hasznosítható foszfortartalmától függ. Mivel a kísérletben a takarmánykeverékek kukorica-szója alapon kerültek összeállításra, feltehetően azok hasznosítható foszfortartalma még nem érte el azt a szintet, ahol a héjképződési zavarok már jelentkeztek volna Tossenberger és Babinszky (2008). A tojáshéj szilárdság javításában tehát a foszfortartalomnak meghatározó szerepe van. A hajszáltrepedt, illetve a repedt tojások száma feltehetően a tojótápok foszfor-tartalmának optimalizálásával csökkenthető lenne.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérlet eredményeiből az alábbi fontosabb következtetések vonhatók le. A tojáshéj vastagságát a takarmánykeverékek 40%-kal csökkentett foszfortartalma és fitáz kiegészítése nem befolyásolja, azonban az eltérő foszfortartalom befolyásolja a tojáshéj szilárdságát. A Termék-3 enzim valamennyi kezeléshez képest javít a tojáshéj szilárdságon.

A csökkentett foszfortartalmú tojótápok fitáz enzimmel történő kiegészítésekor a tojáshéj szilárdsága javult, ezért javasolható a Tetra SL tojóhibridek takarmányaiban a nem fitin–foszfor-tartalom 40%-os csökkentése, abban az esetben, ha a takarmánykeveréket a gyártó által ajánlott mennyiségben fitáz enzimmel egészítjük ki.

IRODALOM

- Jalal, M.A., Scheideler, S.E. (2001). Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. Poultry Science. 80. 1463-1471.
- Männer, K. (1987). Physiologie der Eibildung. In: Scheunert A., Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 541-557.

- National Research Council, (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National. Academy Press, Washington, DC. Pages 19-34.
- Punna, S., Sr. Roland, D.A. (1999). Influence of supplemental microbial phytase on first cycle laying hens fed phosphorus-deficient diets from day one of age. Poultry Science.78. 1407-1411.
- SAS (2004). SAS User's Guide: Statistics Inst., Inc. Cary NC.
- Tossenberger J., Babinszky L. (2008). A tojóttyúk foszforellátásának és teljesítményének összefüggései. Magyar Baromfi. 11. 25-33.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Tossenberger János
Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar,
Takarmányozástani Tanszék
Kaposvár University, Faculty of Animal Science
Department of Animal Nutrition
7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
Tel.: 36-82-505-800
e-mail: tossenberger.janos@ke.hu



Az L-valin kiegészítés hatása a pecsenyecsirkék élősúlyára (1–28 napos életkor között)

¹Gyurcsó G., ²Tóth T., ¹Fábián J., ³Tossenberger J.

¹Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft., 2942 Nagyigmánd, Burgert Róbert Agrár-Ipari Park

²Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

³Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A legújabb irodalmi adatok szerint a brojlerek esetében a valin tekintendő a negyedik limitáló aminosavnak (Corrent, 2009). Ebből adódóan szükségesnek látszik olyan kísérletek beállítása, amelyek eredményei hozzájárulnak a nagy teljesítményre képes brojlerek valin szükségletének pontosításához. Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a takarmányok valin kiegészítése milyen hatással van a brojlercsirkék súlygyarapodásra, takarmányfelvételére és takarmány-értékesítésére. A kísérletet 1600, Ross-308-as kakasokkal végeztük el, 5 ismétlésben (320 állat/kezelés). A madarak az 1–14. életnap között indító, a 15–28. életnap között pedig nevelő takarmányt fogyasztottak. A kontroll és kísérleti takarmánykeverékek kukorica-szójadara alapúak voltak. Az indítótápot 0–0.91–1.82–2.73–3.63 g/kg mennyiségben, a nevelőtápot pedig 0–0.82–1.63–2.44–3.26 g/kg mennyiségben kristályos L-valinnal egészítettük ki. Az állatokat az 1, a 14. és a 28. életnapon egyedileg mérlegeltük. A madarak takarmányfelvételét fülként (40 madár/fülke) mértük. A kísérleti adatokat variancia analízissel elemeztük. Szignifikáns hatás esetén az egyes kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey teszttel ellenőriztük (SAS, 2004). Az elvégzett kísérlet eredményei szerint a kristályos L-valin kiegészítésnek az indítótáp etetésének időszakában nincs szignifikáns hatása a madarak súlygyarapodásra ($P \geq 0,05$). A nevelőszakasz végén (28. életnap) az alacsonyabb valin kiegészítések (0,82 ill. 1,63 g/kg takarmány) nem, a nagyobb valin dózisosok (2,44 ill. 3,26 g/kg takarmány) viszont statisztikailag igazolhatóan ($P \leq 0,05$) növelték a madarak testsúlyát. A brojlerek takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére a kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása ($P \geq 0,05$). Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a pecsenyecsirkék teljesítményére a takarmányok valintartalmának hatása van, amit további vizsgálatokban célszerű lenne tisztázni.

(Kulcsszavak: valin, brojler, súlygyarapodás, takarmányértékesítés)

ABSTRACT

The influence of L-valine supplementation of the diets on the live weight of broiler chickens (between 1–28 days of age)

G. Gyurcsó¹, T. Tóth², J. Fábián¹, J. Tossenberger³

¹Bonafarm-Bábolna Feedstuff Ltd., H-2942 Nagyigmánd, Burgert Róbert Agrár-Ipari Park

²University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

³Kaposvár University, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

According to the latest literature data valine should be considered as the fourth limiting amino acid in broilers (Corrent, 2009). Consequently, it appears necessary to set up trials that can facilitate to determine the valine requirement of high-performance

broilers more accurately. Our study was aimed at determining how the valine supplementation of the diets affects the weight gain, feed intake and feed conversion rate of broiler chickens. The trial used 1600 Ross-308 roosters in 5 replicates (320 birds/treatment). Birds were fed starter diets between 1–14 days of age, and grower diets between 15–28 days of age. The control and trial diets were corn-soy based. Crystalline L-valine was used to supplement starter diets at the rate of 0–0.91–1.82–2.73–3.63 g/kg, and grower diets at the rate of 0–0.82–1.63–2.44–3.26 g/kg. Birds were individually weighed on days 1, 14 and 28 of age. Feed intake of the birds was determined by cage (40 birds per cage). Trial data were subjected to variance analysis. In case of the significant treatment effect the statistical reliability of differences among treatments was verified by Tukey test (SAS, 2004). According to the results of the trial the crystalline L-valine supplementation does not affect significantly the weight gain of the birds during the started diet phase ($P \geq 0.05$). At the end of the grower phase (day 28 of age) the weight of the birds was not affected by the lower valine dosages (0.82 and 1.63 g/kg diet); higher valine dosages (2.44 and 3.26 g/kg diet), however, increased their weight in a statistically verifiable manner ($P \leq 0.05$). The feed intake and feed conversion rate of the broilers were not influenced by the treatments ($P \geq 0.05$). Our data highlight the fact, that the valine contents of the diet influence the performance of broiler chickens and this should be clarified further in future studies.

(Keywords: amino acid, L-valine, broiler)

BEVEZETÉS

A brojler hizlalás gazdaságosságát elsősorban a takarmányozási költségek határozzák meg. Ezen költségek aránya jelenleg az összköltség 60–70%-át teszi ki. Napjainkban a brojler előállítás gyakran veszteséges, éppen ezért a takarmányozási költségek csökkentésének alapvető szerepe van. A takarmányok árát legnagyobb mértékben a fehérjehordozók ára határozza meg, ezért költségcsökkentés is legkönnyebben a takarmánykeverékek fehérje- és aminosav-tartalmának optimalizálása útján érhető el. Az ideális fehérje- és aminosav-tartalomra optimalizált takarmányok mellett, hogy költséghatékonyak nem terhelik meg a környezetet a felesleges nitrogénnel. Az ideális aminosav-tartalomra történő optimalizálásra, mára öt kristályos aminosav áll rendelkezésre. A legújabb kristályos aminosav az L-valin. Tekintettel arra, hogy az eddigi irodalmi adatok alapján a brojlerek esetében a valin tekintendő a negyedik limitáló aminosavnak, szükségesnek látszik további olyan kísérletek beállítása, amelyek eredményei hozzájárulnak a nagy teljesítményre képes madarak valin szükségletének pontosításához és ez által lehetővé teszik a madarak potenciális növekedési erélyének optimális kihasználását.

A takarmányozási tényezők közül a brojlerek teljesítményét az energia és fehérje ellátásuk mellett leginkább az aminosav ellátásuk határozza meg. Ezen túlmenően jelentős szerepe van a fehérje–energia és az aminosav–energia arány helyes beállításának is (Forgács, 1997; Nahashon és mtsai., 2005; Kamran és mtsai., 2008). Az utóbbi néhány évben a genetikai előrehaladás következtében a brojlerek potenciális teljesítő képessége folyamatosan nő. A nagy teljesítményre képes brojlerek lizin, metionin+cisztin, valamint treonin szükségletére vonatkozóan már számos kísérleti adat áll rendelkezésre. Így pl. a brojlerek lizin szükséglete jól ismert (Mendes és mtsai., 1997; Si és mtsai., 2001; Fatufe és mtsai., 2004; Ahmad és mtsai., 2007; Dozier és mtsai., 2009, 2010). Az elmúlt évek kutatásai először a kén-tartalmú aminosavak optimális mennyiségének meghatározásával foglalkoztak (Kalinowski és mtsai., 2003; Garcia és mtsai., 2005; Powell és mtsai., 2009). A kén-tartalmú aminosavak meghatározása mellett

fontos cél annak vizsgálata is, hogy a treonin ellátás hogyan befolyásolja a nagy teljesítményű pecsenyecsirkék természetes mutatóit (Douglas és mtsai., 1996; Rosa és mtsai., 2001; Kidd és mtsai., 2004; Samadi és mtsai., 2007). A treonin a brojlercsirkék termelési eredményeinek javításán túl hatással van a madarak immunrendszerének optimális működésére, a tollasodására, valamint a hőstressz kivédésében ugyancsak jelentős szerepe van (Kidd, 2000, 2004).

A valin szükséglet vonatkozásában még viszonylag kevés adat került publikálásra (Boldizsar és mtsai., 1973; Mendonca és mtsai., 1998; Corzo és mtsai., 2004, 2008; Etienne, 2009). Ez annak köszönhető, hogy az L-valin, mint kristályos aminosav csak néhány éve jelent meg kereskedelmi forgalomba, így az alkalmazására vonatkozó információk is meglehetősen korlátozottak és ellent mondanak egymásnak.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérleteket 1600, szárnyszámmal ellátott Ross-308-as kakassal végeztük el, hét ismétlésben (összesen 320 állat/kezelés). Az állatok mélyalmos nevelőfülkékben (40 madár/fülke) kerültek elhelyezésre. A kísérleti terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát továbbá a megvilágítás időtartamát és intenzitását a broilercsirkéknek ajánlott értékeknek megfelelően szabályoztuk.

Kezelések, kísérleti takarmányok

Kísérleteinkben 2-fázisos takarmányozást alkalmaztunk, amelynek során az 1–14 napos korig indító, 15–28 napos korig nevelőtápot etettünk. A kísérleti takarmányok kukorica-szója alapon kerültek összeállításra. A kísérleti állatok a takarmányokat az indító fázisban dercésen, nevelő fázisban pedig granulált formában fogyasztották. A kísérlet során 5 kezelést vizsgáltunk. A kísérleti takarmányok összetétele és számított táplálóanyag tartalma az 1. táblázatban látható. Az I. kezelés (kontroll) állatainak takarmánya valin kiegészítés nélkül készült. A II. III. IV. V. kezelés takarmányait indító fázisban 0,91–1,82–2,73–3,63 g/kg, nevelő fázisban 0,82–1,63–2,44–3,26 g/kg, kristályos valinnal egészítettük ki.

A kísérleti állatok takarmányozása

A kísérleti állatokat a vizsgálatok alatt önetetökből *ad libitum* takarmányoztuk. Ivóvíz körítatókból tetszés szerint állt a madarak rendelkezésére.

Adatfelvételezés

Az állatok egyedi élősúlyát a kísérlet 1., 21. és 28. napján mértük meg, grammos pontossággal. Az elhullott állatok szárnyszáma, élősúlya, az elhullás ideje és oka ugyancsak feljegyzésre került. Az állatok takarmányfelvételét csoportosan (fülkénként) mértük az élősúly mérések közötti időintervallumokban.

Laboratóriumi vizsgálatok

Az etetett takarmánykeverékek táplálóanyag-tartalmát (szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, kalcium foszfor, aminosav) a Magyar Takarmánykódex (2004) alapján határoztuk meg.

A kísérleti adatok statisztikai analízise

A kísérleti adatok statisztikai értékelését variancia-analízissel végeztük el (SAS, 2004). Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey-tesztel ellenőriztük (SAS, 2004).

1. táblázat

A kísérleti takarmányok összetétele és számított táplálóanyag-tartalma (g/kg)

Komponensek (2)	ALAPTAKARMÁNY (1)	
	Indító	Nevelő
Kukorica (3)	555.57	591.83
Extrahált szójadara (4)	380.00	339.00
Növényi olaj (5)	24.00	35.00
Takarmánymész (6)	16.00	13.00
MCP (7)	10.00	8.20
NaCl (8)	4.50	4.10
L-lizin-HCl (9)	1.65	1.33
DL-metionin (10)	2.80	2.30
L-treonin (11)	0.48	0.24
L-triptofán (12)	-	-
Premix (0.5%)* (13)	5.00	5.00
Összesen (14)	1000.0	1000.0
Számított táplálóanyag-tartalom (15)		
AMEn (MJ/kg) (16)	12.55	13,05
Szárazanyag (17)	886.8	887.4
Nyersfehérje (18)	211.6	195.0
Nyerszsír (19)	50.6	62.2
Lizin (20)	12.8	11.5
Metionin+cisztin (21)	9.5	8.6
Treonin (22)	8.5	7.7
Triptofán (23)	2.4	2.2
Valin (24)	8.4	7.5
Ca (25)	9.4	8.0
P _{össz.} (26)	6.3	5.8
P _{nem phytin} (27)	3.8	3.4

*Bonafarm Bábólna Takarmány Kft. (Nagyigmánd)

Table 1. Composition and nutrient content of the experimental diets (g/kg)

Treatments(1), Ingredients(2), Corn(3), Soybean meal(4), Vegetable oil(5), Limestone(6), MCP(7), NaCl(8), Lysine-HCl(9), DL-methionine(10), L-threonine(11), L-tryptophan(12), Premix(0,5 %)(13), Total(14), Nutrient content(15), Metabolisable energy content(16), Dry matter(17), Crude protein(18), Crude fat(19), Total lysine(20),

Total methionine+cystine(21), Total threonine(22), Total tryptophan(23), Total valinne(24), Calcium(25), Total phosphorus(26), Non phytin phosphorus(27)

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérlet legfontosabb eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A kísérlet eredményei (21–28 napos életkor között)

Eredmények (2)	K E Z E L É S E K * (1)				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Élősúly (g) (3)	1458 ^b	1447 ^b	1459 ^b	1496 ^a	1510 ^a
Súlygyarapodás (g) (4)	80 ^b	80 ^b	81 ^b	83 ^a	84 ^a
Takarmányfelvétel (g) (5)	111 ^b	111 ^b	112 ^{ba}	113 ^{ba}	114 ^a
Takarmányértékesítés (kg/kg) (6)	1.37 ^a	1.39 ^a	1.38 ^a	1.36 ^a	1.37 ^a

Table 2. Results of the experiment (21–28 days of age)

Treatments(1), Results(2), Body weight(3), Daily weight gain(4), Average feed consumption(5), Feed conversion ratio(6)

Adataink szerint az indító fázisban a kristályos valin kiegészítésnek nem volt szignifikáns hatása a madarak élősúlyára, takarmányfelvételére, takarmányértékesítésére és súlygyarapodására ($P \geq 0,05$). Corzo és mtsai., 2009) kísérletükben arra keresték választ, hogy a valin és izoleucin hiányos takarmányok, valinnal és izoleucinnal történő kiegészítés, milyen hatással van a madarak élősúlyára, takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére. Megállapították, hogy a kontroll takarmány valin-tartalmához (9,9 g összes valin/kg takarmány) viszonyítva az 1,5 g/kg-os valin kiegészítés a felnevelés első 21 napjában nincs szignifikáns hatással a madarak élősúlyára. Az 1,5 g/kg összes valin, és az ugyanilyen mennyiségű izoleucin kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok teljesítménye sem múlta felül a kontroll csoport egyedeinek teljesítményét. Abban az esetben, ha a takarmány valin-tartalmát 9,9 g/kg-ról 11,4 g/kg-ra növelték az szintén nem volt hatással a madarak takarmányértékesítésére. Ugyanakkor az alaptakarmány 1,5 g/kg-os valin és 1,5 g/kg-os izoleucin kiegészítése már szignifikánsan javított a madarak takarmányértékesítését a többi kezeléshez képest.

Kísérletünkben a nevelő szakasz végén (28. nap) az alacsonyabb valin szintek (7,5 g/kg, 8,3 g/kg és 9,1 g/kg) nem, azonban az ennél magasabb valin dózisok (9,8 és 10,6

g/kg) statisztikailag igazolhatóan ($P \leq 0,05$) növelték a madarak súlygyarapodását. Hasonló eredményre jutott *Leclercq* (1998) munkájában, aki 20–40 napos kor között a különböző valin dózisos hatásait vizsgálta a súlygyarapodásra és takarmányértékesítésre. Kísérletének eredményeiből azt a következtetést vonta le, hogy a magasabb valin dózisosok (7,88 g/kg, 8,42 g/kg, 8,96 g/kg, 9,5 g/kg) szignifikánsan javítják a madarak súlygyarapodását az alacsonyabb valin dózisosokhoz képest (6,8 g/kg, 7,34 g/kg). Érdemes megjegyezni azonban hogy *Leclercq* (1998) kísérletében – a mi adatainkkal (9,8 és 10,6 g/kg) ellentétben – alacsonyabb valin szintek mellett mutatott ki szignifikáns hatást (7,88 g/kg, 8,42 g/kg, 8,96 g/kg, 9,5 g/kg). Kísérletünkben a brojler kakasok takarmányértékesítését az alkalmazott kezelések nem befolyásolták ($P \geq 0,05$). Ezzel szemben *Leclercq* (1998) kísérletében arról számol be, hogy csak a legalacsonyabb valin dózishoz képest javult a madarak takarmányértékesítése, az egyes valin dózisosok közti különbségek nem voltak szignifikánsak ($P \geq 0,05$).

Kísérletünkben a nevelő szakasz végén (28. életnapon) a nagyobb valin dózisosok (9,8 és 10,6 g/kg) szignifikánsan javították a pecsenyecserkék élősúlyát ($P \leq 0,05$). *Corzo és mtsai.* (2008) ehhez hasonló eredményről számolnak be. Vizsgálatukban ugyancsak a nagyobb valin dózisosoknak (9,5 g/kg és 10,8 g/kg) volt szignifikáns hatása a madarak élősúlyára. Az előbb említett szerzők adataival ellentétben, saját kísérletünkben a növekvő részarányú valin kiegészítés nem volt hatással a takarmányértékesítés alakulására.

KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítottuk, hogy a szintetikus L-valin kiegészítés az indítópár etetés időszakában nem befolyásolja statisztikailag igazolható mértékben a pecsenyecserkék súlygyarapodását ($P \geq 0,05$). A nevelő szakasz végén (28. életnap) a 0,82 g/kg és 1,63 g/kg valin kiegészítést tartalmazó takarmányok (8,3 g/kg és 9,1 g/kg összes valin) nem, azonban a 2,44 g/kg és 3,26 g/kg-os valin kiegészítések (9,8 g/kg és 10,6 g/kg összes valin) viszont statisztikailag igazolhatóan ($P \leq 0,05$) növelték a brojler kakasok élősúlyát. A madarak takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére a tápok növekvő részarányú valin kiegészítésének nincs szignifikáns hatása. Adataink arra hívják fel a figyelmet, hogy a brojler takarmányok valin kiegészítésének hatását további vizsgálatokban célszerű lenne pontosítani.

IRODALOM

- Leclercq, B. (1998). Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. *Poultry Science*. 77. 118-123.
- Boldizsar, H.K., Boorman, K.N., Buttery, P.J. (1973). The effect of excess leucine on valine catabolism in the chick. *British Journal of Nutrition*. 30. 501-510.
- Corzo, A., Dozier, W.A., Kidd, M.T. (2008). Valine nutrient recommendations for Ross × Ross 308 broilers. *Poultry Science*. 87. 335-338.
- Corzo, A., Moran, E.T., Hoehler, D. (2004). Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. *Poultry Science*. 83. 946-951.
- Corzo, A., Loar, R.E., Kidd, M.T. (2009). Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. *Poultry Science*. 88. 1934-1938.
- Dozier, W.A., Corzo, A., Kidd, M.T., Tillman, P.B., Brantonv, S.L. (2009). 13Digestible lysine requirements of male and female broilers from fourteen to twenty-eight days of age. *Poultry Science*. 88. 1676-1682.

- Dozier, W.A., Corzo, A., Kidd, M.T., Tillman, P.B., McMurtry, J.P., Branton, S.L. (2010): Digestible lysine requirements of male broilers from 28 to 42 days of age. *Poultry Science*. 89. 2173-2182.
- Webel, D.M., Fernandez S.R., Parsons, C.M. Baker, D.H. (1996). Digestible threonine requirement of broiler chickens during the period three to six and six to eight weeks posthatching. *Poultry Science*. 75. 1253-1257.
- Etienne Corrent (2009). Valine: the next limiting amino acid. *Feed Mix*. 17. 5.
- Fatufe, A., Timmler, R., Rodehutsord, M. (2004). Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. *Poultry Science*. 83. 1314-1324.
- Garcia, A., Batal, A. B. (2005). Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science*. 84. 1350-1355
- Kalinowski, A., Moran, E.T., Wyatt, C.L. Jr. (2003). Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. *Poultry Science*. 82. 1423-1427
- Kalinowski, A., Moran, E.T., Wyatt, C.L. Jr. (2003). Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering broiler males from three to six weeks of age. *Poultry Science*. 82. 1428-1437.
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M.A., Mahmood, S., Babar, M.E., Ahmed, S. (2008). Effect of low-protein diets having constant energy to protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*. 87. 468-474
- Kidd, M.T. (2000). Nutritional considerations concerning threonine in broilers. *World's Poultry Science* 56. 139-156
- Kidd, M.T., Corzo, A., Hoehler, D., Kerr, B.J., Barber, S.J., Branton, S.L. (2004). Threonine needs of boiler chickens with different growth rates. *Poultry Science*. 83. 1368-1375.
- Mendes, A.A., Watkins, S.E., England, J.A., Saleh, E.A., Waldroup, A.L., Waldroup, P.W. (1997). Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Science*. 76. 472-481.
- Mendonca, C.X., Jensen, L.S. (1989). Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids. *Nutrition Reports International*. 40. 247-252.
- Nahashon, S.N., Adefope, N., Amenyenu, A., Wright, D. (2005). Effects of dietary metabolizable energy and crude protein concentrations on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. *Poultry Science*. 84. 337-344.
- Powell, S., Bidner, T.D, Southern, L.L. (2009). The interactive effects of glycine, total sulfur amino acids, and lysine supplementation to corn-soybean meal diets on growth performance and serum uric acid and urea concentrations in broilers. *Poultry Science*. 88. 1407-1412.
- Rosa, A.P., Pesti, G.M., Edwards, H.M., Bakalli, R.I. Jr. (2001). Threonine requirements of different broiler genotypes. *Poultry Science*. 80. 1710-1717.
- Samadi, Liebert F. (2007). Threonine requirement of slow-growing male chickens depends on age and dietary efficiency of threonine utilization. *Poultry Science*. 86. 1140-1148.
- SAS (2004). *User's Guide Statistics Inst. Inc. Cary NC*.

Si, J., Fritts, C.A., Burnham, D.J., Waldroup, P.W. (2001). Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. Poultry Science. 80. 1472-1479.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Tóth Tamás

Nyugat-Magyarországi Egyetem,
Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar,
University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
Tel.: 36- 96- 566-600
e-mail: ttamas@mtk.nyme.hu