
(Hungarian Journal of) ANIMAL PRODUCTION

ÁLLATTENYÉSZTÉS

és

TAKARMÁNYOZÁS

5

ENGLISH SUMMARIES

Vol. 52.

2003.

NUTRITION IN THE FUTURE WITHOUT PREVENTIVE MEDICINES AND ANIMAL ORIGIN PROTEINS

Scientific Conference at the
Hungarian Academy of Science

on October 30. 2003

Organizers:

**Animal Production Committee of the
Agricultural Science Section of the HAS**

**Society of Animal Producers of the
Hungarian Association of Agricultural Sciences**

Association of Hungarian Animal Breeders

Hungarian Probioticum Society

A TAKARMÁNYOZÁS JÖVŐJE PREVENTÍV GYÓGYSZEREK ÉS ÁLLATI EREDETŰ FEHÉRJÉK NÉLKÜL

tudományos konferencia a
Magyar Tudományos Akadémia Székházában

2003. október 30.

Rendezők:

**az MTA Agrártudományok Osztályának
Állatnemesítési, Állattenyésztési és Takarmányozási
Bizottsága**

a MAE Állattenyésztők Társaság

Magyar Állattenyésztők Szövetsége

és a Magyar Probiotikum Társaság

A RENDEZVÉNY SZPONZORAI

Alltech Hungary Kft.

Europharma Kereskedelmi, Fejlesztő és Szolgáltató Kft.

Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium

Gabomix Takarmányfejlesztési és Szolgáltató Kft.

Lohmann Animal Health Hungária Kereskedelmi Kft.

Vitafort Első Takarmánygyártó és Forgalmazó Rt.

ELŐSZÓ

A nutritív céllal, szubterápiás dózisban etetett antibiotikumok, fél évszázadon át jól szolgálták az állattenyésztést. Segítségükkel az 1950-es években, jelentős, 10–25%-os termelésnövekedés és takarmányhasznosítás javulás volt elérhető. Ez a hatás ugyan fokozatosan mérséklődött, de még ma is egyértelműen kimutatható. Az antibiotikumok, mai ismereteink szerint, a bélfóra egyensúlyi állapotának biztosításával, az eubiózis kialakításával, az állatok immunrendszerének támogatásával fejtik ki kedvező hatásukat. Minthogy a szubterápiás dózisban etetett antibiotikumok tartós felhasználása fokozza a rezisztens baktériumtörzsek kialakulásának veszélyét, a folyamatosan szigorodó egészségvédelmi, élelmiszerbiztonsági szabályok egyre kevesebb esetben teszik lehetővé etetésüket, sőt nincs messze az az idő, amikor semmilyen nutritív antibiotikum nem lehet majd a termelés növelésére felhasználni. Már több mint egy évtizedes múltra tekintenek vissza azok a kutatások, amelyek célja a takarmányozásból egyre jobban kiszoruló antibiotikumok más adalékanyagokkal történő helyettesítése. E munka középpontjában a probiotikumok, valamint a szimbiotikumok állnak, amelyek számos kutató véleménye szerint alkalmasak lehetnek az antibiotikumok, hozamfokozókénti helyettesítésére. Ahhoz azonban, hogy ez a helyettesítés zökkenőmentesen — az antibiotikumoktól várható előnyök csökkenése nélkül — végbemehessen, még további intenzív kutatómunkára van szükség.

A BSE-nek néhány európai országban az elmúlt évtizedben történő megjelenése és kártétele, rávilágított azokra a veszélyekre, amelyeket a hanyag módon, a technológiai fegyelem megsértésével, az elhullott állatokból, valamint a vágóhídi melléktermékekből előállított takarmányok etetése jelent. Úgy tűnik, hogy azok a korlátozások, amelyek ennek nyomán mind a kérődző, mind a monogasztrikus állatok takarmányozásában bevezetésre kerültek, nemcsak rövidtávon lesznek érvényesek. Ezért fel kell készülnünk arra, hogy a monogasztrikus állatok takarmányozásában sok évtizeden át eredményesen felhasznált állatifehérje lisztek hosszabb távon nem állnak majd rendelkezésünkre. Ismerve ezeknek a takarmányoknak a nagy biológiai értékét, a takarmánykeverékek összeállításakor, az eddiginél még nagyobb figyelmet kell fordítani az állatok aminosav szükségletének fedezésére. Szerencsére a fehérje értékesülését leggyakrabban limitáló aminosavakat (lizin, metionin, treonin, triptofán), ma már elfogadható áron, ipari úton is előállítják.

A takarmányozás hatékonyságának javítására napjainkban már számos adalékanyag áll rendelkezésre. Ilyenek a különféle enzimmészítmények, amelyek közül egyesek a monogasztrikus állatok által nem, vagy csak kismértékben emészthető anyagok (nem keményítő poliszacharidok — arabinoxilánok, β -glükánok —, valamint a fitátok) lebontásához alkalmasak és a sertések, valamint a baromfifélék takarmányozásában jó eredménnyel használhatók. Fokozatosan terjed a szerves savak alkalmazása is, amelyekkel, egyéb hatások mellett, ugyancsak befolyásolható az emésztőcső mikrobiális egyensúlya. Az említetteken túlmenően számos egyéb adalékanyagot (pl. ízesítő anyagok, anitoxidánsok, emulgeáló anyagok, stb.) használnak ma már a gyakorlatban, amelyek ugyancsak segítik a takarmány táplálóanyagainak jobb értékesülését.

Konferenciánkon elhangzó előadások a felemlített témaköröket taglalják részletesen abban a reményben, hogy hozzájárulnak az antibiotikum és az állati eredetű fehérjék nélküli takarmányozás, termelésromlás nélkül történő bevezetéséhez.

TARTALOM — CONTENT

| | |
|--|-----|
| Előszó | 399 |
| Szigeti, G.: A preventív gyógyszerek és állati fehérjék nélküli takarmányozás biológiai alapjai. (Biological basis of nutrition without preventive medicines and proteins of animal origin) | 401 |
| Szabó, J. – Szabó, L.: Pre- és probiotikumok a gazdasági állatok takarmányozásában. (Pre- and probiotics in the nutrition of farm animals) | 423 |
| Mézes, M. – Erdélyi, M.Ms. – Balogh, K. – Weber, M.Ms.: Antioxidáns rendszerek és a membrán védelem. (Antioxidant systems and membrane defence) | 441 |
| Husvéth, F. – Magyar, L.: Az enzimek szerepe a gazdasági állatok takarmányozásában. (Role of exogenous enzymes in farm animal nutrition) | 453 |
| Gundel, J.: Sertések takarmányozása állati eredetű takarmányok nélkül? (Pig nutrition without animal origin feeds?) | 469 |
| Dublecz, K.: Baromfifélék takarmányozása állati eredetű fehérjék nélkül. (Poultry nutrition without animal protein sources) | 479 |
| Gundel, J. – Hermán, A.Ms. – Szelényiné Galántai, M.Ms.: Sertések energia-, fehérje- és aminosav-szükséglete. (Energie-, protein- and amino acid requirement of pigs) | 490 |
| Eiben, Cs.Ms. – Mézes, M. – Szijártó, N.Ms. – Kustos, K. – Gódor, S-né Ms.: Különböző dózisu celluláz enzimkiegészítés hatása a növedéknyulak termelésére. (Dose-response of dietary cellulase enzyme inclusion on the performance of fattening rabbits) | 496 |
| Szűcsné, P.J.Ms. – Avasi, Z. – Sófalvy, F. – Vidács, L. – Bíró, J. – Hideg, J.: Gyógytea itatás hatása a brojlernevelés eredményeire. (Effect of drinking herb-tea on the performance of broiler rearing) | 501 |
| Kustos, K. – Eiben, Cs.Ms. – Kovács, D. – Gódor, S-né Ms.: A BioPlus 2B® probiotikum hatása a növedéknyulak termelésére. (Effect of probiotic BioPlus 2B® on the performance of growing rabbits) | 506 |

SZEMLE

| | |
|---|-----|
| Az Európai Állattenyésztők Szövetségének (EAAP) 55. tudományos ülésszaka. (55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Bled, Slovenia) | 513 |
|---|-----|

Ebben a lapszámban, „A takarmányozás jövője preventív gyógyszerek és állati eredetű fehérjék nélkül” c. konferencia anyaga, szerkesztve, de lektorálás nélkül került közlésre.

In this issue, the papers of the conference on „Nutrition in the future without preventive medicines and animal origin proteins” are edited but not supervised.

A Szerkesztőség

A PREVENTÍV GYÓGYSZEREK ÉS ÁLLATI FEHÉRJÉK NÉLKÜLI TAKARMÁNYOZÁS BIOLÓGIAI ALAPJAI

SZIGETI GÁBOR

ÖSSZEFOGLALÁS

Környezet- és egészségvédelmi okok, az egyre szigorodó EU-szabályozás és a fogyasztói igények változásai miatt antibiotikumok, állati eredetű komponensek egyre kevésbé használhatók fel a takarmányozásban. A nagy biológiai értékű, állati eredetű komponensek helyettesítése, a szakmai feladatokon túl, elsősorban ökonómiai kérdéseket vet fel.

A termelésbiztonságot és a hozamokat is javító antibiotikumok (és egyéb gyógyszer-készítmények) teljes értékű helyettesítése csak hosszabb távon válhat valóra. A nutritív antibiotikumok immunrendszert segítő hatásának felismerése, hatékonyabb alternatív megoldások kidolgozásához nyújthat segítséget.

Egy új, a takarmányozás és az immunrendszer kapcsolatát vizsgáló interdiszciplináris szakterület van kialakulóban, amely a klasszikus takarmányozási ismeretek mellett, az általános és az állatorvosi mikrobiológia, a járványtan, az immunológia, a humán- és állat-dietetika, a biokémia, az élettan, valamint a takarmány előállítás műszaki ismereteinek speciális szintézise lesz. Mindez a kutatásban, valamint a graduális és a továbbképzésben is, új feladatokat jelent, a gyakorlatban pedig az állattenyésztő, a takarmány-előállító és forgalmazó, valamint az állat-egészségügyi szakember team-szerű együttműködését igényli.

A konferencia fő kérdéseit illetően igenlő válaszok adhatók. Ugyanakkor világosan látni kell azt is, hogy itt nem választható lehetőségekről, hanem megkerülhetetlen, új követelmények teljesítéséről van szó.

SUMMARY

Szigeti, G.: BIOLOGICAL BASIS OF NUTRITION WITHOUT PREVENTIVE MEDICINES AND PROTEIN OF ANIMAL ORIGIN

Nutritive antibiotics and animal origin meals for feeding of food animals are being increasingly restricted, due to environment and human health protection standards, stricter EU regulation and changing consumer expectations. Replacement of animal origin meals of high biological value with plant origin components is more an economic question than a professional challenge.

A full replacement of nutritive antibiotics and preventive medicaments (which were commonly included in animal diets) without losing economic advantages can be obtained only over a longer term. Revealing that nutritive antibiotics exercise influence on the immune system to minimize the frequency and intensity of immune responses can be of great help to find more efficient alternative solutions.

A new interdisciplinary field has begun to take shape, which analyses the interactions between nutrition and the immune systems of animals. This has become a special synthesis of knowledges, including those of classical animal nutrition, general and veterinary microbiology, immunology, pathology, epidemiology, physiology, human and animal dietetics, and technical courses of feedstuffs production.

All of these indicate new tasks in research, as well as graduate and postgraduate education, while in practice, they require team work among zootechnicians, feedstuffs producers, distributors and veterinary specialists.

The main goals explored at this conference seem to be feasible, however, there is no place for real choice, the new requirements are unavoidable necessities.

Kockázatosnak ítélt takarmánykomponensek

Antibiotikumok, gyógyszerek: A gyógyászati célból előállított antibiotikumokat — szubterápiás dózisokban — az '50-es évektől rutinszerűen keverték a takarmányokhoz. Akkoriban a világ antibiotikum-termelésének több mint a fele a takarmányokba került, ami soha nem látott termelésjavulást eredményezett. Ugyanebben az időszakban a környezetszennyezés számos területen riasztó méreteket öltött. A veszélyeket felismerve az emberiség biztonság iránti igénye megnövekedett. Ezen fejleményekkel összhangban kell értékelnünk az antibiotikumok alkalmazásának korlátozását célzó első erőfeszítéseket is, amely a Swann Bizottság beszámolójával (1969) kezdődött.

A jelentés felhívta a figyelmet arra, hogy a takarmányokban alkalmazott antibiotikumok rezisztenciát okozhatnak. A rezisztens törzsek közvetlenül, valamint a génátadás lehetősége miatt közvetve, az ember egészségét és gyógykezelésének hatékonyságát is veszélyeztethetik. A hazai helyzetet egyetlen adattal jellemezzük: 2001–2002-ben a brojler állományok 18,3%-a volt szalmonellával fertőzött a vágás előtti ellenőrzések alkalmával. 158 izolátum közül 12,7% volt érzékeny a vizsgált 16 antibiotikumra, 41,1% pedig három vagy több hatóanyag csoportra rezisztensnek bizonyult. Általánossá vált az a nézet, hogy antibiotikumokat (és egyéb gyógyszereket) csak terápiás céllal, és csak szigorúan ellenőrzött körülmények között szabad alkalmazni.

Az is valószínűsíthető, hogy még az állományok termelésbiztonságát veszélyeztető tömeges megbetegedések (hisztomonózis, kokciidiózis, sertésdizentéria, stb.) megelőzésére szolgáló kemoterapeutikumok köre is szűkülni fog, a hozamfokozó antibiotikumok használatát pedig esetleg teljesen be is tiltják.

Állati eredetű takarmány-komponensek: A gazdasági haszonállatok takarmányaiban korábban világszerte nagy mennyiségben használtak fel hallisztet, vágóhídi melléktermékekből, kobzott anyagokból előállított, nagy fehérje-, zsír- és ásványianyag-tartalmú készítményeket, illetve állati eredetű egyéb termékeket.

A BSE európai terjedése és az állati eredetű fehérjelisztek közötti kapcsolat felismerése, valamint a BSE-prion és a humán új variáns, a CJD betegség közötti összefüggések valószínűsítése azonban megkérdőjelezte a korábbi gyakorlatot.

Egyre több tapasztalat gyűlt össze arról is, hogy az állati eredetű takarmányok gyakrabban szennyezettek szalmonellákkal, mint a növényi eredetűek. A hallisztet emellett hús- vagy toll-liszttel gyakran hamisították. A humán szalmonellózisok számának az utóbbi évtizedben regisztrált emelkedését főként a baromfi- és sertéstartással, pontosabban a vágóhídi nyers termékek gyakori szalmonella-szennyezettségével is oki összefüggésbe hozták. Az állati eredetű takarmány-komponensek iránti bizalmatlanságot, közvetve, ez is növelte.

Húslisztek használatakor gyakorta a fazonos komponensek etetése sem zárható ki („kannibál” takarmányozás), emellett bélsár-tartalmú részeket (emésztőcső) is felhasználhatnak a gyártáshoz. Az állati eredetű komponenseket tartalmazó takarmányokon nevelt állatokból készült élelmiszerek iránt ezért egyre erőteljesebb ellenszenv vagy elutasítás tapasztalható.

A nem terápiás céllal használt gyógyszerek, valamint az állati eredetű komponensek napjainkban kockázatosnak ítélt anyagok, amelyek takarmányozásra egyre kevésbé használhatók. A harmadik évezred elején az ősi formájukban mindenevőnek minősülő fajokat növényi eredetű alapanyagok felhasználásával, megfelelő termelésbiztonság kialakításával, de antibiotikumok és gyógyszerek nélkül kell tartani és takarmányozni. Ezen igények teljesítése nagy kihívás mind a kutatásokban, mind pedig a gyakorlati takarmányozás területén közreműködők számára, ezért mindenképpen szükséges a téma átfogó elemzése.

A takarmány, a gazdaszervezet és a bélmikroflóra kölcsönhatásai

A takarmányok komponensei és befolyásuk az egészségi állapotra: A klasszikus weendei táplálóanyag csoportok analízise alapján, napjainkban, már csak korlátozott értékű információ nyerhető a takarmányok táplálóértékéről. Az alapanyagok, de még inkább az adalékokkal kiegészített kész tápok ugyanis, számos olyan molekulát és anyagot tartalmazhatnak, amelyek az egészség megtartásában, vagy javításában funkcionálisan szerepet játszhatnak. Így előfordulhat, hogy közel azonos táplálóanyag-tartalmú takarmányok használatakor a termelési eredmények jelentősen különbözhetnek.

A takarmányok táplálóanyagai (*nutrients*) vagy energiaforrások, vagy a szöveti növekedés nyersanyagai, amelyek iránti igény, szükségleti értékekkel jellemezhető. Az egészség-befolyásoló komponensek (*nutricines*) „szükségleti értékei” nem ismertek, rutinszerűen gyakorla nem is vizsgálhatók, ugyanakkor a termelés hatékonyságára erős befolyást gyakorolnak. Tulajdonságaik alapján fontosabb *nutricinek* az antioxidánsok, az antimikrobás takarmánykomponensek, a nem emészthető oligoszacharidok, a bioaktív peptidok, az enzimek, az emulgeátorok, az íz-, aroma- és színezőanyagok közé tartoznak (1. ábra).

1. ábra: A takarmány-összetevők csoportosítása

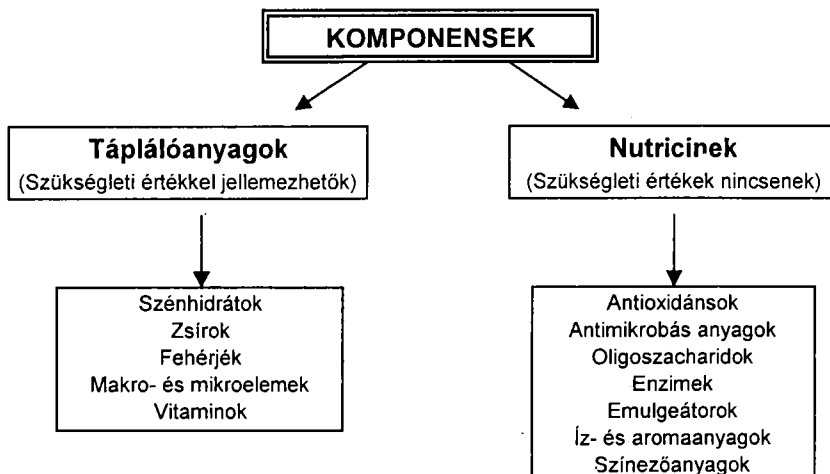


Fig. 1.: Groups of feed components

A nutricinek segíthetik a környezetből érkező káros hatások (kórokozók, toxinok stb.) kivédését, a takarmányfelvételt, a sejtek oxidatív elváltozásainak megelőzését, befolyásolhatják a táplálóanyagok emésztését, felszívódását, módosíthatják a takarmányok és az emésztőcső mikroflóráját, következményesen pedig az *immunrendszer működését* (2. ábra).

2. ábra: A környezet és a takarmány befolyása az egészségi állapotra és a termelésre

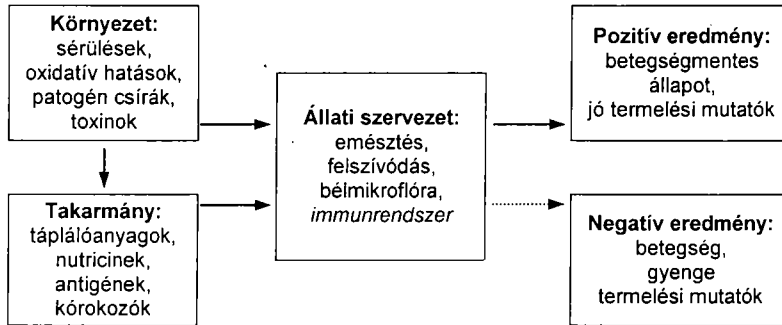


Fig 2.: Effect of the environment and feeding on the production and health of animals .

Nutricin-elven működő, az egészségi állapot javítását szolgáló funkcionális takarmány-adalékok fejlesztése világszerte intenzíven folyik, amelyektől a hozamfokozó antibiotikumok és prevencióss céllal alkalmazott egyes gyógyszerek egyre hatékonyabb helyettesítése remélhető.

Az immunrendszer feladata és működése: Az immunrendszer feladata a szervezet számára idegen anyagok felismerése és kiküszöbölése, a szervezet integritásának védelme, ezen belül a mikrobiológiai értelemben vett fertőzések elleni küzdelem, a megfelelő védettség (immunitás) kialakítása, amely három fő területre tagolható:

- természetes ellenálló képesség,
- fajlagos (specifikus) védettség,
- faj szerint meghatározott közömbösség.

Míg az utóbbi a szervezetnek a törzsfelődés során kialakult tulajdonsága, addig a természetes ellenálló képesség és a fajlagos védettség az immunrendszer aktív közreműködésével valósul meg. A hatékony védelem előfeltétele viszont a megfelelő immunválasz-készség (immunkompetencia), ami takarmányozással is befolyásolható.

Az immunrendszer legfontosabb elemei a fehérvérsejtek (leukociták), amelyek között limfociták, granulociták és monociták (makrofágok) különböztethetők meg. Ezek a sejtek az immunszervekben képződnek, differenciálódnak, programozódnak és raktározódnak, ahonnan a szervezet legkülönbözőbb szöveteibe juthatnak el. Közülük a B- és a T-limfociták szerepe meghatározó a specifikus védelem kialakításában.

A *B-limfociták* a Fabricius-féle bursában, illetve a vörös csontvelőben képződnek és a *humorális immunválasz* kialakításában vesznek részt. Az „információt” a helper- és a memóriasejtektől kapják.

A *sejtes immunitást* a thymus eredetű *T-limfociták* biztosítják. Kórokozókat felismerő és elimináló képességük meghatározott sejt-típusaikhoz kötődik.

A szervezet immunrendszerének működtetésében a T-sejtek játszanak vezető szerepet.

Kórokozók behatolása után humorális és celluláris immunválasz egyaránt beindulhat, valamelyik részhatás viszont rendszerint erőteljesebben érvényesül. A leukociták között speciális felszíni membrán-receptorral rendelkező és ilyen-nem rendelkező (mCD14-pozitív, ill. mCD14-negatív) sejtek különíthetők el.

A bélflóra és az immunrendszer kapcsolata: Pasteur már az 1880-as években feltételezte, hogy az immunrendszer működését erősen befolyásolják a bélcsőben fellelhető mikroorganizmusok.

Az emésztőcsőben lévő mikroorganizmusok jellegzetes anyagcseréjükkel együtt a makroszervezet integráns részét képezik, ugyanakkor a gazdaállat változó mértékű terhelését is előidézik. A terhelés jellege és mértéke a bélflóra mennyiségi és minőségi viszonyaival jellemezhető.

Eubiozis, diszbiozis: Az intesztinális mikroflóra fő-, kísérő- és maradványflórára tagolható. A gazdaállat és bélfloájának legkisebb terhelés mellett megvalósuló együttélése *eubiózisként* definiálható. Az eubiotikus állapot a takarmányhasznosítás, a termelés és az egészség fenntartása szempontjából alapvető fontosságú (3. ábra).

3. ábra: A gazdasági állatok bélflóra egyensúlya eubiozis esetén

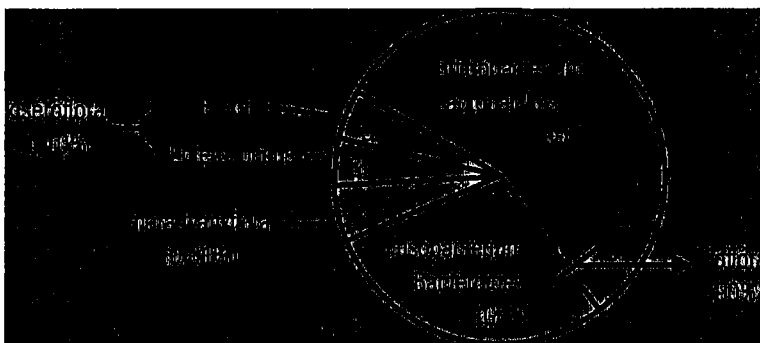


Fig. 3.: Balance of intestinal microflora of farm animals at eubiose

Eubiózisban, a teljes bélflóra legalább 90%-át a *főflóra* teszi ki. A főbb flóratagok a Gram-pozitív lactobacillusok és bifidobaktériumok valamint a Gram-negatív eubacteriumok (Fusobacteriumok, Bacteroides nemzetség), tulajdonképpen hasznosnak tekinthető kommenzalista szervezetek.

A *kísérő flórát* — ami a teljes bélflóra 1–10%-át teszi ki eubiozis esetén — Gram-pozitív enterococcusok és Gram-negatív E. coli baktériumok alkotják. Éppen a coliform baktériumok azok, amelyek az immunrendszer modulációjában jelentős szerepet játszanak.

A *maradványflóra* azokat a baktériumokat jelenti, amelyek elszaporodása használlataink emésztőcsövében nem kívánatos. Fő képviselőik egyes *Salmonella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, stb. fajok. Eubiózisban a maradványflóra a teljes bélflóra számarányának legfeljebb 0,01%-a.

A kísérő és a maradványflóra számarányának a főflórához viszonyított megnövekedése az eubiózis megszűnéséhez vezet. Helyette diszbiotikus állapot alakul ki. Mindez fokozott terhelést jelent a gazdaszervezet számára, romlik az állatok takarmányhasznosítása, súlyosabb esetekben pedig egészségkárosodás és elhullás is bekövetkezhet.

A baktériumok sejtfalanyagai: Az újabb kutatások nyomán beigazolódott, hogy nem is a bélcsőben előforduló élő baktériumok, hanem azok pusztulása után a sejtfalukból kiszabaduló molekulák az immunrendszer legfontosabb szabályozó anyagai.

A baktériumok sejtfalában — így a bélbaktériumokban is — két fontos komponens található: peptidoglikán (PG) és lipopoliszacharid (LPS). Peptidoglikán a Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumokban egyaránt sejtfalalkotó, míg lipopoliszacharid csak az utóbbiakban található. A két sejtfal-komponens közül az LPS lényegesen nagyobb (kb. 1000-szeres) biológiai aktivitással rendelkezik, ezért a PG részletesebb tárgyalásától eltekintek.

4. ábra: Az LPS szerkezete

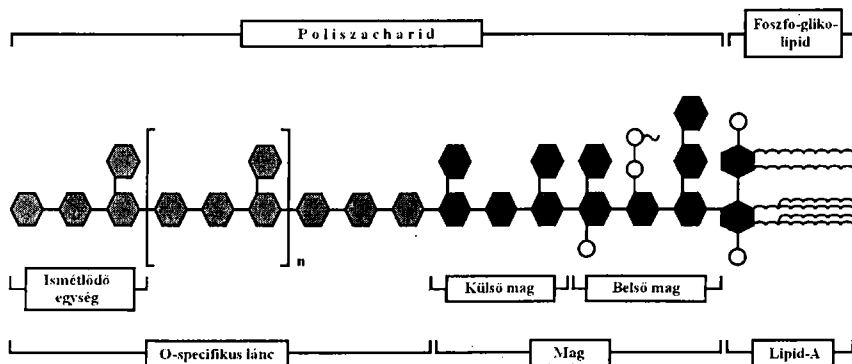


Fig. 4.: The structure of LPS

Szerkezetét tekintve az LPS egy makromolekula, ami *poliszacharid* és *lipid* részből áll (4. ábra). A poliszacharid rész mag szakaszában lévő hexopiranoz és mannóz-származék egységek döntően határozzák meg az LPS hidrofobocitását, ezzel együtt megkötődését a receptorokon. A biológiai aktivitás a lipid részhez (lipid A) kötődik és sokféle, hasznos és káros hatást egyaránt előidézhet.

Ha az LPS-ot a bélcatornát megkerülve juttatják kísérleti állatokba, akkor toxikus hatás jelentkezhet. Tekintettel arra is, hogy az LPS a baktériumsejtből annak elhalása után szabadul ki nagyobb mennyiségben, ugyanakkor mérgező anyag, ezért endotoxinnak is nevezik. Az állatok (és az ember) bélcatornájának a Gram-negatív baktériumok is természetes lakói, ám normál körülmé-

nyek között megbetegedéseket annak ellenére sem okoznak, hogy sejtfaluk endotoxint tartalmaz. Az egészséges bélcsőben ugyanis működik egy részleteiben máig sem ismert detoxikációs mechanizmus, ami a bélből felszívódó LPS káros hatásaitól a szervezetet megvédi.

A bélflóra és az intesztinális immunrendszer kapcsolata: A bélflóra és az intesztinális immunrendszer kapcsolatát vázlatosan a következő képen mutatom be.

A béllumen felől a gazdaszervezetet LPS, PG és antigénhatás is éri. Enyhe antigénhatásra az immunrendszer folyamatos tréningben van és edződik, a szervezet immunválasz-készségének és immunválaszainak szabályozásában pedig az LPS (és PG) sejtfal-komponensek játszanak meghatározó szerepet (5. ábra).

5. ábra: A bélflóra és az intesztinális immunrendszer kapcsolata

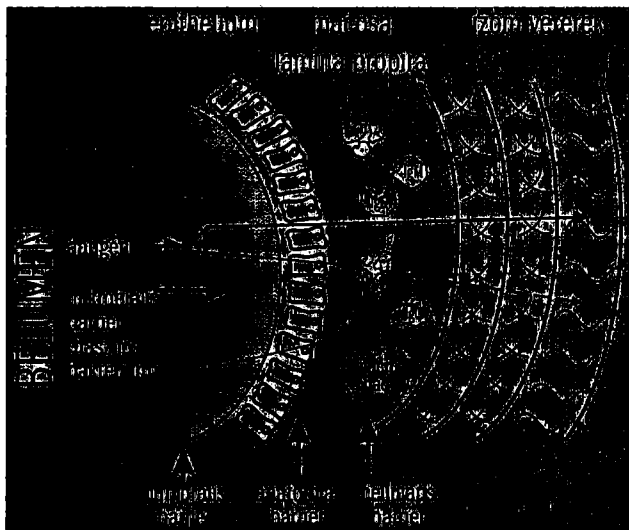


Fig. 5.: Relationship between the intestinal flora and the system

Az immunrendszer aktiválása: Normál körülmények között a bélben szét-
eső baktériumokból LPS szabadul fel. Ott méregtelenítődik, felszívódik, és a ke-
ringésbe kerül. Egy szállító fehérje (LBP) segítségével ezután a mCD14 recep-
torra jut, megkötődik és ezzel beindul az immunsejtek aktiválása (5. ábra). A
vérben ugyancsak található egy szolubilis receptor-fehérje (sCD14), melynek
segítségével a felszíni kötőhely nélküli leukociták is aktiválódhatnak. A ke-
ringésbe kerülő LPS monomer előbb ugyancsak a *szállító fehérjéhez* (LBP) ka-
pcsolódik, majd együttesen kötődnek az sCD14 receptorra. Az LPS-LBP-sCD14
komplex a celluláris felismerés részeként adhéziós molekulákkal rögzül a kötő-
hely nélküli leukocitákon. Ezen az úton egyéb sejtek (pl. epithel, endothel és
sima izom) LPS stimulációja is bekövetkezhet. Az aktivált sejtek primer mediá-
torokat (pl. TNF-alfa, IL-1, IL-6, IL-8, IL-12, stb. jelű citokineket) termelnek, ame-

lyek mennyisége (koncentrációja) az immunválaszok jellegét alapvetően határozzák meg (6. ábra).

Normál körülmények között az immunrendszer alapszinten funkcionál, specifikus védelem csak megfelelő antigénhatás után alakul ki. A bélmikroflórából származó LPS és PG stimuláció folyamatosan szükséges ahhoz, hogy fejlődése, készütségi foka megfelelő legyen és az egészség megtartását biztosítsa.

A primer mediátorok — mindenek előtt a TNF-alfa — alacsony koncentrációban történő folyamatos kibocsátása a fertőzésekkel szembeni természetes ellenálló képesség meghatározó tényezője, egyben a leukociták funkcióinak és aktivitásának is fontos regulátora.

Kis mennyiségű LPS belépése a véráramba előnyös a gazdaszervezet számára, mivel általános immunstimulációt, fokozott celluláris védelmet eredményez, emellett a poliklonális B-sejtek szaporodását, differenciálódását, az immunglobulinok fokozottabb képzését is eredményezi. Ebben az értelemben az LPS és a PG az immunrendszer baktérium-eredetű „vitaminjai”, amelyek folyamatos jelzést adnak a védekező rendszer számára és biztosítják annak éberségi állapotát. *Pasteur* hipotézise tehát napjainkban nyert molekuláris szintű igazolást.

A heveny szisztémás immunválasz: Súlyos fertőzések esetén nagy mennyiségű LPS kerül a véráramba, rendszerint az emésztőcső megkerülésével. Nagyon gyorsan emelkedik az aktivált sejtek száma, amelyek gyulladós folyamatokat kiváltó (pro-inflamatory), magas koncentrációban bocsátanak ki primer mediátorokat. Az immunrendszer teljes mozgósítását jelző *akut fázis* alakul ki, amelyben az egymást gerjesztő folyamatok jutnak túlsúlyra. Mindezek a makroszervezet egész anyagcseréjét érintő, szisztémás válaszreakciókat indukálhatnak. Az akut fázisban a szekunder mediátorok nagyarányú termelődése is beindulhat, majd klinikai következmények, végül endotoxin sokk és elhullás is bekövetkezhet. A heveny szisztémás fázisra jellemző történéseket vázlatosan ugyancsak a 6. ábrán szemléltetjük.

Az akut fázis szisztémás hatásai: Súlyos fertőzések esetén a primer mediátorok erősen megemelkedő szintje az egész szervezet anyagcseréjére kihat. Egyes citokinek, főként a magas IL-6 koncentráció hatására az állat anyagcseréje jelentősen módosul. A máj az úgynevezett *akut fázis fehérjék* (pl. haptoglobin, szérum amiloid A, alfa₁, savas glikoprotein, LPB-protein, C-reaktív protein stb.) szintézisére tér át. A szükséges anyagokat a különféle szervekből (különösen a vázizomból) mobilizálja a szervezet. Az erősen megemelkedő citokin koncentrációk tehát módosítják az állatok anyagcseréjét, amely táplálóanyag felvételükre, termelésükre is visszahat (7. ábra).

Az állatállományok egyedei életük folyamán hosszabb-rövidebb időszakokra akár többször is heveny szisztémás immunválasz kifejtésére kényszerülhetnek. Ez jelentős mennyiségű hasznosítható energiát von el, és a termelés hatékonyságát rontja.

A szisztémás immunválasz része a gazdaszervezet veleszületett védekező rendszerének, amely sérülések, gyulladások, és fertőzések esetén fejt ki hatását. Arra szolgál, hogy a specifikus immunválasz kialakulásáig, a kórokozók támadásának korai állapotában biztosítsa az állat túlélését.

6. ábra: Az immunrendszer működésének sémája (Aktiválás, az akut fázis történései)

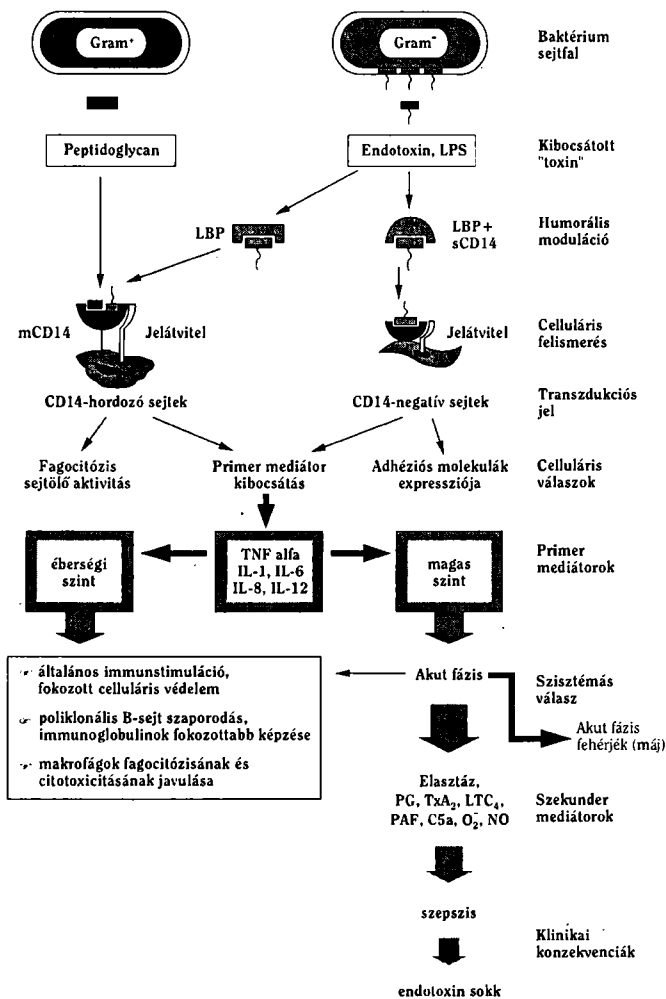


Fig. 6.: Scheme of functions of immunsystem

Az antibiotikus hozamfokozás és az immunrendszer: A takarmányokkal szubterápiás (ST) dózisban etetett antibiotikumok segítségével korábban jelentős (10–25%-os) hozamfokozást és jó termelésbiztonságot értek el. Antibiotikumok etetésekor a bélcsőben erősen csökken a patogén csírák száma (maradványflóra) és a kísérőflóra (coliformok, enterococcusok) részaránya, míg a hasznosnak tekinthető kommenzalista baktériumok (főflóra) száma nem vagy alig mérséklődik, részarányuk még növekedhet is.

7. ábra: A magas citokin-koncentrációk hátrányos élettani következményei

- csökkenő takarmányfelvétel, bágyadság, aluszékonyság
- csökkenő lipolízis a zsírszövetekből, fokozódó triglicerid-képződés a májban
- a nyugalmi energiaráfordítás növekedése, testhőmérséklet emelkedése
- izomfehérjék proteolízise, aminosav-oxidáció növekedése
- heveny szisztémás immunválaszra jellemző fehérjék fokozott termelése



csökkenő növekedés vagy teljesítmény,
romló takarmányhasznosítás

Fig. 7.: Physiological consequence of high cytokine concentrations

Kisebbsz lesz az állatkiesés, némileg javulhat a látszólagos emészthetőség, a takarmánykonverzió pedig rendszerint jelentősen javul. A legújabb kutatási eredmények tükrében a kedvező tapasztalatokat úgy értelmezik, hogy *ST-antibiotikumok etetésekor az állat táplálóanyag szükségletének azon hányada csökken, amelyet a szubklinikai betegségek elleni küzdelemre, valamint az egészségmegtartás védekező folyamataira kell fordítania*. Az immunrendszer alacsony fokozaton működik, mivel az antibiotikum biztosítja a kórokozó baktériumok, illetve a kísérő flóra alacsony számarányát, ezért az állatok nem kényserülnek heveny szisztémás immunválasz kifejtésére. *Mindezek következtében pótlólagos táplálóanyag áll rendelkezésre a testsúlygyarapodás vagy a termelés hatékonyságának javítására*. Az antibiotikumok etetése azonban hátrányokkal is járhat: az immunválasz-készség általában csökken, a vakcinákra adott ellenanyag-válaszok mérséklődnek, egyes mikroba csoportok (pl. a gombák) pedig gyakrabban idézhetnek elő megbetegedéseket.

Takarmány-komponensek hatásai az immunrendszerre: Az állatok takarmányozása és az ellenállóképesség között fontos kölcsönhatások érvényesülnek, amelyek visszahatnak az állati termék előállítás gazdaságosságára is. Az etetett takarmányok minősége és mennyisége, valamint a takarmányozás módja számos kapcsolaton keresztül hat az állatok immunkompetenciájára (immunválasz-készségére), ami a fertőzésekkel szembeni ellenálló képességet befolyásolja. A fertőzésekre adott immunválaszok viszont visszahatnak a testsúlygyarapodásra, a reprodukcióra, az anyagcsere-folyamatokra és a táplálóanyag szükségletre is.

Egyes takarmánykomponensek jelenlétén kívül más környezeti tényezők (állattenyésztési beavatkozás, kórokozók jelenléte, gyógykezelés, meteorológiai viszonyok, tartási körülmények, stb.) is elősegíthetik vagy gátolhatják az immunrendszer működését. A takarmányból és az állatok környezetéből eredeztethető hatásokat, vázlatosan, a 8. ábrán szemléltetjük.

Az állományok gyenge immunbiológiai állapota (pl. a vakcinázásokra nem reagálnak az elvárható mértékben, csökken az ellenálló képesség és/vagy a reprodukció) az esetek egy részében a takarmányokban lévő immunszuppresszív anyagok jelenlétével hozható összefüggésbe, bár egyéb okok is meghúzódnak a háttérben (vitamin-, mikroelem-hiány, immunszuppresszív hatású vírusos, baktériumos vagy parazitás ártalmak, antibiotikumos kezelés, egyéb stresszorok, stb.).

8. ábra: Az immunrendszer működését befolyásoló tényezők

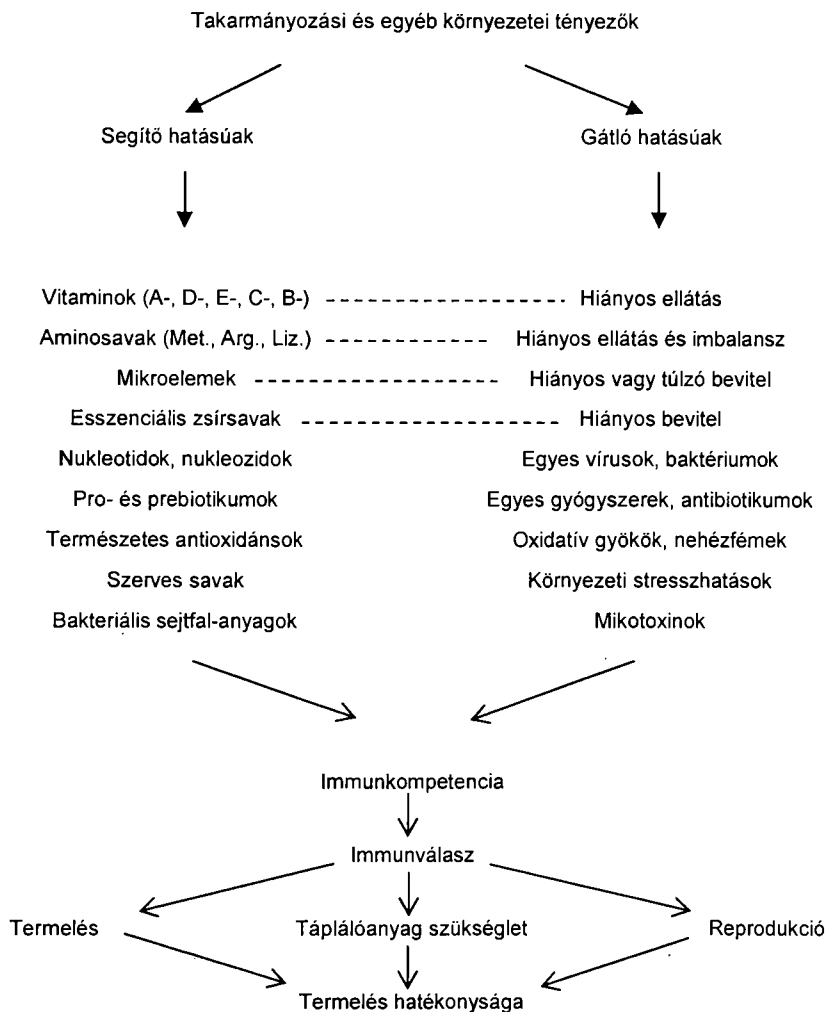


Fig. 8.: Factors influence the functions of immunsystem

Immunszuppressziót a mikotoxinok is előidézhettek, mivel többségük általános fehérjeszintézis-gátló vegyület, amelyek a limfociták képződését, intracelluláris enzimek működését akadályozhatják. A szupresszió mértéke mindenképp előtt a toxinkoncentrációtól, a toxinok fajtájától és a terhelés időbeli alakulásától függ. Általában elmondható, hogy már viszonylag alacsony toxinkoncentrációk is csökkenthetik az immunrendszer működésének hatékonyságát (9. ábra).

A takarmány-alapanyagok és keveréktakarmányok penészgombák okozta szennyezettségének egyik gyakori következménye, hogy az ízletesség romlása következtében kisebb-nagyobb mértékben mérséklődik a takarmányfelvétel. Már 2–3%-os takarmányfelvétel csökkenés érzékelhető teljesítményromlással

járhat, ezért az ízletesség biztosítása a fiatal állatok számára különösen fontos feladat.

9. ábra: A mikotoxinok immunszuppresszív hatásai és veszélyességük

- a bursa Fabricii és a thymus méretének csökkenése
- a T-limfociták és a B-sejtek képződésének gátlása
- szérum fehérjeszint csökkenés
- ellenanyag titerek mérséklődése, immunizálhatóság romlása

veszélyességi sor

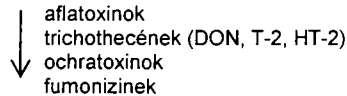


Fig. 9.: Immunosuppressive effects and risks of micotoxins

Termelésbiztonságot befolyásoló adalékok

Környezet- és egészségvédelmi okok, az egyre szigorodó EU-szabályozás és a fogyasztói igények „zöld” irányú változásai miatt, az antibiotikumok és egyéb gyógyszerek a termelésbiztonság javítására és hozamfokozásra egyre kevésbé használhatók fel. Helyettük kevésbé veszélyes, környezet-, állat- és fogyasztóbarát megoldások kidolgozása a cél. Valódi alternatívát leginkább a nutricin-hatású takarmányadalékok jelenthetnek.

Táplálóanyagok közé sorolható komponensek: A takarmány receptúrák összeállításakor elsősorban a termelés (súlygyarapodás, tojástermelés, stb.) igényeit veszik figyelembe, az immunbiológiai állapotra, a fertőzések leküzdésére gyakorolt hatásokat nem, vagy csak alig vizsgálják. A módszertani nehézségek mellett ennek az is oka, hogy a termelés szükségleteit kielégítő takarmányok, általában, az immunrendszer normális működését is biztosítják. Ugyanakkor az is egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy súlyosabb stresszhelyzetben, ezek a takarmányok az immunrendszer speciális igényeit nem elégítik ki adekvát módon.

A szükségesleti értékkel jellemezhető táplálóanyagok közül, az A-, D-, E-, C-, és B-vitaminok, az esszenciális zsírsavak (omega 3 és 6) és arányaik, az aminosavak közül a metionin, az arginin és a lizin valamint a mikroelemek befolyásolják leginkább az immunkompetenciát és a specifikus immunválaszokat.

Ezekből a komponensekből elégtelen vagy hiányos ellátottság, a termelést, esetleg a termékenységet mutatókat rontja, és a betegségekkel szembeni ellenálló képesség is gyengülhet.

Az optimálist meghaladó ellátás általában kerülendő, de az antioxidáns funkciójú E- és C-vitamin esetében előnyös is lehet. Velük, a szervezet detoxikációs folyamatait, az immunválasz erősítését, az alapszükséglet 3–10-szeres mennyiségével lehet előnyösen fokozni.

A mikroelemek gyakorlati alkalmazásakor — megelőzési céllal — rendszerint magasabb dózisokat használnak, mint ami az állatok optimális ellátásához

szükséges. Néhány mikroelem (pl. a réz és a cink) erősen megemelt takarmánybeli szintje hozamfokozó, esetenként pedig terápiás célból használják. A túlzott mikroelem bevitel — még ha egészségügyi szempontból nem is kockázatos — egyes szövetekben (pl. máj) felhalmozódáshoz vezethet, fel nem szívódó részletei pedig a bélsárral távozva a környezetet terheli. Különösen a réz és a cink, de esetleg más mikroelemek maximálisan engedélyezett bekeverési szintjeinek csökkentése várható. A szerves formában (aminosav-kelátok, proteínátok, élesztősejtbe épített nyomelem) alkalmazott kiegészítés egyre általánosabb, mivel ilyen kötésekből a hozzáférhetőség jobb, mint a szervesetlen a vegyületekben.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ezen molekulák és anyagok általában közvetve, a takarmányozással összefüggésbe hozható hormonok, hormonszerű anyagok (inzulin, glukagon, kortikoszteron, növekedési hormon, tiroxin, stb.) és enzimek közvetítésével hatnak.

Funkcionális egészségjavító készítménye

A nutricin hatású molekulák és anyagok ismeretében számos speciális funkciójú készítményt fejlesztettek ki. A készítmények a felhasználási célok és fő hatásaik alapján csoportosíthatók.

Takarmány és itatóvíz savanyítók: A szerves savak (és sóik), antimikrobás hatásuk alapján, mikrobiológiai takarmányromlások megelőzésére, szilázsok tartósítására és a bélcső mikroflórájának befolyásolására egyaránt felhasználhatók. A takarmányok (és az itatóvíz) savanyításával a gyomor- és béltartalom pH-értékének csökkentésére is lehetőség kínálkozik. Megjegyzendő, hogy míg a hasznosnak tekinthető (tej- és illózsírsav termelő) bélbaktériumok (pl. *Laktobacillus*, *Bifidobacterium sp.*) alacsonyabb pH-értékek mellett is jól növekednek, és jelentős sav-koncentrációkat tolerálnak, addig a kórkeltő, illetve rothasztó baktériumok optimális növekedése 6,5–7,5 közötti pH mellett történik és sav-toleranciájuk is alacsonyabb.

A szerves savak a mikroorganizmusok aminosav-anyagcseréjére, DNS-szintézisére és energia-háztartására is jelentősen hatnak. A gyengén lipofil savak — mint a tej-, ecet- és propionsav — disszociálatlan formában képesek átjutni a gombák és a baktériumok sejtmembránjain és ott disszociálva a citoplazma közegét hidrogén ionokkal (protonokkal) terhelik. A hidrogénionok eltávolítása és a sejt-pH fenntartása jelentős energiát igénylő folyamatok, ezért a mikroorganizmusok növekedési rátája csökken, esetleg el is pusztulnak (statikus és -cid hatás).

A takarmány és itatóvíz savanyítók egy része savkeverék. A kompozícióban, a foszforsav kivételével, erős szerves savak általában nem szerepelnek.

Az antibiotikumok felhasználásával szembeni növekvő ellenállás eredményeként, a szerves savak alkalmazása is elfogadott megoldást jelent a patogén baktériumok (pl. *E. coli*, *Salmonella sp.*), illetve a stresszhelyzetek okozta ártalmak kivédésére. A leghatékonyabban alkalmazható savak éppen a hasznos bélfloóra tagok által is termelt rövid szénláncú zsírsavak (tej-, ecet-, propion-, vaj- és hangyasav), valamint egyes gyümölcssavak (citrom-, alma-, fumar- és borkősav).

A szerves savak és sóik alkalmazása számos egyéb előnnyel is jár: kedvező izhatásukkal fokozzák a takarmányfelvételt, csökkentik a takarmányok pufferkapacitását, kedvezően befolyásolják az emészthetőséget, csökkentik a toxikus poliaminok (kadaverin, putreszcin) és az ammónia képződését, javulhat a foszfor-retenció, támogatják a probiotikumok hatását.

Probiotikumok, prebiotikumok: A probiotikum élő mikrobákat tartalmazó takarmány-kiegészítő, ami a gazdaállatra az által fejti ki jótékony hatását, hogy javítja a bélflóra-egyensúlyt. A probiotikus csírák rendszerint fokozott bioregulációs képességű (szisztematikus bélhám-védő, bio-film képző, tej- vagy illózsír-savat, antimikrobás hatású komponenseket, enzimeket stb. termelő) mikroorganizmusok, amelyek különféle eredetűek lehetnek. Az emésztőcsőben ezek a mikroorganizmusok rendszerint nem tapadnak meg tartósan, a takarmányok probiotikum-kiegészítését ezért (meghatározott időperiódusban) folyamatosan biztosítani szükséges.

A leggyakrabban alkalmazott probiotikus csírák a *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus* és *Bacillus* nemzetségekbe tartozó baktérium fajok. Néhány gombát (pl. *Saccharomyces cerevisiae*, *Arxozyma telluris*) ugyancsak alkalmaznak probiotikumként.

A jelenleg rendelkezésre álló készítmények egy vagy többféle mikroorganizmust tartalmaznak. Ez utóbbiak, kifejlesztését az indokolja, hogy így a hatásspektrum szélesedik, több állatfaj esetében is alkalmazhatók.

A haszonállatok által nem emészthető számos oligoszacharidról (pl. *glüko-*, *galakto-*, *manno-*, *frukto-oligoszacharidok*, *inulin*) az utóbbi években bizonyították be, hogy módosítják az intesztinális mikroflóra növekedését és aktivitását a vastagbélben. Egyes oligoszacharid tartalmú készítmények (pl. MOS) a bélfelszín helyett alternatív kötődési helyként szolgálhatnak bizonyos baktériumok számára, ezért például a szalmonella-kolonizáció lehetőségének mérséklése céljából is alkalmazzák. Ezek az anyagok tulajdonképpen a főflóra egyes tagjainak speciális szubsztrátjai, *prebiotikumai*, amelyek főként a bifidobaktériumok szaporodását támogatják, elősegítik az exogén és endogén bélfertőzések megelőzését és megszüntetését. Önálló takarmányadalékként, de probiotikus csírákkal együttesen is alkalmazhatók. A probiotikum és prebiotikumok egyazon készítményben való szerepeltetésére a *szimbiotikum* elnevezés használatos.

A prebiotikum serkenti a hasznos mikroflóra anyagcsere-aktivitását a vastagbélben, míg a vele együtt alkalmazott probiotikus csírák inkább a vékonybélben fejti ki kedvező hatásaikat. A szimbiotikumok az optimális bélflóra-egyensúly kialakulását a béltraktus teljes hosszában elősegítetik.

A pro- és prebiotikumok sokféle hatásúak lehetnek, hatásmechanizmusait azonban nem ismerjük teljes részletességgel. Bizonyított, hogy versengés folyik a probiotikus és az egyéb mikroorganizmusok között a bélhámsejten való megtelepedésért, a táplálóanyagokért. Számos probiotikus csíra anyagcsere végtermékei (tejsav, rövid szénláncú zsírsavak) antimikrobás hatásúak, a bélcső pH-értékét is csökkentik. Egyes probiotikus mikroorganizmusok antibiotikus hatású anyagokat vagy enzimeket termelnek. Részt vehetnek a gazdaszervezet immunrendszerének stimulálásában, de segíthetik a bélhámsejtek megújulását is.

Antioxidáns és membrán védő anyagok: A tárolt takarmányban, az emésztőcsőben, de az állatok szöveteiben és sejtjeiben is bekövetkezhetnek nem kívánatos oxidatív folyamatok, amelyeket rendszerint a nagy reakcióképességű, oxigén-tartalmú szabadgyökök indítanak el.

A külső káros hatásokat, vagy a bekövetkezett sejtkárosodást a szervezet antioxidáns védekező rendszere hivatott hatástalanítani. A rendszer redukív molekulákkal (E- és C-vitamin, glutation, ubikinon, béta-karotin, stb.) és enzim-folyamatokkal (szuperoxid-diszmutázok, GSH-peroxidázok, stb.) védekezik.

Amennyiben az oxidatív szabadgyök terhelés meghaladja az antioxidáns védekező rendszer kapacitását, úgy maradandó szövet- és sejtkárosodás alakulhat ki, betegségek léphetnek fel. (A tojók zsírmáj hemorrhagiás szindrómája, a sertés malignus hipertermiája, a baromfi hasvízkór és encefalomalácia, több állatfaj szív- és vázizom elfajulása, stb., de még a szarvasmarhák tőgyödémája és masztitisze kialakulásában is valószínűsítik az oxidatív stressz szerepét.)

A szervezet védekező rendszerének hatékonysága nem kis mértékben attól is függ, hogy kerül-e a szervezetbe a takarmánnyal elegendő mennyiségű és aktivitású antioxidáns anyag, illetve mikroelem koenzim. A premixekben rendszeresen alkalmazott szintetikus antioxidánsokon (BHT, BHA, propil-gallát — melyek fenol-származékok —) kívül, az alapanyagok és számos takarmány-adalék is tartalmazhat antioxidáns hatású anyagokat (vitaminokat, karotinoidokat, fenol-származékokat, flavonoidokat, húgysavat, antocianidint, növényi kivonatokat, stb.), vagy a fémionok auto-oxidációt katalizáló hatásának semlegesítésére szolgáló szekvesztráns molekulákat (pl. citromsavat, foszforsavat, kelátképzőket).

A lipid-peroxidációs termékek az immunsejteket is károsíthatják. Oxidatív hatásokra erősen lecsökken sejtmembránjaik fluiditása, ami a limfociták immunválasz képességének súlyos károsodásával jár.

Antioxidáns hatással is rendelkező funkcionális takarmányadalékok fejlesztésével és okszerű alkalmazásával újabb lehetőségek nyílnak a gyakorlati takarmányozás hatékonyságának fokozására.

Enzimek, emulgeátorok: A takarmányok sajátossága, hogy számos táplálóanyagot, pl. fehérjéket és különféle szénhidrátokat, felszívódásra alkalmatlan, nagy, polimer molekulákban tartalmaz. A béltraktusban lejátszódó folyamatok közül az emésztés és a felszívódás meghatározó jelentőségűek. A táplálóanyag-szükséglet fedezésére csak a kellően feltárt (emésztett) és felszívódásra alkalmas, megfelelően emulgeált komponensek vehetők számításba.

Az endogén enzimek (amilázok, proteázok és lipázok) minden állat emésztőtraktusában képződnek. A kérődzők, a bendő-mikroflóra segítségével, a szénhidrátok széles skáláját (cellulózt, fruktozánokat, pektineket, pentozánokat), valamint az inozit-hexafoszfátot (fitátokat) is nagy hatékonysággal képesek lebontani.

A baromfi- és sertéstakarmányok száranyagának 50–60%-a szénhidrát, amelyen belül cukrok, oligo- és poliszacharidok különböztethetők meg. A poliszacharidok nagy része keményítő, de a nem keményítő poliszacharid (NKP) részaránya is jelentős (10–20%). Az NKP-kat a sertés és a baromfi nem képes megemésztetni, néhány oligoszacharid (pl. MOS, FOS, stb.) azonban fermentációs szubsztrátként szolgálhat a vastagbél mikroorganizmusai számára.

NKP-ok főként a növényi sejtek falában találhatóak. Azon túl, hogy nem emészthetők, a fehérjék, a zsírok és a keményítő egy részét is hozzáférhetővé teszik az emésztőenzimek számára, emellett a kimusz viszkozitását is növelhetik. Az NKP-bontó enzimek alkalmazásával javítani lehet a fehérje, a zsír és a keményítő emészthetőségét, egyben mérsékelhető a kimusz viszkozitása és a bélsár víztartalma. Az enzimmészítmények rendszerint komplex hatásúak, főként xilanáz, alfa- és béta-glukanáz, hemicelluláz aktivitásúak.

A gabonafélék keményítője rendszerint 0,5–1% arányban lipideket is tartalmaz, amely 50–60%-a lizofoszfolipid. A lizofoszfolipidek spontán képeznek apró micellákat az epesav-sókkal, zsírsavakkal vagy monogliceridekkel, és a táplálóanyagok jobb felszívódását biztosítják.

A lizozim — ami a gyomor-szekrétumban rendszerint előfordul — számos baktérium (*Campylobacter*, *Bacillus*, *Salmonella*, *E. coli*, stb.) sejtfalát bontja, exogén enzimadalékként alkalmazva pedig egészségmegőrző hatású.

Fitáz enzim kiegészítéssel a takarmányok növényi eredetű foszfortartalmának jobb hasznosulását biztosíthatjuk, mivel ez szükséges az inozit-hexafoszfát feltárására.

Az exoenzimek — és potenciálisan egyes emulgeátorok — az emésztést és a felszívódást funkcionálisan segítő nutriceknek tekinthetők.

Íz- és aroma-anyagok, fűszer- és gyógynövények: Az ember négy alap íz érzékelésére képes (édes, sós, savanyú, keserű). Az állatok íz-preferenciája eltér az emberétől, és lényegesen nehezebb is meghatározni. A fiatal sertés, a borjú, a ló és a kutya az édes ízekre kedvezően reagál. A sertés emellett a savanyú ízhatású anyagokat, pl. a szerves savakat is kedveli. A baromfifajok nem reagálnak különösebben az ízanyagokra, de a számukra kellemetlen ízeket (pl. a keserűt, amit a legtöbb állat kerüli) visszautasítja. A juhok a narancs ízt preferálják, az édesítők iránt meglehetősen közömbösek. Az ízérzékelés az íz- és illatanyagok (aroma) indukálta kombinált és komplex fiziológiás válaszreakció, ami a száj- és az orrüregben lévő receptorok stimulációjának eredményeként alakul ki. Az aromahatás érzékeléséhez illékony molekulák is szükségesek.

A takarmányfelvételt számos tényező és körülmény befolyásolja, de az íz- és illathatások kiemelkedő jelentőségűek. Amennyiben a táplálóanyag-szükséglet és az egészség megóvása szempontjából gondosan összeállított takarmányok nem eléggé ízletesek, úgy az állatok nem fogyasztják el belőle az elvárt mennyiségeket. Ilyenkor a növekedés vagy a termelés hatékonysága mérséklődik, mivel a takarmánnyal felvett táplálóanyagok nagyobb hányada fordítódik létfenntartásra. Romlik a takarmányértékesülés, marginális vagy hiányos ellátottság alakul ki, amely az egészséget is veszélyeztetheti. A szükségesnél kevesebb takarmány felvétele a gazdaságos termelés gyakori akadály. Ezt erősítik a diagnosztikai intézetek tapasztalatai is, miszerint a takarmányártalmak jelentős hányada (20–40%-a) ezzel hozható oki összefüggésbe. Az ízesítő anyagok széles skálája ismert (cukorszerű és egyéb édesítők, gyümölcs aromák, illóolajok, ízfokozó anyagok, stb.).

Az attraktív íz- és zamatanyagok speciális csoportját az ún. „emésztett” fehérjék (digested protein) alkotják, amelyek szabad aminosavakat, oligopeptideket tartalmaznak, a feltáratlan fehérjemolekulák mellett. Emésztett fehérjék

növényi fehérje-hordozókból is készülhetnek, amelyek takarmányok ízesítésére, mikroelem kelátképzőként és hatékony N-forrásként egyaránt felhasználhatók.

A takarmányfehérjék emésztőcsőbeli degradációja során keletkező oligopeptidekről feltételezik, hogy közülük egyesek a bélflóra-egyensúly kialakításában is szerepet játszanak, vagy egyéb bioaktív funkcióval is rendelkeznek. Alkalmos fehérjeforrások, enzimek és inkubációs körülmények felkutatásával — elméletileg — íz-aroma-hatásokon túlmutató, a takarmányfehérjékből származtatható oligopeptid nutricinek előállítására is lehetőség kínálkozik.

Részben az ízesítő anyagok közé sorolhatók, az ősidők óta ismert, fűszer-, gyógy-, és egyéb növények örleményei, ill. kivonatai is. A humán konyhatechnikában használatos fűszerek, íz- és aromaanyagok ízletességet javító hatásának analógiájára, sokat reméltek a takarmányok ízesítésétől is, de a napjainkig elért eredmények sok esetben nincsenek összhangban a várakozásokkal.

A fűszer- és gyógynövények, az íz- és aromahatásokon túl, olyan tulajdonságokkal is rendelkeznek, amelyek miatt újból az érdeklődés középpontjába kerültek. A belőlük készített termékek ugyanis antimikrobás, antioxidáns, parazita-ellenes, prebiotikus, étvágy- és emésztést javító, immunstimuláns, stb. hatásúak lehetnek. Rendszerint a szárított és őrölt növényi részeket alkalmazzák a takarmányokban, de a vízgőz-desztillációval nyert esszenciális olajok, vagy a szerves oldószerekkel készült kivonatok (olajos gyanták) felhasználásával is készülnek takarmányadalékok. A fontosabb gyógy- és fűszernövényeket, valamint felhasznált részeiket az 1. táblázatban csoportosítottuk.

1. táblázat

A fontosabb fűszer- és gyógynövények és felhasznált részeik

| Növény | Növényi rész | Növény | Növényi rész | Növény | Növényi rész |
|----------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| ánizs | termés | kakukkfű | levél | paprika | termés |
| babér | levél | kardamon | gyümölcs | petrezselyem | levél |
| bazsalikom | levél | koriander | levél | rozmaryng | levél |
| bíbor kasvirág | egész növény | kömény | mag | szegfűszeg | rügy |
| bors | bogyó | majoranna | levél | zsálya | levél |
| fahéj | kéreg | menta | levél | torma | gyökér |
| fokhagyma | hagyma | mustár | mag | | |

Table 1.: Some important spice and medical herbs and their used parts

A gyógy- és fűszernövény porok és a kivonatok egyik fontos hatása az antimikrobás aktivitás. Néhány mikrobaellenes hatóanyagot és termelőjüket a 2. táblázatban mutatjuk be.

Egyes növényi kivonatok jelentős antioxidáns hatással is rendelkezhetnek, mivel karotinoid, flavonoid, fenol-származék, és más komponenseik hatékony szabadgyök fogók. Fahéj-, zsálya- és rozmaryng-kivonatok, egyes kísérletekben, a BHT vagy az E-vitamin antioxidáns hatását is elérték.

Természetes, hogy a gyakorlatban, a legtöbb fűszer- és gyógynövényt — illetve kivonataikat — nagy koncentrációban kellene a takarmányokhoz keverni ahhoz, hogy az antibiotikumokéval összemérhető eredményt kapjunk.

Antimikrobás aktivitással rendelkező fűszer- és gyógynövény vegyületek

| Aktív komponens | Fűszer- vagy gyógynövény |
|--------------------|--|
| allicin | fokhagyma |
| allil-izotiocianát | mustár, torma |
| anetol | ánizs, kömény |
| cineol | zsálya, rozmaring, karadamon, babér |
| cimol | kömény, kakukkfű, oregano |
| echinakozid | bíbor kasvirág |
| eugenol | szegfűszeg, szegfűbors, fahéj |
| fahéj-aldehid | fahéj |
| karvakrol | oregano, kakukkfű |
| karvon | kömény, kapor |
| linalol | koriander, zsálya, majoránna, bazsalikom |
| mentol | menta |
| timol | kakukkfű, oregano |

Table 2.: Compounds in spice and medical herbs with and antimicrobial effects

Sokan vélik úgy, hogy a fő hatást biztosító komponensek mellé olyan másodlagos és harmadlagos aktivitású komponenseket kell választani, amelyek szinergista módon, egymást támogatják. A szinergista hatású komponensek körét más növények kivonatai, szervessavak, és bioaktív peptidek között vélik leginkább elképzelhetőnek, amelyek segítségével, esetlegesen a gyakorlatban is hatásos kompozíciók alakíthatók ki.

A takarmányozási kutatások egyik komoly feladata az, hogy ezen funkcionálisan ható szubsztanciák kedvező (vagy esetleg hátrányos) hatásait, a mai kutatási eszközök segítségével újraértékelje, hogy meggyőződhesünk ezen termékekben rejlő képességekről, biztonságos és gazdaságos alkalmazhatóságuk lehetőségeiről.

A limfociták LPS-aktiválásán alapuló immunstimulánsok: A baktérium sejtfal-anyagoknak az immunrendszerre gyakorolt kedvező hatásait régen felismerték és a gyakorlatban is használják parenterálisan alkalmazott antigének (vakcinák) immunogén hatásának növelésére, adjuválására.

Az utóbbi évek kutatási eredményei világossá tették, hogy az LPS- és PG-származékok a leukociták aktiválása útján fejtik ki immunválasz-javító hatásukat. A parenterálisan alkalmazott endotoxinoknak az optimálistól eltérő dózisa viszont komoly veszélyekkel járhat, mivel heveny szisztémás immunválaszt, endotoxin sokkot, elhullást is eredményezhet. Számos kutatás folyt abban az irányban is, hogy a baktériumok tenyészetéből „*in vitro*” előállított, natív, vagy különféle kezeléseknél alávetett endotoxint alkalmazzák immunstimulációs céllal takarmány- vagy itatóvíz-adalékként. Az eddig kifejlesztett és a gyakorlatban kipróbált termékek nem hoztak átütő sikert, részint nem kielégítő hatékonyságuk, részint pedig költségesek voltak miatt.

Hazai kutatás-fejlesztési munkáink során felismertük, hogy az itatóvíz savanyítására használatos komponensekből olyan kompozíciók is készülhetnek, amelyek nemcsak hogy eubiotikus irányba módosítják a bélfloórát — mint a takarmány és az itatóvíz savanyítók általában — hanem az itatás időszakában

alkalmazott baktérium- és vírusantigénekre adott immunválaszokat is feltűnő mértékben felerősítik (3. táblázat).

A hatásmechanizmust teljes részleteiben ma még nem ismerjük. Az eddigi vizsgálatok eredményei alapján azonban leginkább az valószínűsíthető, hogy a bélcsőben széteső baktériumokból (főként a coliformokból), a készítmény közvetett vagy közvetlen hatására, immunológiai szempontból igen hatékony, ám atoxikus endotoxin szabadul ki, melynek felszívódását maga a haszonállat szervezete szabályozza vagy optimalizálja. Hatására a leukociták aktiválódnak, javul a természetes ellenálló képesség, ezen belül a celluláris és humorális immunválasz is.

3. táblázat

Az IM 326 hatása növendék baromfi baktérium vírusantigénekre adott immunválaszára

| Vizsgálat | Csapvizkes kontroll | | IM326 1ml/liter | | Eltérés (%) |
|--|---------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| | 60. nap | 75. nap | 60. nap | 75. nap | |
| <i>S. enteritidis</i> (csőagglutináció) | n=8 0 | n=8 30 | n=8 0 | n=8 83 | +176,7 |
| <i>P. multocida</i> (AGID) | n=10 0 | n=10 2,8 | n=20 0 | n=20 4,2 | +50,0 |
| <i>L. pomona</i> (mikroagglutináció) | n=10 0 | n=10 2,4 | n=10 0 | n=10 8,8 | +266,0 |

Kísérleti állatfaj: SPF háziyűk, 60 napos

Kísérleti készítmény itatása: 57–81. napig,

Oltóanyagok: *Salmonella enteritidis*, előlt 3×10^8 bakt./ml, 0,3 ml/állat, im. (mellizom)

Pasteurella multocida A1 inaktívált, (Pastophilin) 1ml/állat, sc. (nyakbőr)

Leptospira pomona, előlt 10^8 bakt./ml, 0,3 ml/állat, im. (mellizom)

Vaksinázás: 60. napon

| Vizsgálat | Csapvizkes kontroll n=25 | | IM326 1 ml/liter n=25 | | Eltérés (%) |
|--------------|-----------------------------|---------|--------------------------|---------|-------------|
| | 60. nap | 81. nap | 60. nap | 81. nap | |
| NDV (HAG) | 0 | 104,7 | 0 | 362,4 | +264,1 |
| EDS (VN) | 0 | 141,0 | 0 | 194,0 | +37,6 |
| Gumboro (VN) | 0 | 20,7 | 0 | 52,1 | +151,7 |

Kísérleti állatfaj: SPF háziyűk, 60 napos,

Kísérleti készítmény itatása 57–81. napig

Oltóanyag: trivalens Aviphilin (inaktívált ND-, EDS- és gumboro-vírust tartalmaz)

Vaksinázás: 60. napon

Table 3.: The effect of IM326 on the immune response of growing poultry to bacterial virus antigens

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy erős immunstimulációs hatású kompozícióról van szó.

Egyéb adalékok: A kereskedelmi forgalomban több olyan termék is fellelhető, amely részben vagy egészben funkcionálisan ható készítménynek tekinthető (pl. romlásgátló adalékok, mikotoxin-ellenes készítmények, irányított aktivitású szerves és szervetlen adszorbensek, kelátképzők, növényi kivonatok, stb.), hatásmódjukban azonban lényegesen a különbségek. Ezen termékek közül kiemelésre kívánkoznak a *mikotoxin-ellenes készítmények*, mivel széles körben alkalmazzák azokat. A termékek egy részében mikrocellás szerkezetű, észterifikált vagy egyéb módon aktivált, természetes eredetű szerves anyagok (MOS-

tartalmú élesztősejtfal, hemicellulóz, huminsav), más részében szerves anyagok (kalcium-, nátrium- alumínium-szilikátok, zeolitok), vagy szintetikus homopolimer (polovinil-polipirrolidon) az adszorbens, a vivő- és segédanyagok azonban egyéb biológiai aktivitással rendelkező komponensek (antioxidánsok, szerves savak, nukleozidok, vitaminok, enzimek, immunszimulánsok, stb.).

Az újabb kutatási eredmények egyértelműen igazolták, hogy a mikotoxinok az immunrendszer működését már alacsony koncentrációban is gátolhatják tartós felvétel esetén. A még tolerálható mikotoxin szintek meghatározásakor az immunrendszerre gyakorolt szupresszív hatás fontos adatként veendő figyelembe. Ezen eredmények arra is utalnak, hogy a mikotoxin-ellenes hatású készítményekben az immunstimuláns komponensek jelentősége felértékelődik.

A készítmények hatékonysága és alkalmazásuk: Sokféle olyan takarmány és itatóvíz kiegészítőt, speciális készítményt (anyagot, molekulát) hoznak forgalomba és kevernek a takarmányokhoz, amelyek ismertető anyagában az *immunrendszer segítése* — mint a hatásmód fontos eleme — *általánosságban szerepel*. A készítmények hatékonyságát rendszerint a termelési mutatók (pl. takarmánykonverzió, kiesések, stb.) javulásával szemléltetik. A kedvező hatások elérésében „az immunrendszer segítése” feltételezhető, de a célirányos vizsgálatokról vagy az immunológiai hasznosítás lehetőségeiről (pl. növeli-e a vakcinákra adott immunválaszokat, a humorális vagy a sejtes immunitást segíti-e, mentesítési programokban alkalmazható-e, stb.) azonban rendszerint kevés információhoz jutunk.

Egy-egy készítmény immunmodulációs hatásának eldöntésére különféle módszerek alkalmazhatók (10. ábra), a haszonállatokkal gyakorlati körülmények között (teszttelep, üzemi viszonyok) szerzett, immunológiai vizsgálatokkal is alátámasztott eredmények és tapasztalatok azonban alapvető fontosságúak.

10. ábra: Vizsgálati lehetőségek takarmányok immunmodulációs képességére

- Thymus (bursa), lép, nyirokcsomók makro- és mikromorfológiai tanulmányozása
- Antigénekre adott immunválaszok vizsgálata
 - Celluláris immunitás
 - Humorális immunitás
- Makrofág funkciók tesztelése
- NK-sejtek aktivitás mérése
- Immunrozetta képzési teszt
- Üzemszerű állatkísérletek

Fig. 10.: Testopportunities for the measurement of immunomodulatory abilities of feeds

A forgalomba hozott termékek gyakorta többféle hatással rendelkező komponenseket tartalmaznak (multifunkciós adalékok). A készítmények okszerű kiválasztásához és a receptúrák összeállításához, esetenként még a speciális ismeretek sem nélkülözhetők.

Az immunstátusz javítására, a kórokozók elleni küzdelemre, az immunrendszer terhelésének csökkentésére irányuló erőfeszítések (oltások, vakcinázások, mentesítési programok, stb.) eddig kevésbé kapcsolódtak a takarmányozáshoz, inkább speciális állat-egészségügyi feladatként jelentkeztek.

Alternatív megoldásként a funkcionális takarmány- és itatóvíz adalékok vehetők igénybe. Már jelenleg is sokféle termék van forgalomban, emellett igen

intenzív kutatás-fejlesztés is folyik. *Napjainkig olyan készítmény még nem ismert, amely a termelésbiztonságot és a hozamokat az antibiotikumokkal azonos szinten tudná biztosítani.* Kedvező eredmények inkább a célszerűen megválasztott készítmények együttes alkalmazásától remélhetők.

Az immunrendszert segítő takarmányozás megvalósításához azok a megoldások látszanak ígéreteseknek, amelyek gyakorlati körülmények között az immunszuppresszív hatásokat képesek felfüggeszteni, a primer mediátorok (citokinek) enyhén emelkedett (éberségi) szintjét folyamatosan fenntartják, a megfelelő szintű celluláris és humorális védelmet pedig heveny szisztémás immunválasz kialakulása nélkül biztosítják.

Az állati eredetű takarmány-alapanyagok helyettesítése

Élelmiszerbiztonsági szempontok: Az állati eredetű komponensek közül a halliszt, a különféle húslisztek, a vér- és toll-lisztek kiemelkedő jelentőségű fehérjeforrások. Mellettük zsír- és csont-készítményeket használtak takarmányozási célokra. Az élelmiszerbiztonság a biztonságos takarmány előállítását is magába foglalja.

A kérődzők takarmányaiból az állati eredetű komponenseket az EU-ban és a jelölt országokban is kiltották. Monogasztrikus állatok esetében a tilalom — a halliszt kivételével — ugyancsak általános, azonban a halliszt jövője is bizonytalan.

Hazai rendelkezések szerint a baromfi- és sertésvágóhídi melléktermékekből előállított fehérjetakarmányok felhasználása, a kérődzők kivételével, jelenleg még törvényileg nem tiltott, de fogyasztói igényekre hivatkozva, az importőrök és nagybani vásárlók jelentős része csak olyan állatokból készült termékek átvételére kötnek szerződést, amelyeket állati eredetű komponensek nélkül takarmányoztak.

A környezet-, állat- és fogyasztóbarát termelés — esetenként még irracionális elemekkel is, mint pl. a GMO-s takarmánynövények vagy a törvényileg nem tiltott állati eredetű komponensek elutasítása — feltartóztathatatlanul terjed. Európában a növényi eredetű takarmányokra történő átállás egyre általánosabb. A nemzetközi trendek követése — különös tekintettel uniós csatlakozásunkra — elkerülhetetlen kényszer.

A helyettesítés biológiai alapjai: A növényi eredetű takarmánykomponensek használatára való áttérés során az állati eredetű alapanyagok néhány fontos tulajdonságát figyelembe kell venni.

— A hal- és húslisztek jól emészthetők, nagy biológiai értékű fehérjeforrások, közel komplett aminosav-összetétellel.

— Jelentős koncentrációban tartalmazznak nagy energia értékű és élettanilag kedvező összetételű zsírokat.

— Foszfortartalmuk sokkal jobban hasznosítható, mint a növényi eredetű foszfor.

— Vitaminokban gazdagabbak.

A legnagyobb körültekintést a fehérjeforrások helyettesítése igényli. A takarmányfehérjék táplálkozási értékét a fehérje aminosav összetétele, az aminosav emészthetősége, illetve hasznosíthatósága határozza meg. A fehérjeforrá-

sok helyettesítése régebben fehérje-egyenérték alapon történt. Az újabb kutatási eredmények és gyakorlati tapasztalatok alapján azonban a vékonybélben (csípőbélben) emészthető aminosav-tartalommal helyesebb számolni. Ugyancsak fontos, hogy a keveréktakarmányok az ideális fehérje elvnek megfelelő arányban tartalmazzák az aminosavakat mind a sertés, mind pedig a baromfita-karmányok esetében. Ezzel párhuzamosan az aminosav szükségletet is egyre inkább a vékonybélben emészthető aminosavra vonatkozóan adják meg.

Helyettesítéskor újra kell gondolni a keveréktakarmányok aminosav-, vitamin-, energia- és foszfor-kiegészítését is. Ezzel párhuzamosan egyre fontosabb szerepet nyer az enzimtechnika alkalmazása, mindenek előtt a fitázenzim, illetve a többféle aktivitású enzim-keverékek alkalmazása.

A már rendelkezésre álló nemzetközi és hazai tapasztalatok a baromfi- és a sertéságazatban egyaránt arra utalnak, hogy reális célként jelölhető meg a „vegetáriánus” takarmányozási rend kialakítása a hozamok és az állati termék minőségének csökkenése nélkül.

IRODALOM

- Adams, C.A.(1999): *Nutricines: Food Components in Health and Nutrition*. Nottingham Univ. Press, Nottingham, U.K.
- Bertók, L.(2002): *Természetes ellenállóképeség: epesavak és endotoxinok szerepe*. *Studia Physiologica* 12. kötet, Scientia Kiadó, Budapest
- Ezekowitz, R.A.B. – Hoffmann, J.A.(eds)(2003): *Innate immunity*. Humana Press Inc. Totowa, USA
- Hamann, L. – El-Samalouti, V. – Ulmer, A.J. – Flad, H.D. – Rietschel, E.Th.(1998): *Components of gut bacteria as immunomodulators*. *Int. J. Food Microbiol.*, 41. 141–154.
- Kellems, R.O. – Church, D.C. (eds.)(2002): *Livestock Feeds and Feeding*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA
- Klasing, K.C.(2000): *Dietary Approaches to Protecting Animal Health*. In: *Agenda The Food Revolution*. Alltech's European, Middle Eastern and African Lecture Tour, 9–19.
- Kovács F. – Biró G. (szerk.)(2003): *Élelmiszer-biztonság EU-szabályozás*. Agrinform Kiadó, Budapest
- Leeson, S. – Summers, J.D. (eds.)(2001): *Nutrition of the Chicken*. University Books, Guelph, Ontario, Canada
- Lyons, T.P. – Jacques, K.A. (eds.)(2002): *Biotechnology in the Feed Industry*. *Proceedings of Alltech's Annual Symposium*, Nottingham Univ. Press, Nottingham, U.K.
- Schmidt, J. (szerk.)(2003): *A takarmányozás alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Szigeti, G.(2003): *Az immunrendszer modulálása takarmányozás útján*. *Baromfiágazat* 1. különszám, 26–35.
- Tannock, G.W. (ed.)(1999): *Probiotics. A Critical Review*. Horison Sci. Press, Norfolk, U.K.

Érkezett: 2003. július
 Szerző címe: Országos Állategészségügyi Intézet
 Authors' address: Central Veterinary Institute in Hungary
 H-1581 Budapest 146., Pf. 2.

PRE- ÉS PROBIOTIKUMOK A GAZDASÁGI ÁLLATOK TAKARMÁNYOZÁSÁBAN

SZABÓ JÓZSEF — SZABÓ LAJOS

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk után Magyarországon sem lehet preventív és hozamnövelő célból antibiotikumokat használni a háziállatok takarmányozásában. Ez az oka annak, hogy a takarmány előállítók és állattartók egyaránt keresik a hozamnövelő antibiotikumok kiváltására alkalmas anyagokat, eljárásokat. A számos tesztelt eljárás közül, ebben a közleményben, a pre- és probiotikumokkal végzett klinikai és takarmányozási kísérletek eredményeit foglaljuk össze. A pre- és probiotikumok használata ígéretes eljárásnak látszik a hozamnövelésre, az állatok immunitásának és egészségi állapotának javítására.

A *probiotikumok* olyan életképes mikroorganizmusok, amelyek jótékonyan hatnak a gazda egészségére és élettani folyamataira a bélflóra összetételének optimalizálásával. A probiotikumokkal kapcsolatos hipotézis azt feltételezi, hogy az eubiotikus arányoktól valamilyen okból eltérő bélflóra egyensúlya helyreállítható — és ezzel a gazdaszervezet egészsége és termelése is javítható.

A *prebiotikumok* olyan táplálék alkotórészek, amelyek szelektíven serkentik a bélflóra egy, vagy több, de mindenképpen korlátozott számú specifesének (rendszerint laktobacillus és bifidusz) növekedését és metabolikus aktivitását, ezáltal javítják a gazdaszervezet egészségét. A gyakorlatban a prebiotikumok rövidláncú szénhidrát-polimerek, melyek a gyomor és vékonybél emésztőenzimeit által nem bonthatók.

Szimbiotikumnak nevezzük a probiotikum és a prebiotikum kombinációját.

A prebiotikus alkotórészek azzal, hogy azonnal fermentálhatók, javítják az élő mikrobák túlélési esélyeit és kolonizációját az emésztőcsatornában. Szelektíven serkentik egy vagy több „egészségvédő” baktérium anyagcseréjének aktivitását és javítják az emésztőcsatorna mikrobiális egyensúlyát.

Összefoglalva a rendelkezésünkre álló ismereteket, azt mondhatjuk, hogy a pre- és probiotikumok jelentősége a takarmányozásban valószínűleg nőni fog, de jelenleg még nincs olyan eljárás a birtokunkban, amelyről azt mondhatjuk, hogy egymagában alkalmas a hozamnövelő antibiotikumok kiváltására. Valószínűsíthetjük, hogy a pre- és probiotikumok tudatos alkalmazása mellett, más takarmány-kiegészítők használatára is szükség lehet.

SUMMARY

Szabó, J. – Szabó, L.: PRE- AND PROBIOTICS IN THE NUTRITION OF FARM ANIMALS

The European Union requires the ban of growth promoting antibiotics. Many producers are looking for alternatives to growth promoting antibiotics. Among the several natural substances tested in livestock, this paper reviews the published data on pre- and probiotics that may serve as alternatives to conventional antimicrobials. Pre- and probiotics hold some promise for enhancing growth performance immune functions and animal health.

Prebiotics are „non-digestible feed ingredients” that beneficially influence the host animals by stimulating the growth and metabolic activity of one or a limited number of bacteria in the large intestine. The basis of this premise is the hypothesis that intestinal microflora contain bacteria that can be beneficial or pathogenic for the host. The optimisation of intestinal microflora by prebiotics can be an alternative aid to antibiotic growth promoters.

Probiotics are live cultures of microbes, which are fed to animals to improve health and growth by altering intestinal microbial balance.

Symbiotics are the combinations of prebiotics and probiotics. This combination could improve the survival of the probiotic organism/s, because the specific substrate/s is/are readily available for fermentation.

Currently there is no single prebiotic, probiotic or symbiotic which could replace the function of feed antibiotics. The strategy for replacing them will depend on a combination of nutritional and management factors.

Az iparszerű állattartás elterjedésének egyik negatív következménye a takarmányozási eredetű emésztőszervi betegségek által okozott kár nagymértékű koncentrációja és növekedése volt. Ennek következtében igen nagy szükség volt egy olyan eljárásra, anyagra, amellyel hatékonyan meg lehet előzni, vagy legalább csökkenteni az emésztőszervi betegségek kártételét, biztonságossá tehető a termelés és egyben hozamnövelő hatása is van. Erre a célra nagyon alkalmasnak látszottak az antibiotikumok. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a hozamnövelő antibiotikumok, a tartási és a takarmányozási körülményektől függetlenül, a takarmányfelvételt 2–8%-kal, a súlygyarapodást 4–11%-kal, a takarmány-értékesülést, pedig 2–7%-kal javítják. Ez egyben azt is jelenti, hogy a preventív és hozamnövelő célból történő antibiotikum felhasználás nagyon gazdaságos.

Az antibiotikumok ilyen célú felhasználásának mértékét jellemzi az, hogy az USA-ban évente mintegy 8172 tonna antibiotikumot használnak fel az állattartásban és ennek 17%-át (389,2 tonna) kifejezetten hozamnövelő és preventív célból (Carnevale, 2000).

Az antibiotikumoknak szubterápiás dózisban való széleskörű felhasználása igen hamar az antibiotikumokkal szemben rezisztens baktériumtörzsek kialakulásához vezetett. Kimutatták, hogy a takarmánnyal alacsony dózisban adagolt antibiotikummal szemben már 2 nap alatt rezisztens baktériumtörzsek jöhetnek létre (Mathew és mtsai, 1998). Az antibiotikum rezisztencia jelentőségét már 1969-ben felismerte a Swann (Swann és mtsai, 1969) bizottság és javaslatukra, a terápiás célra használható antibiotikumok preventív és hozamnövelő célú felhasználását betiltották.

Bár a takarmány-kiegészítőként hazánkban még engedélyezett antibiotikumok nem jelentenek érdemi humán egészségügyi kockázatot, az EU-hoz való csatlakozás után az antibiotikumok preventív és hozamnövelő célból való felhasználása nálunk is tilos lesz. Egyre növekszik azoknak az országoknak a száma is, amelyekbe csak (legalább a hizlalás végső fázisában) antibiotikummentes takarmánnyal etetett állatok húsát lehet exportálni.

Az elmondottakból világosan következik, hogy a hozamnövelő antibiotikumok félévszázados sikertörténete után újra ugyanaz a kihívás vár a kutatókra, mint az ötvenes években. Meg kell találni a hozamnövelő antibiotikumok kiváltására alkalmas eljárást, anyagot, módszert kell kidolgozni a gazdasági károk enyhítése és a termelés biztonságosságának fenntartása érdekében.

Mielőtt azonban az antibiotikumok kiváltásának lehetőségeit megvitatjuk, érdemes megvizsgálni, hogy néhány sertéstermelő országban, ahol már betiltották a hozamfokozó antibiotikumok használatát, hogyan változtak a gazdasági mutatók.

Dániában a malacok súlygyarapodása a várnál (50 g/nap) kisebb mértékben (20 g/nap) csökkent a hozamfokozó antibiotikumok betiltása után (Kjeldsen, 2002). Az elhullások mértéke 30–100 kg-os súlyhatár között nem változott, míg

a 7–30 napos korig terjedő időszakban a malacelhullás 2,9%-ról 3,5%-ra emelkedett a (Kjeldsen, 2002). Az antibiotikum felhasználás a betiltás előtti szint felére csökkent (Kjeldsen, 2002). A baromfiiparban az elhullások mértéke nem változott, mindössze 16 g-mal több takarmányra van szükség 1 kg csirke előállításához (Brown, 2002).

Svédországban az antibiotikumok takarmányokban való preventív, illetve hozamnövelő felhasználásának betiltása után (1998-ra) az antibiotikum felhasználás az 1984-es szint 38%-ára csökkent (Bjornerot és mtsai, 1996; Tronstad, 1997; Backstrom, 1999). A betiltást követő első évben a választás utáni malachasmenés kártétele növekedett és nőtt a terápiás célból felhasznált antibiotikumok mennyisége, de a következő években, a technológia és a higiénia javítása következtében ez a kár folyamatosan csökkent.

Az USA-ban a hozamnövelő antibiotikumok betiltásának várható következményeit a svéd és dán tapasztalatok alapján próbálják felbecsülni (Hayes és mtsai, 1999). A malacválasztást 7 nappal, a 25 kg-os súly elérését pedig 5 nappal későbbre prognosztizálják. A malacelhullás 1,5%-kal fog emelkedni, a veszteségek nem fognak nőni a hízók esetében. A malacnevelés költsége malaconként 0,25 \$-ral fog emelkedni.

Érdeemes azt is megvizsgálni, hogy jelenleg milyen alternatív takarmány-kiegészítők állnak az állattartók rendelkezésére és az eljárásoknak (1–2. táblázat) milyen a hatékonyságuk, illetve a potenciális fejlesztési lehetőségük.

Az 1–2. táblázatból kiderül, hogy a technológiai és üzemszervezési erőfeszítések több haszonnal járhatnak, mint a felsorolt takarmány-kiegészítők használata. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az utóbbiak elhanyagolhatók.

1. táblázat

Alternatív takarmány-kiegészítők hatékonysága és a fejlesztés lehetőségei (Bonomi, 1992)

| Alternatív takarmány-kiegészítő | Hatásosság* | Fejlesztési potenciál* |
|--|-------------|------------------------|
| Antibiotikumok | +++++ | 0 |
| Probiotikumok | + | + |
| Prebiotikumok | ++ | +++ |
| Szimbiotikumok | ++ | ++++ |
| Szervessavak | + | 0 |
| Enzimek | +++ | +++ |
| Zeolitok és agyagásványok | ? | + |
| ZnO | +++++ | 0 |
| CuSO ₄ | +++ | 0 |
| Növényi kivonatok, fűszerek, esszenciális olajok | +? | +++?? |
| Epidermális növekedési faktor | ? | ? |
| Kolosztrummal kiválasztott növekedési faktor | ? | ? |

*Szubjektív fokozat: 0 = nem hatásos; +++++ = nagyon jó; ? = ismeretlen (sertésekben, az antibiotikumok hatásához viszonyítva)

Table 1.: Effectiveness of alternative nutritional supplements and the ways of improvement

Az antibiotikumok kiváltására olyan takarmány-kiegészítőt keresünk, amely alkalmas az antibiotikumok hármias hatásának (1. javítja a súlygyarapodást, 2. javítja a takarmány-értékesülést, 3. csökkenti bizonyos betegségek előfordulását) kiváltására. Az 1. táblázatból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a fel-

soroltak egyike sem felel meg teljes egészében az elvárásoknak, de az eljárások ésszerű kombinációja reményekre adhat okot.

2. táblázat

A sertéstartás technológiájának és az üzemszervezés javításának becsült hatékonysága, a fejlesztés lehetőségei (Bonomi, 1992)

| Technológiai fejlesztés és üzemszervezés | Hatásosság* | Fejlesztési potenciál* |
|--|-------------|------------------------|
| „All-in all-out” rendszer | ++++ | ++++ |
| Higiénia javítása | ++++ | +++ |
| Extenzív tartás | + | 0 |
| Kolosztrum minőség és felvétel | ++ | ++ |
| Immunizáció | +++ | ++ |
| Ivóvíz minősége és mennyisége | ++ | +++ |
| Oktatás | ++++ | ++++ |

*Szubjektív fokozat: 0 = nem hatásos, +++++ = nagyon jó, ? = ismeretlen

Table 2.: Predicted effectivity of pig production technology and the improvement of work management and the opportunities for the further improvement

Probiotikumok, prebiotikumok és szimbiotikumok

A probiotikumok és prebiotikumok hatásosságában az emberiség már évezredek óta hisz. Elég csak a kaukázusi joghurttal, a csicsókával (Jeruzsálem articsóka), a fokhagymával, stb. kapcsolatos népi megfigyelésekre hivatkozni. Ezért nem tekinthető véletlennek, hogy az antibiotikumok korszaka után, a kutatók újra figyelmet fordítanak a pre- és probiotikumokban, valamint a szimbiotikumokban rejlő lehetőségek kihasználására.

Probiotikumok

A probiotikumokkal kapcsolatos hipotézis azt feltételezi, hogy az eubiotikus arányoktól valamilyen okból eltérő bélflóra egyensúlya helyreállítható — és ezzel a gazdaszervezet egészsége és termelése is javítható — ha egészséges, lehetőleg faj azonos állatok emésztőcsatornájából izolált, kolonizálódni képes, hasznos mikroorganizmusokat adagolunk szájon át, megfelelő létszámban.

A *probiotikum* olyan életképes mikroorganizmus, amelyik jótékonyan hat a gazda egészségére és fiziológiás folyamataira a bélflóra összetételének optimalizálásával (Marteau és mtsai, 2002).

A takarmányhoz, vagy az ivóvízhez adott probiotikum egy része, a gyomron és a vékonybélben való átjutás után, megjelenik a vastagbélben. Ha az életfunkcióihoz megfelelő miliőt és tápanyagot talál, elszaporodik, és a bélflóra összetételét eubiotikus irányba módosítja.

A probiotikumok hatásának feltételezett mechanizmusát a továbbiakban foglalhatjuk össze:

— szerves savak szintézisével (pl. tejsav, propionsav, vajsav, ecetsav) csökkentik a béltartalom pH-ját és így rontják a kórokozó mikroorganizmusok életlehetőségét;

— baktericid hatású hidrogén peroxidot állítanak elő;

- antibiotikus hatású anyagokat (bakteriocineket pl. acidophylint, acidolint, lactalint és nisint) termelnek;
 - csökkentik a toxikus aminok és az ammónia mennyiségét a béltartalomban;
 - megakadályozzák a kórokozó mikroorganizmusoknak a bélhámsejtekhez való tapadását és ezzel a kolonizációját (kompetitív antagonizmus);
 - serkentik a nem specifikus immunválaszt;
 - anti-enterotoxinokat termelnek;
 - a gazdaszervezet által nem termelt enzimeket (celluláz, xylanáz, glukanáz, stb.) állítanak elő, és ezzel javítják a szénhidrátok emésztését;
 - javítják a takarmány ízletességét (pl. fermentált takarmányok);
 - megváltoztatják az oxido-redukciós viszonyokat a bélben, és ezzel gátolják a kórokozó aerob mikrobák szaporodását;
 - kiszorítják a nyálkahártya felületéről a potenciálisan kórokozó mikroorganizmusokat (pl. *E. coli*);
 - visszaszorítják azokat a baktériumokat, amelyek a szervezet számára nem hasznosítható formára bontják a fehérjét. A laktobacilusok elsősorban a szénhidrátokat használják táplálékként, míg a kórokozó baktériumok főként a fehérjéket;
 - a gazdaszervezet számára hasznos aminosavakat szintetizálhatnak (pl. az *L. plantarum* lizint szintetizál);
 - a rothasztó baktériumok számának csökkentésével javul az istálló levegője;
 - vitaminokat szintetizálnak (folsav, niacin, riboflavin, B₆, B₁₂).
- A takarmányiparban felhasználható probiotikumoknak az alábbi kritériumoknak kell megfelelni:
- nem lehetnek toxikus, vagy kórokozó hatásúak;
 - ellenállóknak kell lennie a gyomorsav és az epe hatásával szemben, túl kell élnie a gyomorban és a vékonybélben fennálló körülményeket, esetleg mikrokapszulázással védetté kell tenni;
 - képesnek kell lennie a cél állat emésztőcsatornájában való megtelepedésre, kolonizációra;
 - legalább laboratóriumi körülmények között, bizonyítottan képesnek kell lenni bizonyos kórokozó mikroorganizmusok gátlására, vagy valamilyen más jó hatással kell rendelkezniük (pl. enzimtermelés, immunstimuláció, stb.);
 - túl kell élnie a takarmányiparban szokásos gyártási folyamatokat, illetve a takarmány felhasználásáig történő raktározást.
- A leggyakrabban probiotikumként felhasznált mikroorganizmusokat a 3. táblázat ismerteti.

A normál bélflóra

A monogasztrikus állatok emésztőcsatornájában, az emésztési folyamatokban három fontos tényezőt kell figyelembe vennünk. Az adott állatfaj emésztőfolyamatainak aktuális állapotát, az etetett takarmányokat és az emésztőcsatornában található bélflorát. E három tényező funkcionális egymásra-hatásának eredménye az egészséges, vagy attól eltérő emésztés és az eubiotikus bélflóra.

A becslések szerint, a monogasztrikus állatok emésztőcsatornájában, mintegy 400 féle mikroorganizmus él. Ezek csíraszama lényegesen meghaladja a gazdaszervezet sejtjeinek számát.

3. táblázat

Porbiotikumként leggyakrabban használt mikroorganizmusok (Brown, 2002)

| Laktobacillusok | Gram pozitív kokkusok | Bifidobacteriumok |
|---|--|------------------------|
| <i>L. acidophilus</i> | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremonis</i> | <i>B. bifidum</i> |
| <i>L. casei</i> | <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>Thermophilus</i> | <i>B. adolescentis</i> |
| <i>L. delbruecki</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> | <i>Enterococcus faecium</i> | <i>B. animalis</i> |
| <i>L. reuteri</i> | | <i>B. infantis</i> |
| <i>L. brevis</i> | | <i>B. longum</i> |
| <i>L. cellobiosus</i> | | <i>B. thermophilum</i> |
| <i>L. curvatus</i> | | |
| <i>L. fermentum</i> | | |
| <i>L. plantarum</i> | | |
| <i>S. diaacetylactis</i> | | |
| <i>S. intermedius</i> | | |

Table 3.: The most often microorganisms os probiotics

Az emésztőcsatornában élő mikroorganizmusok egymáshoz viszonyított aránya, száma, a bélcsatornában való elhelyezkedése elég szigorúan meghatározottnak tekinthető és a gazdaszervezet immunstátusának, a szervezetet érő stressz-hatásoknak, az emésztőfolyamatok hatékonyságának és a környezeti mikrobiális terhelésnek a függvénye. Minden olyan hatás, amely a felsorolt tényezők valamelyikét lényegesen megváltoztatja, a bélflóra tagjainak egymáshoz viszonyított arányában is eltolódást hozhat létre.

A bélflóra állandó tagjai betegséget is okozhatnak, ha szabadon képesek szaporodni (pl. *E. coli*) vagy extraintestinális területekre jutni.

A normál viszonyok feltérképezéséhez a mikroflórát folyamatosan ellenőrizni kell. Ha csak egy adott pillanatban vizsgáljuk a mikroflórát, a normál viszonyokat lehetetlen megállapítani, hiszen előfordulhatnak olyan mikrobák, amelyek csak bizonyos ideig vannak a bélben jelen, anélkül, hogy megtelepednének a gazdában. Egyes *E. coli* törzsek hónapokig, esetleg évekig is jelen lehetnek a mikroflórában, így ezek ideiglenesen fellelhető fajok, míg az áthaladó baktériumok eltűnnek két mintavétel között. A *Bifidobacterium* törzsek ugyan ezt a sémát követik.

A bélflóra állandó tagjainak tekintjük a *Bacteroides*, a *Fusobacterium*, az *Eubacterium*, a *Peptostreptococcus*, a *Lactobacillus*, a *Clostridium* és az *Enterococcus* törzseket. Ezek mindig jelen vannak a bélsármintákban.

A baktériumok megtapadása, kolonizációja

A baktériumok kolonizációs képessége több tényezőtől függhet. Ezek az alábbiak: a bélmozgások, a kemotaxis, a metabolikus funkciók, a megtapadás jelensége.

Az említettek közül talán a bél hámsejtjeinek specifikus receptoraihoz és a nyálkához való tapadási képesség a legfontosabb tényező. Ez a kapcsolódás

teszi lehetővé, hogy a bélmozgás és a szekréciós tevékenység ne távolítsa el a baktériumokat az emésztőcsatornából.

A baktériumoknak a gazda célstruktúráihoz való kapcsolódása *nem specifikus* (elektrosztatikus erők, lipofil és hidrofób interakciók) és *specifikus* módon valósulhat meg (ligand/receptor típusú interakciók). A specifikus kapcsolódásban fontos szerepet játszanak a lektinszerű anyagok és a fehérje-fehérje interakciók, bár ez utóbbiak kevésbé gyakoriak.

A nyálkahártya kapcsolódási pontjain és az enterociták felületét bevonó nyálkában sok tápanyag található, ami kedvezően hat a baktériumok növekedésére. Bizonyos kórokozó baktériumok esetében a megtapadási képesség, a kolonizáció és a későbbi fertőzés előfeltétele lehet (*Collignon és Adlerbeth, 2000*).

A kolonizáció valamely baktérium törzs szaporodását és állandó tartózkodását jelenti az emésztőcsatornának egy adott helyén. Kolonizálódott baktérium törzsnek azt tekinthetjük, amelyik több mint három héten át jelen van a bélfőrában.

A probiotikumok gyakorlati jelentősége

A probiotikumok gyakorlati jelentősége a következőkben foglalható össze:

— Csökkentik az antibiotikumok szedéséből eredő hasmenést: a széles spektrumú antibiotikumok gyakran okoznak hasmenéses problémákat az általuk elpusztított rezidens bélfőra hiánya miatt. Kísérletek bizonyítják, hogy a *Lactobacillus acidophilus* és a *Bifidobacterium bifidum* probiotikus kultúrája képes meggyorsítani a normál bélfőra betelepődését, regenerációját, a kontrollhoz (amplicines kezeléshez) képest (*Black és mtsai, 1991; Lidbeck és mtsai, 1995*).

— Csökkentik a laktóz intoleranciát: laktóz intolerancia a világ lakosságának 60%-ánál tapasztalható és a β -galaktozidáz enzim csökkent aktivitásával magyarázható. Ezekben az emberekben a laktóz emésztése elégtelen. A tejcukor ozmotikusan aktív szénhidrátként viselkedik, hasmenést okoz. Bizonyított, hogy a probiotikumok segítik a laktóz emésztését és enyhítik az intolerancia tüneteit (*Sanders, 1993*).

— Erősítik az immunrendszert: a *Lactobacillus casei* bizonyos családjaik felhasználásával, a keringő IgA koncentrációjának növekedését érték el. A tapasztalatok szerint ez a hatás segített rövidíteni a rotavírusos hasmenés lezajlását (*Kaila és mtsai, 1992*). Kísérleteket végeztek a *L. acidophilussal* és a *Bifidobacterium bifidummal* is. Ezek növelték a vérrel keringő granulocyták nem specifikus fagocitotikus aktivitását (*Schiffrin és mtsai, 1995*). Végül, pedig a probiotikumok fogyasztása növelte a vér mononucleáris sejtjei által termelt cytokinek mennyiségét (*Gill és mtsai, 2001*).

— Csökkentik a fekális enzimek mennyiségét és a mutagenitást: a probiotikus laktobacillusok és bifidobaktériumok egyes családjai csökkentik a bélsárban található mikrobiális enzimek mennyiségét (pl. β -glükuronidáz, a β -glükozidáz, a nitroreduktáz és az ureáz). Ezeknek szerepe van egyes mutagének és karcinogének aktiválásában (*McBain és MacFarlane, 2001*).

— Csökkentik a koleszterin szintet: e hatás még vita tárgyát képezi. Az 1970 és 1980 között publikált tanulmányok szerint, a szérum koleszterinszintjében 5–17%-os csökkenés volt tapasztalható, fermentált tejtermékek 2–4

heti fogyasztása után. A későbbi kutatások azonban ezt az állítást nem erősítették meg, az elfogyasztható mennyiségű fermentált termék nem rendelkezik koleszterincsökkentő hatással (*Jackson és mtsai*, 1999).

— Csökkentik egyes betegségek kialakulásának kockázatát: embereken végzett kutatások során kimutatták, hogy rotavírus okozta hasmenés esetén a probiotikumok jótékony hatásúak. Csökkentették mind betegség lezajlásának idejét, mind a kialakulásának kockázatát (*Salmines és mtsai*, 1996). Egy kórházban fekvő akut hasmenéstől szenvedő, 6–24. hónapos csecsemőcsoportban végzett kísérletsorozat adatai szerint a *Bifidobacterium bifidum*-mal és a *Streptococcus thermophilus*-szal kiegészített gyermektápszer szignifikánsan csökkentette a hasmenést (*Saavedra és mtsai*, 1994).

Állatkísérletekben igazolódott, hogy a vastagbélrák gyógyításában is szerephez juthatnak a probiotikumok. A bifidobaktériumok és a laktobacillusok láthatóan csökkentették az aberrálódott kripták számát (*Quigley és mtsai*, 1999). Rákos egereken végzett kísérletek bizonyították, hogy a *Lactobacillus acidophilus* és a *Bifidobacterium bifidum* csökkenti a daganatok méretét (*Kim és mtsai*, 1991). A sertéstakarmányozásban leggyakrabban használt probiotikumok hozzátapadhatnak a bélnyálkahártyához és ezzel megelőzik a patogének kötődését, antimikrobiális anyagokat termelhetnek, a patogénekkal versenyeznek a tápanyagokért és az intestinális immunválaszt javíthatják (*Doyle*, 2001).

Prebiotikumok

A prebiotikumok olyan táplálék alkotórészek, amelyek szelektíven serkentik a bélflóra egy, vagy több, de mindenképpen korlátozott számú specisének (rendszerint laktobacillus és bifidusz) növekedését és metabolikus aktivitását, ezáltal javítják a gazdaszervezet egészségét. (*Cummings és mtsai*, 2001). Valamely táplálék-alkotórészt akkor nevezhetünk prebiotikumnak, ha

- a gyomorban és a vékonybélben nem hidrolizálódik és nem szívódik fel,
- szelektív szubsztrátja egy vagy néhány a vastagbélben már jelenlévő, potenciálisan hasznos baktériumfajnak, serkenti azok növekedését, metabolikusan aktiválja őket,
- következőképpen képes a vastagbélflórát egy egészségesebb irányba befolyásolni,
- az előidézett változások a gazdaszervezet számára hasznosak (*Gibson*, 1988).

A prebiotikumok várható hatásfoka a probiotikus baktériumok számával fordított arányban van. Minél nagyobb számban van jelen a prebiotikum által preferált probiotikus baktérium a vastagbélben, annál kisebb hatás várható a prebiotikumok etetését követően. A gyakorlatban a prebiotikumok rövidláncú szénhidrát-polimerek, amelyek a gyomor és vékonybél emésztőenzimeit által nem bonthatók. Ezek az anyagok meghatározhatók úgy is, mint olyan szénhidrátok, amelyek polimerizációs foka legalább kettő vagy több, 80%-os etanolban oldhatók és nem emészthetők a pankréász és a vékonybél-nyálkahártya szénhidrátbontó enzimeit által (*Quigley és mtsai*, 1989).

A hatékony prebiotikumnak el kell jutnia a vastagbélbe, hogy az ott lezajló fermentációs folyamatokat hasznos irányba befolyásolja. A vizsgálatok azt mutatják, hogy az elfogyasztott inulin (polimerizációs fok: 10–60) vagy oligofruktóz

(FOS) (a polimerizációs foka <10) 85–90%-a eljut a vastagbélbe (*Bach Kundsen és Hessov, 1995*).

Bármilyen szénhidrát, amelyik a vastagbélbe eljut, potenciálisan, a mikrobiális fermentáció szubsztrátjának tekinthető. A vastagbél-fermentációt tápláló anyagokat a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

A vastagbélben folyó fermentáció fontosabb szubsztrátjai (*Madsen, 2001*)

| Endogén eredetű | | Exogén eredetű | |
|---|---|---|--|
| Emésztőenzimek | | Sejtfallal körülzárt emésztetlen keményítő | |
| Mucin (glikoproteintartalmú oligoszaharidok) | | NSP (nem keményítő poliszaharidok) | |
| A lekopott bélhámsejtek (endogén fehérje és a sejtek membránjában lévő lipidek) | | Inulin, FOS (fruktóz oligoszaharidok) | |
| | | Sejtfal poliszaccharidok pl. pektin, β-glukán. | |
| | | Rezisztens keményítő | |
| | | Szintetikus szénhidrát-adalékok, pl. laktitol, laktulóz | |
| Exogén eredetű NSP (<i>Maia és mtsai, 2001</i>) (nem keményítő poliszaharidok) | | | |
| Cellulóz | Nem cellulóz-polimerek | | Pektin poliszaharidok |
| (Vízben, lúgban és gyenge savban nem oldható) | Arabinoxilánok, vegyeskötésű β-glukánok, mannanok, galaktánok, xiloglukánok, fruktánok (Vízben részben oldhatók) | | Poligalakturonsavak, amelyek arabinánnal, galaktánnal és arabinoglukánnal lehetnek szubsztituálva (Vízben részben oldhatók) |

Table 4.: Important substrates of colonic fermentation

Antinutritív és/vagy prebiotikus hatás

Az NSP anyagok különböző fizikokémiai tulajdonsággal rendelkeznek. Ezért az NSP anyagokat, táplálkozási szempontból, antinutritív hatásúnak is lehet minősíteni. Leghátrányosabbnak a vízdoldható NSP anyagok magas viszkozitását és a hígító hatását tartják. A magas viszkozitás csökkenti a tápanyagok passzív transzportját, ezáltal megszorodik a vékonybélben az NSP-t fermentáló mikroorganizmusok száma, ami nagyon káros hatású is lehet.

A vízdoldható NSP (elsősorban arabinoxilánok és β-glikánok a gabonafélékben) antinutritív hatása hatékonyan csökkenthető xilanáz és glukánáz enzimkiegészítéssel. Ezek az enzimek részben kisebb polimerekre depolimerizálják az NSP-t, amitől a béltartalom viszkozitása csökken. A kismolekulájú NSP fermentációjának csirkében kisebb, malacokban nagyobb a jelentősége. Ennek oka a vastagbélben lezajló fermentáció eltérő jelentőségében keresendő (*Choct, 1997*). Az oldható NSP nem csak fizikai akadály a emésztésnek és a felszívódásnak, hanem módosítja az endogén fehérje, víz, elektrolit és lipid szekréciót is (*Choct, 1997*).

A vízben nem oldható NSP monogasztrikus állatokban gyakorlatilag nincs hatással a tápanyagok hasznosulására. Egyetlen negatív hatásának a tápanyagok hígítását tekintik, azonban mégsem tekinthető teljesen közömbös anyagnak. Legfontosabb hatása, hogy nagy mennyiségű vizet köt meg, ezáltal növeli a béltartalom tömegét és fenntartja a normál bélperisztaltikát.

Az *inulin* és a *FOS* jól fermentálhatók és a bélsárban már gyakorlatilag nem mutathatók ki (*Molis és mtsai, 1996*). Ez arra utal, hogy a vastagbél mikro-

organizmusai jó hatásokkal bontják és fermentálják belőlük felszabaduló monoszaharidokat.

Vizsgálják az inulin, a fruktózigoszaharidok (FOS), a mannan-oligoszaharidok (MOS) és a galakto-oligoszaharidok (GOS) prebiotikumként való felhasználásának lehetőségét.

Csak az inulin típusú fruktánok (a natív inulin, az enzimatikusan hidrolizált inulin vagy oligofruktóz és a szintetikus oligoszaharidok) esetében van elegendő bizonyíték arra, hogy a prebiotikumok jellemzésére felsorolt három szempontnak megfelelnek (*Roberfroid és mtsai, 1998; Roberfroid és Delzenne, 2000*).

Inulintermelő növény fajokat találtak számos *monocotyledon* és *dicotyledon* családban, így a *Liliaceae*, az *Amarillidaceae*, a *Gramineae* és a *Compositae* családok esetében. Ennek ellenére ezek közül csak egy fajt használnak az inulin ipari előállítására, ez a cikória (*Cichorium intybus*). A natív inulint enzimatikusan (inulináz) kezelik, így rövid szénláncú fruktánok jönnek létre. Ezek főleg oligofruktózok, amelyeknek polimerizációs átlaga öt. A hosszú szénláncú fruktánokat fizikai elválasztási technológiával állítják elő. Az emberi táplálkozás legáltalánosabb inulin forrása a búza, a hagyma, a banán, a fokhagyma és a póréhagyma (*Van Loo és mtsai, 1997*). A leggyakrabban használt prebiotikumokat és szimbiotikumokat az 5. táblázat ismerteti.

5. táblázat

Leggyakrabban használt prebiotikumok és szimbiotikumok (*Brown, 2002*)

| Prebiotikumok | Szimbiotikumok |
|--------------------------------|--------------------------|
| FOS (oligofruktóz és neosugar) | Bifidobaktérium + FOS |
| Inulin | Laktobacillus + laktitol |
| GOS (galaktóz oligoszaharid) | Bifidobaktérium + GOS |
| Laktulóz | |
| Laktitol | |

Table 5.: The most often used probiotics and prebiotics

A MOS-t (mannan-oligoszaharid) is a prebiotikumok közé szokták sorolni, de miután a prebiotikumok definíciójának nem mindenben felel meg, ezért nem szerepel az 5. táblázatban.

A prebiotikumok sorsa az emésztőcsatornában

A β -konfigurációjú fruktóz monomerek miatt, az inulin típusú fruktánok el- lenállnak a bélrendszer felsőbb részében zajló emésztő folyamatoknak, sőt jelentősebb mennyiségben nem is szívódnak fel. Ez vezetett oda, hogy ezek az anyagok a „colonic food” elnevezést kapták, azaz olyan táplálékok, amelyek a vastagbélbe jutva szubsztrátot szolgáltatnak a bélflóra hasznos baktériumai számára. Az inulin típusú fruktánokat a bélflóra fermentálja, és az ennek során képződő rövidszénláncú zsírsavak, vitaminok, aminosavak hozzájárulnak a gazdaszervezet, elsősorban a vastagbélhámsejtek energia és tápanyag ellátásához (*Murphy, 2001*). *In vivo* humán tanulmányok szerint, ez a fermentáció szelektíven serkenti a bifidobaktériumok növekedését (*Madsen, 2001*).

Az ásványi anyagok felszívódására kifejtett hatás

Az emészthetetlen szénhidrátok (dietetikus rost) rontják az ásványi anyagok vékonybélbeli felszívódását, a kötődés és szekveszter képződés miatt. A szénhidráthoz kötött ásványi anyagok eljutnak egészen a vastagbélig, és ott kiszabadulva a szénhidrát mátrixból, felszívódhatnak. A vastagbélben lezajló fermentáció eredményeként keletkező rövidszénláncú szerves savak magas koncentrációja megkönnyíti az ásványi anyagok felszívódását, főleg a kalciumét és a magnéziumét. Azonban függetlenül a kötődéstől és a szekveszterek kialakulásától, az emészthetetlen szénhidrátok ozmotikus hatásuk révén is növelik a felszívódást, mivel növelik a vastagbélben megjelenő víz mennyiségét, amiben az ásványi anyagok képesek feloldódni. Ezen túlmenően, az emészthetetlen szénhidrátok erősen fermentált termékei savassá teszik a vastagbél tartalmát és növelik az oldott kalcium és magnézium koncentrációt, olyan környezetet teremtve, amely kedvez a passzív diffúciónak (Roberfroid, 2000). Roberfroid és mtsai (1998) szerint, az inulin típusú fruktánok, a vékonybélben sem rontják az ásványi anyagok felszívódását. A felszívódott kalcium, magnézium és vas ionok mennyisége a fruktánok (17 g/nap) elfogyasztásával nem volt befolyásolható szignifikánsan. Mások (Coudray és mtsai, 1997) azt találták, hogy az inulin típusú prebiotikumok növedépatkányokban növelik a kalcium és magnézium ionok felszívódását és javítják a vas, valamint a cink egyensúlyt, anélkül, hogy szignifikánsan hatnának a rézionok hozzáférhetőségére.

A lipidek metabolizmusára kifejtett hatás

Az inulin típusú fruktánok patkánykísérletben (éheztetett és etetett állatoknál egyaránt) a szérum triglicerid szintjének következetes csökkenését okozták (Roberfroid, 2000). Oligofruktózzal kiegészített (10%) takarmányon tartott patkányokban a szérum triglicerid és foszfolipid szintjének szignifikáns csökkenését tapasztalták, de a kiegészítés nem befolyásolta a szérum szabadzsírsav szintjét (Fiordaliso és mtsai, 1995).

Hosszú ideig tartó (16 hét) oligofruktóz etetés csökkentette a szérum összkoleszterin szintet patkányokban, de nem volt hatással a koleszterin és epesavak felszívódására és kiválasztására (Davodson és mtsai, 1998).

A prebiotikumok gyakorlati jelentősége

A prebiotikumok gyakorlati jelentősége, hogy csökkentik a betegségek kialakulásának kockázatát:

- székrekedés esetén a növelik bélsár mennyiségét és serkentik a bélmozgást (Kolida és mtsai, 2002);
- csökkenthetik a hasmenést, különösen abban az esetben, ha az bélfertőzéshez társul (Cummings és Macfarlane, 2002);
- csökkenthetik az oszteoporózis kialakulásának kockázatát (Roberfroid, 1998);
- csökkenthetik a II-es típusú inzulinrezisztencia és a kardiovaszkuláris artheroszklerotikus megbetegedés kialakulási kockázatát (Roberfroid, 2000);

— csökkenthetik az inzulin rezisztenciának betudható elhízás és a II-es típusú cukorbetegség kialakulási kockázatát (*Roberfroid, 2000*).

A daganatprevencióban is lehet a prebiotikumoknak jelentősége. Két tanulmány szerint, az inulinnal etetett patkányokban szignifikánsan csökkent az olyan aberrálódt kripták száma, amelyek colon karcinogének (azoximetán, dimetilhidrazin) hatására alakultak ki (*Reddy és mtsai, 1997; Rowland és mtsai, 1997*).

A fruktóz oligoszaharidok serkentik a laktobacillusok és a bifidobaktériumok, gátolják a salmonellák növekedését. A mannan-oligoszaharidok adszorbeálják az enterális patogéneket és javítják az immunválaszt.

A pre- és probiotikumok szerepe a takarmányiparban

Pre- és probiotikumok felhasználása az állati takarmányozásban nem túl elterjedt, mert a gazdaságosságuk és a hatékonyságuk nem egyértelműen bizonyított. A jövőben, a nutritív antibiotikumok teljes betiltása után, azonban valószínűleg növekedni fog a szerepük. A háziállatokban várható hatásuk lényegében megegyezik a fenti összefoglalóban ismertetettekkel. Kutatások folynak kutyákon (*Biourge és mtsai, 1998*), macskákon (*Maia és mtsai, 2001*), sertéseken (*Drouault és mtsai, 2002*), szarvasmarhákon (*Soder és Holden, 1999*) és különböző baromfifajokon (*Johnson, 1996*) is, de az eredmények legtöbbször ellentmondásosak, nem egyértelműek.

A pre és probiotikumok hatásának megbízhatósága

A pre- és probiotikumoknak a szervezet funkcióira és a betegségkockázat csökkentésére kifejtett hatását a kísérleti adatok megbízhatósága szempontjából *Roberfroid (2000) a 6–7. táblázatban* közöltek szerint minősítette.

Háziállataink esetében, a pre- és probiotikumok hatásosságát számos kísérletben vizsgálták, a tapasztalatok ellentmondásosak. A 8. táblázat a sertéseken végzett kísérletek tapasztalatait foglalja össze.

Szimbiotikumok

Szimbiotikumnak nevezzük a probiotikum és a prebiotikum kombinációt, melyek közös hatásait érdemes megismernünk, azonban ez még meglehetősen feltáratlan kutatási terület.

A szimbiotikumok jótékonyan hatnak a gazdára azzal, hogy javítják az étrendi kiegészítésben felvett élő mikrobák túlélési esélyeit és kolonizációját az emésztőcsatornában. **Szelektíven** serkentik egy vagy több „egészség-védő” baktérium anyagcseréjének aktivitását és javítják az emésztőcsatorna mikrobiális egyensúlyát.

Összefoglalva a rendelkezésünkre álló ismereteket, azt mondhatjuk, hogy a pre- és probiotikumok jelentősége a takarmányozásban valószínűleg nőni fog, de jelenleg még nincs olyan eljárás a birtokunkban, amelyről azt mondhatjuk, hogy egymagában alkalmas a hozamnövelő antibiotikumok kiváltására. Valószínűsíthetjük, hogy a pre- és probiotikumok tudatos alkalmazása mellett, más

takarmány-kiegészítőkre is szükség lehet. Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a tartás- és takarmányozás-technológia, valamint az állathigiéna jelentősége az antibiotikum nélküli állattartásban felértékelődik.

6. táblázat

A pre- és probiotikumoknak a szervezet funkcióira kifejtett hatásának megbízhatósága (Roberfroid, 2000)

| Funkcionális hatások | Az adatok megbízhatósága | | | |
|----------------------|--------------------------|--|---------------|---|
| | probiotikumok | | prebiotikumok | |
| Laktóz intolerancia | Bizonyított | Sanders, 1993; Marteau és mtsai, 1997; Goldin, 1998 | Ismeretlen | |
| Immunstimuláció | Bizonytalan | Marteau és Rambaud, 1993; Schiffrin és mtsai, 1995; Ehrmann és mtsai, 2002 | Ismeretlen | |
| Fekális mutagenezis | Bizonytalan | Fiordaliso és mtsai, 1995; Hosono és mtsai, 1997; Naidu és mtsai, 1999 | Ismeretlen | |
| Hypokoleszterinaemia | Hatástalan | Taylor és Williams, 1998 | Bizonytalan | Davodson és mtsai, 1998 |
| Hypolipidaemia | Ismeretlen | Taylor és Williams, 1998 | Igéretes | Canzi és mtsai, 1995; Delzenne és Kok, 1999; Jackson és mtsai, 1999; Van Loo és mtsai, 1999 |
| Vastagbélflóra | Bizonytalan | Hosono és mtsai, 1997 | Bizonyított | Gibson és Roberfroid, 1995; Roberfroid és mtsai, 1998; Van Loo és mtsai, 1999 |
| Kalcium értékesülés | Ismeretlen | | Igéretes | Coudray és mtsai, 1997; Van den Heuvel és mtsai, 1999 |

Table 6.: Reliability of effects of pre- and probiotics on the functions of the organism

7. táblázat

A pro- és prebiotikumok betegség kockázat csökkentő hatásának megbízhatósága (Roberfroid, 2000)

| Betegség kockázat csökkentés | Bizonyítékok szerint | | | |
|---------------------------------|----------------------|---|---------------|--|
| | probiotikumok | | prebiotikumok | |
| Hasmenés | Igéretes | Isolauri és mtsai, 1991; Saavedra és mtsai, 1994; Gibson és mtsai, 1997; Corthier, 1997 | Ismeretlen | |
| Konstipáció | Ismeretlen | | Igéretes | Gibson és mtsai, 1995; Reddy, 1998 |
| Vastagbélrák | Bizonytalan | Corthier, 1997; Cummings, 1997; Naidu és mtsai, 1999 | Bizonytalan | Cummings, 1997; Reddy és mtsai, 1997; Rowland és mtsai, 1997; Reddy, 1999; |
| Osteoporozis | Ismeretlen | | Ismeretlen | |
| Lipid-függő krónikus betegségek | Bizonytalan | Taylor és Williams, 1998 | Ismeretlen | |

Table 7.: Reliability of effects of pre- and probiotics on the decrease of illness risks

Néhány példa a sertéstakarmányozásban felhasznált probiotikumoknak kísérletesen is ellenőrzött hatására

| Probiotikum | Vizsgált paraméter | Hatás | Szerző |
|--|--|------------------|--|
| Lactobacillus és bifidobacterium sp. | Súlygyarapodás Elhullás | ↑ ↓ | Abe és mtsai, 1995 |
| Lactobacillus casei (Jobb hatást tapasztaltak, mint antibiotikummal) | Súlygyarapodás Hasmenés | ↑ ↓ | Cho és mtsai, 1992 |
| Lactobacillus casei | Táplálékfelvétel Súlygyarapodás Tejsav-fermentáció Béltartalom pH | ↑ ↑ ↑ ↓ | Bomba és mtsai, 1998; Nemcova és mtsai, 1998 |
| Lactobacillus acidophilus és Streptococcus faecium (Enteracid) | Növekedés Emésztés | ↑ ↑ | Tkachev és Gvyzin, 1995 |
| Streptococcus faecium | Súlygyarapodás Takarmányhasznosítás | ↑ ↑ | Kumprecht és Zobac, 1998 |
| Lactobacillus törzsek, és Streptococcus törzsek keveréke | Súlygyarapodás Immunfunkciók | ↑ ↑ | Tortuero és mtsai, 1995 |
| Brevibacterium lactofermentumból előállított emésztett sejtalpor | Hasmenés | ↓ | Troide és mtsai, 1998 |
| Bacillus coagulans | Súlygyarapodás Takarmányhasznosítás Elhullás | ↑ ↑ ↓ | Adami és Cavazzoni, 1999 |
| Bacillus cereus (CenBiot) (Azonos hatást tapasztaltak, mint antibiotikummal) | Súlygyarapodás Takarmányhasznosítás Hasmenés | ↑ ↑ ↓ | Zani és mtsai, 1998 |
| Bacillus licheniformis és Bacillus subtilis (Biomate 2B Plus) (hatékonyabb az antibiotikumnál) | Súlygyarapodás Takarmányhasznosítás | ↑ ↑ | Bonomi, 1992 |
| Bacillus toyoi vagy Saccharomyces cervisiae, Lactobacillus acidophilus és Streptococcus faecium keveréke | Súlygyarapodás (szignifikánsan jobb, mint az antibiotikumos csoportban) | ↑ | Vassalo és mtsai, 1997 |
| Saccharomyces boulardi és Bacillus cereus var. toyoi | Javította a tápanyag transzportot az éhbéiben | | Breves és mtsai, 2000 |
| Saccharomyces cervisiae | Súlygyarapodás Étvág | ↑ ↑ | Roques és mtsai, 1994; Bertin és mtsai, 1997; |
| Saccharomyces cervisiae | Nem szignifikáns hatás | – | Mathew és mtsai, 1998 |
| Enterococcus faecium 18C23 | Gátolta az E. coli megtapadását a vékonybél nyálkahártyához | – | Jin és mtsai, 2000 |
| Enterococcus faecium | Nem javította a malacok teljesítményét és hatástalan volt a hasmenéssel szemben | – – | Gardiner és mtsai, 1999 |
| Saccharomyces cervisiae, Lactobacillus acidophilus és Streptococcus faecium | Idősebb sertésekben nem javította a teljesítményt és hatástalan volt a hasmenéssel szemben | – – | Quintero Moreno és mtsai, 1996 |
| Sanobiotic RS Élesztővel fermentált gabonakeverék | Nem javította a malacok teljesítményét és hatástalan volt a hasmenéssel szemben | – – | Jost és Bracher Jakob, 1999 |
| Élesztővel fermentált gabonakeverék | Nem javította a malacok teljesítményét és hatástalan volt a hasmenéssel szemben | – – | Jost és Bracher Jakob, 1999 |

Jelmagyarázat: ↑ = javult; ↓ = csökkent; – = nem változott

Table 8.: Tested effects of probiotics used in pig nutrition

IRODALOM

- Abe, F. – Ishibashi, N. – Shimamura, S.(1995): Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. J. Dairy Sci., 78. 2938–2846.
- Adami, A. – Cavazzoni, V.(1999): Occurrence of selected bacterial groups in the faeces of piglets fed with *Bacillus coagulans* as probiotic. J. Basic Microbiol. 39. 3–9.

- Bach Kundsén, K.E. – HessoV, I.(1995): Recovery of inulin from Jerusalem artichoke in the small intestine of man. Br. J. Nutr., 74. 101–103.
- Backstrom, L.(1999): Sweden's ban on antimicrobial feed additives misunderstood. Feedstuffs. 8, 20.
- Bertin, G. – Brault, M. – Baud, M. – Mercier, M. – Tournut, J. – Laplace, J. P. (ed.); Fevrier, C. (ed.) – Barbeau, A.(1997): *Saccharomyces cerevisiae* I-1079, microbial feed additive: zootechnical effects on piglets. Digestive Physiology in Pigs. Proc. 7th Int. Symp. Saint Malao, France, 446–449.
- Biourge, V. – Vallet, C. – Levesque, A. – Sergheraert, R. – Chevalier, S. – Roberton, J.L.(1998): The use of probiotics in the diet of dogs. J. Nutr., 128. 12. Suppl. 2730–2732.
- Björnerot, L. – Franklin, A. – Tyssen, E.(1996). Usage of antibacterial and antiparasitic drugs in animals in Sweden between 1988 and 1993. Vet. Rec., 139. 282–286.
- Black, F. – Einarsson, K. – Lidbeck, A. – Orrhage, K. – Nord, C.E.(1991): Effect of lactic acid producing bacteria on the human intestinal microflora during ampicillin treatment. Scand. J. Infect. Dis., 23. 247–254.
- Bomba, A. – Gancarcikova, R. – Herich, R. – Kastel, R. – Depta, A. – Demeterova, M. – Ledecy, V. – Zitnan, R.(1998): The effect of lactic acid bacteria on intestinal metabolism and metabolic profile of gnotobiotic pigs. Dt Tierarzt. Wschr., 105. 384–389.
- Bonomi, A.(1992): Probiotics in pig breeding. Results from the use of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*. Experimental contribution. Rivista Della Societa Italiana Di Scienza Dell'Alimentazione, 21. 481–499.
- Breves, G. – Walter, C. – Burmester, M. – Schroder, B.(2000): *In vitro* studies on the effects of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus cereus* var. *Toyo*i on nutrient transport in pig jejunum. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 84. 9–20.
- Brown, D.(2002): Gains from antibiotic ban noted. Washington Post., A11.
- Canzi, E. – Brighenti, F. – Cashigari, M. C.(1995): Prolonged consumption of inulin in ready-to-eat breakfast cereals: effects on intestinal ecosystem, bowel habits and lipid metabolism. EU-Cost 92, Workshop on Dietary Fiber and Fermentation in the colon. Helsinki. Luxembourg Office for Official Publ. of the European Communities, 380–384.
- Carnevale, R.(2000): Industry perspective on antibiotic resistance concerns in food producing animals. Pork Industry Conference on Addressing Issues of Antibiotic Use in Livestock Production. University of Illionis, Urban IL.
- Cho, K.H. – Lee, U.T. – Yang, C.K. – Yu, I.W. – Kim, Y.S. – Yoom, Y.D.(1992): The effect of *Lactobacillus casei* (TS-66) for growth promotion in piglets. Kor. J. Vet. Pub. Health., 16. 49–53.
- Choct, M.(1997): Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International, June Issue, 13–26.
- Collignon, A. – Adlerbeth, I.(2000): How bacteria can colonize the gut? Microbial Ecology in Health and Disease., Suppl. 2. Chapter 3.
- Collins, M.D. – Gibson, G.R.(1999): Probiotics, prebiotics, and symbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. Am. Clin. Nutr. 69. (suppl).1052–1057.
- Corthier, G.(1997): Antibiotic-associated diarrhea and pseudomembranosus colitis. In: Fuller R., ed Probiotics 2: Applications and practical aspects. London, Chapman and Hall, 40–64.
- Coudray, C. – Bellanger, J. – Catiglia-Devalaud, C. – Remesy, C. – Vermorel, M. – Rayssiguier, Y. (1997): Effect of soluble and partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. Eur. J. Clin. Nutr., 51. 375–80.
- Cummings, J.H.(1997): The large intestine in nutrition and disease. Danone Chair Monograph 1997. Brussels, Institute Danone
- Cummings, J.H. – Macfarlane, G.T. – Englyst, H.N.(2001): Prebiotic digestion and fermentation. Am. J. Clin. Nutr., 73. (suppl):415–420.
- Cummings, J.H. – Macfarlane, G.T.(2002): Gastrointestinal effects of prebiotics. Br. J. Nutr., 87. Suppl. 2. 145–151.
- Davodson, M.H. – Maki, K.C. – Synecki, C.(1998): Evaluation of the influence of dietary inulin on serum lipids in adults with hypercholesterolaemia. Nutr., 18. 503–517.
- Delzenne, N.M. – Kok, N.N.(1999): Biochemical basis of oligofructose-induced hypolipidaemia in animal models. J. Nutr., 129. 1467–1470.
- Doyle, M.E.(2001): Alternatives to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry. Food Research Institute, Briefings, 1–17.

- Drouault, S. – Juste, C. – Marteau, P. – Renault, P. – Corthier, G.(2002): Oral treatment with *Lactococcus lactis* expressing *Staphylococcus hyicus* lipase enhances lipid digestion in pigs with induced pancreatic insufficiency. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68. 6. 3166–3168.
- Ehrmann, M.A. – Kurzak, P. – Bauer, J. – Vogel, R.F.(2002): Characterization of lactobacilli towards their use as probiotic adjuncts in poultry. *J. Appl. Microbiol.*, 92. 5. 966–975.
- Famularo, G. – Moretti, S. – Marcellini, S. – DeSimone, C.(1997): Stimulation of immunity by probiotics. In: Fuller R., ed Probiotics 2: applications and practical aspects. London, Chapman and Hall, 133–161.
- Fiordaliso, M. – Kok, N. – Desager, J. P. – Goethals, F. – Deboyser, D. – Roberfroid, M. – Delzenne, N.(1995): Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins in rats. *Lipids*, 30. 163–167.
- Gardiner, G. – Stanton, C. – Lynch, P.B. – Collins, J.K. – Fitzgerald, G. – Ross, R.P.(1999): Evaluation of cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strain to the gastrointestinal tract. 82, 1379–1387.
- Gibson, G.R.(1988): Dietary modulation of the humangut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. Presented at the conference of Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose, held by the Am. Soc. Nutri. Sci.
- Gibson, G.R. – Beatty, E.B. – Wang, X. – Cummings, J.H.(1995): Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterol.*, 108. 975–982.
- Gibson, G.R. – Roberfroid, M.B.(1995): Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.*, 125. 1401–1412.
- Gibson, G.R. – Saavedra, J.M. – MacFarlane, S. – MacFarlane, G.T.(1997): Probiotics and intestinal flora. In: Fuller R., ed Probiotics 2: applications and practical aspects. London, Chapman and Hall, 10–39.
- Gill, H.S. – Rutherford, K.J. – Cross, M.L. – Gopal, P.K.(2001): Enhancement of immunity in the elderly by dietary supplementation with the probiotic *Bifidobacterium lactis* HN019. *Am. J. Clin. Nutr.*, 74. 6. 833–839.
- Gill, P. – Fowler, V.(2000): Alternatives to antibiotic feed additives for pigs. BSAS – Issue paper No. 6. www.bsas.org.uk/socinfo/isspaps/isspap06.htm
- Goldin, B.R.(1998): Health benefits of probiotics. *Br. J. Nutr.*, 80. 203–207.
- Hayes, D.J. – Jensen, H.H. – Backstrom, L. – Fabiosa, J.(1999): Economic impact of a ban on the use of over-the counter antibiotics. Staff Report 99SR 90. Center for Agricultural and Rural Development Iowa State University, Ames, IA
- Hosono, A. – Kitazawa, H. – Yamaguchi, T.(1997): Antimutagenicity and antitumor activities of lactic acid bacteria. In: Fuller R., ed Probiotics 2: applications and practical aspects. London, Chapman and Hall, 89–132.
- Isolauri, E. – Juntunen, M. – Rautanen, T. – Sillanaukee, P. – Koivula, T.(1991): A human *Lactobacillus* strain (*Lactobacillus casei* strain GG) promotes recovery from acute diarrhea in children. *Pediatrics*, 88. 90–97.
- Jackson, T.G. – Taylor, G.R.J. – Clohessy, A.M. – Williams, C.M.(1999): The effects of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentration in middle-aged men and women. *Br. J. Nutr.*, 89. 23–30.
- Jin, L.Z. – Marquardt, R.R. – Zhao, X.(2000): A strain of *Enterococcus faecium* (18C23) inhibits adhesion of enterotoxigenic *E. coli* K88 to porcine small intestine mucus. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66. 4200–4204.
- Johnson, I.T.(1996): Substrates for fermentation in the large bowel. *Biochemical Society Transactions*, 24. 3. 824–828.
- Jost, M. – Bracher Jakob, A.(1999). The effect of Sanobiotic R S, a multiactive probiotic growth promoter, in rearing piglets. *Rev. Suid'Agric.*, 31. 43–48.
- Jost, M. – Bracher Jakob, A.(2000): Yeast products as feed additives in weaning piglets. *Agrarforschung*, 7. 56–61.
- Kaila, M. – Isolauri, E. – Soppi, E. – Virtanen, E. – Laine, S. – Arvilommi, A.(1992): Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *Pediatr. Res.*, 32. 141–144.
- Kim, H.Y. – Bae, H.S. – Baek, Y.J.(1991): *In vivo* antitumor effects of lactic acid bacteria on sarcoma 180 and mouse Lewis Lung Carcinoma. *J. Kor. Cancer Assoc.*, 23. 188–195.
- Kjeldsen, N.(2002): Producing pork without antibiotic growth promoters: the Danish experience. *Advances in Pork Prod.*, 13. 107–115.
- Kolida, S. – Tuohy, K. – Gibson, G.R.(2002): Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *Br. J. Nutr.*, 87. Suppl 2. 193–197.

- Kumprecht, I. – Zobac, P.(1998): Study of the effect of a combined preparation containing *Enterococcus faecium* M74 (*Streptococcus faecium*) and mannan-oligosaccharides in diets for weaning piglets. *Czech J. Anim. Sci.*, 43. 477–481.
- Kyriakis, S.C. – Tsioliyanis, V.K. – Vlemmas, J. – Sarris, K. – Tsinas, A.C. – Alexopoulos, C. – Jansegers, L.(1999). The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Res. Vet. Sci.*, 67. 223–228.
- Lidbeck, A. – Ornhage, K. – Nord C.E.(1995): Effect of oral supplementation with lactic acid bacteria during intake of an antimicrobial agent. *Int. Dairy Lactic Acid Bacteria Conference, New Zealand, Posters presentation. Publication pending*
- Madsen, K.L.(2001): The use of probiotics in gastrointestinal disease. *Can. J. Gastroenterol.*, 15. 12. 817–822.
- Maia, O.B. – Duarte, R. – Silva, A.M. – Cara, D.C. – Nicoli, J.R.(2001): Evaluation of the components of a commercial probiotic in gnotobiotic mice experimentally challenged with *Salmonella enterica subsp. enterica ser. Typhimurium*. *Vet. Microbiol.*, 79. 2. 183–189.
- Marteau, P. – Rambaud, J.C.(1993): Potential for using lactic acid bacteria for therapy and immunomodulation in man. *FEMS Microbiol. Rev.*, 12. 207–220.
- Marteau, P. – Seksik, P. – Jian, R.(2002): Probiotics and intestinal health effects: a clinical perspective. *Br. J. Nutr.*, 88. Suppl. 1. 51–57.
- Marteau, P. – Vesa, T. – Rambaud, J.C.(1997): Lactose malabsorption. In: *Fuller R.*, ed. *Probiotics 2: applications and practical aspects*. London, Chapman and Hall, 65–88.
- Mathew, A.G. – Chattin, S.E. – Robbins, C.M. – Golden, D.A.(1998): Effect of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, and performance of weaning pigs. *J. Anim. Sci.*, 76. 2138–2145.
- Mathew, A.G. – Jackson, F. – Saxton, A.M.(2002): Effects of antibiotic regimes on resistance of *Escherichia coli* and *Salmonella serovar Typhimurium* in Swine. *J. Swine Health Prod.*, 20. 7–13.
- McBain, A.J. – MacFarlane, G.T.(2001): Modulation of genotoxic enzyme activities by non-digestible oligosaccharide metabolism in in-vitro human gut bacterial ecosystems. *J. Med. Microbiol.*, 50. 9. 833–842.
- Molis, C. – Flourie, B. – Ouarne, F. – Gailing, M.F. – Lartigue, S. – Guibert, A. – Bornet, F. – Galmiche, J.P.(1996). Digestion, excretion, and energy value of fructose oligosaccharides in healthy humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 64. 324–328.
- Murphy, O.(2001): Non-polyol low-digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. *Br. J. Nutr.*, 85. Suppl 1. S47–53.
- Naidu, A.S. – Bidlack, W.R. – Clemens, R.A.(1999): Probiotic spectra of lactic acid bacteria. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38. 13–126.
- Nemcova, R. – Bomba, A. – Herich, R. – Gancarcikova, S.(1998): Colonisation capability of orally administered *Lactobacillus* strains in the gut of gnotobiotic piglets. *Dt. Tierarz. Wschr.*, 105. 199–200.
- Quigley, M.E. – Hudson, G.J. – Englyst, H.N.(1999): Determination of resistant short-chain carbohydrates (non-digestible oligosaccharides) using gas-liquid chromatography. *Food Chem.*, 65. 381–390.
- Quintero Moreno, A. – Huerta Laidenez, N. – Parra de Solano, N. – Rincon Urdaneta, E. – Aranguren Mendez, J.A. – De Solano, N.P.(1996): Effect of probiotics and sex on growth and carcass characteristics of pigs. *Rev. Cientif. Facul. De-Ciencias Vet. Univers. Zulia*, 6. 5–12.
- Reddy, B.S.(1998): Prevention of colon cancer by pre- and probiotics: evidence from laboratory studies. *Br. J. Nutr.*, 80. S219–223.
- Reddy, B.S.(1999): Possible mechanisms by which pro- and prebiotics influence colon carcinogenesis and tumor growth. *J. Nutr.*, 129. S1748–S1782.
- Reddy, D.S. – Hamid, R. – Rao, C.V.(1997): Effect of dietary oligofructose and inulin on colonic preneoplastic aberrant crypt foci inhibition. *Carcinogenesis*, 18. 1371–1374.
- Reddy, B.S. – Riverson, A.(1993): Inhibitory effect of *Bifidobacterium longum* on colon, mammary and liver carcinogenesis induced by 2-amino-3-metilimidazolquinolin, a food mutagen. *Cancer Res.*, 53. 3914–3918.
- Roberfroid, M.B.(1998): Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *Br J Nutr.*, 80. 4. S197-202
- Roberfroid, M.B.(2000): Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *Am. J. Clin. Nutr.*, 71. 1682S–1687S.
- Roberfroid, M.B. – Delzenne, N.(2000): Dietary fructans. *Annu. Rev. Nutr.*, 18. 117–143.
- Roberfroid, M.B. – Van Loom J.A.E. – Gibson, G.R.(1998): The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem. Int.*, 80. 1029–1037.

- Roques, C. – Dussert, L. – Toumut, J. – Poomvises, P. (ed.) – Ingkaninun, P.(1994): *Saccharomyces cerevisiae* Sc 47 as a growth promoter for the swine: importance of dosage in the feed for optimal efficiency. Proc.: The 13th International Pig Veterinary Society Congress, Bangkok, Thailand, 91–100.
- Rowland, I.R. – Rumney, C.J. – Coutts, J.T. – Lievense, L.C.(1997): Effect of *Bifidobacterium longum* and inulin on gut bacterial metabolism and carcinogen-induced crypt foci in rats. *Carcinogenesis*, 19. 281–285.
- Saavedra, J.M. – Baumann, N.A. – Oung, I. – Perman, J.A. – Yolken, R.H.(1994): Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhea and shedding of rotavirus. *The Lancet*, 344. 1036–1049.
- Salminen, S. – Isolauri, E. – Saiminen, E.(1996): Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: successful strains and future challenges. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 70. 347–358.
- Sanders, M.E.(1993): Summary of the conclusions from a consensus panel of experts on health attributes on lactic cultures: significance to fluid milk products containing cultures. *J. Dairy Sci.*, 76. 1819–1828.
- Schiffrin, E – Rochat, F. – Link-Amster, H. – Aeschlimann, J.M. – Donnet-Hughes, A.(1995): Immunomodulation of blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci.*, 78. 491–497.
- Soder, K.J. – Holden, L.A.(1999): Dry matter intake and milk yield and composition of cows fed yeast prepartum and postpartum. *J. Dairy Sci.*, 82. 3. 605–610.
- Swann, M.M. – Blaxter, K.L. – Field, H.L. – Howie, I.W. – Lucas, I.A.M. – Miller, E.I.M. – Murdock, J.C. – Parsons, J.H. – White, E.G.(1969): Report of the joint committee on the use of antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine. Cmnd 4190, London, HMSO.
- Taylor, G.R.J. – Williams, C.M.(1998): Effect of probiotics and prebiotics on blood lipids. *Br. J. Nutr.*, 80. S225–S230.
- Tkachev, E.Z. – Gvyzin, O.L.(1995): Digestive and metabolic functions of the gastrointestinal tract of piglets. *Russ. Agr. Sci.*, 4. 8–11.
- Tortuero, F. – Roperez, J. – Fernandez, E. – Rodriguez, M.L.(1995): Response of piglets to oral administration of lactic acid bacteria. *J. Food Protect.*, 58. 1369–1374.
- Troide, Y. – Srinongkote, S. – Onishi, N.(1998): Effect of digested bacterial cell powder (DBCP) on performance of post weaning and suckling piglets. *Anim. Sci. Technol.*, 69. 8–13.
- Tronstad, A.(1997): The Swedish ban on antibiotic growth promoters in animal feeds. *Pig J.*, 40. 89–98.
- van den Heuvel, E.G.H.M. – Muys, T. – Van Dokkum, W. – et al.(1999): Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69. 544–548.
- Van Loo, J.A.E. – Coussement, P. – De Leenheer, L.(1997): On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 35. 525–552.
- Van Loo, J. – Cummings, J. – Delzenne, N.(1999): Functional food properties of non digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO projects (DGXII IRIL-CT94-1095). *Br. J. Nutr.*, 81. 121–132.
- Vassalo, M. – Fialho, E.T. – Oliveira, A.I.G. – De Teixeira, A.S. – Bertechini, A.G. – De Oliveira, A.I.G.(1997): Probiotics for piglets from 10 to 30 kg liveweight. *Rev. Socied. Brasil Zotech.*, 26. 131–138.
- Zani, J.L. – Dacruz, F.W. – Dossantos, A.F. – Giltumes, C.(1998): Effect of probiotic CenBiot on the control of diarrhoea and feed efficiency in pigs. *J. Appl. Microbiol.*, 84. 68–71.

Érkezett: 2003. július
 Szerzők címe: Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
 Authors' address: Szent István University, Department of Animal Breeding
 H-1078 Budapest, István u. 2.
 e-mail: joszabo@onivet.hu

ANTIOXIDÁNS RENDSZEREK ÉS A MEMBRÁN VÉDELEM

MÉZES MIKLÓS — ERDÉLYI MÁRTA — BALOGH KRISZTIÁN — WEBER MÁRIA

ÖSSZEFOGLALÁS

A élő szervezetek, így a gazdasági állatoké is, folyamatosan ki van téve oxidatív stressz hatásoknak. Ezek a hatások kiemelten érintik a nagy telítetlen zsírsav tartalmú biológiai membránokat, amelyeknek a lipidperoxidációs folyamatok elleni védelme érdekében, hatékony antioxidáns rendszerek alakultak ki. Jelen közlemény összefoglalja a membránok integritását veszélyeztető fontosabb prooxidáns hatásokat, illetve ismerteti a takarmányozásban felhasználható és az élő szervezetben előforduló antioxidáns vegyületeket és antioxidáns enzimeket.

SUMMARY

Mézes, M. – Erdélyi, M.Ms. – Balogh, K. – Weber, M.Ms.: ANTIOXIDANT SYSTEMS AND MEMBRANE DEFENCE

Farm animals, like every living organism, struggling continuously with oxidative stress effects. These oxidative species act specifically on the biological membranes rich in polyunsaturated fatty acids. Highly effective antioxidant systems have been developed to prevent or defeat these lipid peroxidation processes. In this paper, a summary of the prooxidant effects jeopardizing membrane integrity and an overview of the antioxidant substances and enzymes used in animal nutrition and present in animals are presented.

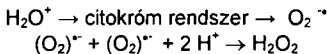
Az élő szervezet alapvető életfolyamataihoz az oxigén jelenléte feltétlenül szükséges. Paradox módon azonban az oxigén egyrészt valóban az aerob élet alapja, másrészt viszont az oxigénből keletkező szabadgyökök súlyosan károsíthatják a biológiailag aktív makromolekulákat, ezek közül például a membránokat alkotó lipideket is.

Azokat a belső- és külső tényezőket, amelyek az oxigén szabadgyökök keletkezését, azok mennyiségét, vagy a biológiailag aktív anyagokra gyakorolt hatását fokozzák, *prooxidáns* hatásoknak nevezik. Az oxigén szabadgyökök káros hatásai ellen ható tényezőket pedig, legyenek azok akár belső- vagy külső tényezők, vízdélkony vagy zsírdélkony karakterű vegyületek, vagy makromolekulák, együttesen, *antioxidáns* védőrendszer néven ismertek.

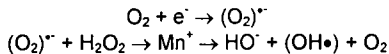
Jelen dolgozat célja, a teljesség igénye nélkül, összefoglalni azokat a fontosabb prooxidáns illetve antioxidáns hatásokkal kapcsolatos ismereteket, amelyek a membránvédelem szempontjából — a szerzők megítélése szerint — lényegesek, illetve amelyek segíthetik az állati termék előállítás optimalizálását, preventív gyógyszerek és állati eredetű fehérjék alkalmazása nélkül.

Reaktív oxigén vegyületek vagy oxigén szabadgyök lehet például a légkörben az ultraibolya (UV) sugárzás hatására keletkező ózon ($^3\text{O}_2$), vagy a sejtek metabolizmusa során képződő hidrogén-peroxid (H_2O_2). A gyulladós folyamatokban, a PMN leukociták nemspecifikus védekezési mechanizmusa során, szabadgyök természetű hipoklórsav (HOCl) képződik. Részben a fent tárgyalt gyökökből keletkeznek reaktív oxigén gyökök, mint a szinglet oxigén ($^1\text{O}_2$), a szuperoxid anion ($\text{O}_2^{\bullet-}$), vagy a különösen reaktív hidroxil (OH^{\bullet}) gyök (Gutteridge és Halliwell, 1990).

A szuperoxid anion ($\text{O}_2^{\bullet-}$) elsősorban az állati sejtek mitokondriumaiban keletkezik a citokróom rendszer működése révén abban az esetben, ha az oxigén vízzé történő redukciója bármely ok, pl. hidrogén hiány miatt, nem következik be. A szuperoxid anion azonban az antioxidáns védőrendszer, ezen belül a szuperoxid-dizmutáz enzim hatására nem szabadgyök természetű, bár a szabadgyök képzést indukáló hidrogén-peroxiddá alakul a következő reakció szerint:

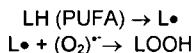


A hidroxil gyök (OH^{\bullet}) keletkezését átmeneti fémek (kiemelten vas és réz), valamint a hidrogén-peroxid jelenléte segíti elő a takarmányokban és a sejtekben egyaránt, az ún. Fenton és Haber-Weiss reakcióséma szerint:

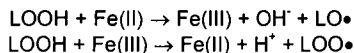


A *lipidperoxidáció* vagy tágabban értelmezve az oxidatív stressz, ahogyan arra korábban is utaltunk, a biológiailag aktív molekulák reakciója oxigén eredetű molekulákkal és gyökökkel. A lipidperoxidáció folyamata három fő szakaszból áll. Az első, a részben szabadgyökök által aktivált iniciáció, vagyis a gyökképződés folyamata. Ennek során, a többszörösen telítetlen zsírsavak telítetlen kettőskötései részben telítődnek, illetve dién-addíciós átalakuláson mennek keresztül, amelynek eredményeképpen alkil-, alkil-peroxil- és alkil-hidroperoxil gyökök keletkeznek. A folyamat második szakasza a láncreakció-

szerűen zajló gyökképződés folyamata, a propagáció, és végül a termináció, amelynek során stabil gyökök és molekulák — ezek között például különböző polimerek is — keletkeznek (*Halliwell és Gutteridge, 1999*).



A lipidperoxidáció folyamatát — alkil-, illetve alkil-peroxil gyökök kialakulását — a takarmányokban egyes fémek (így pl. vas és réz) katalizálják:

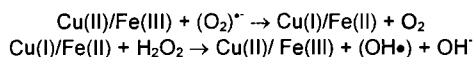


Az *oxidatív stressz* szituációt a szervezetben, illetve a takarmányokban végeredményben a prooxidáns és antioxidáns anyagok, illetve hatások egyensúlyában bekövetkező arányeltolódás idézi elő.

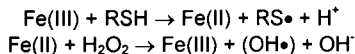
Prooxidáns hatások

A *környezeti* hatások közül lényegesek azok, amelyek révén a rendszert, olyan jelentős energiaközlés éri, amely alkalmas lehet az iniciációs szakasz elindítására. Ezek közé tartozhat a magas hőmérséklet, az UV, valamint az ionizáló sugárzás. Belső, azaz az állati szervezet oldaláról pedig ide sorolandó bármely takarmányozási, illetve tartástechnológiai eredetű krónikus stressz helyzet (*Surai, 2002a*).

A *takarmányozási* hatások közül különleges fontossággal bírnak a *fémtoxikózisok*, vagyis az adott fémeknek az aktuális szükségletet lényegesen meghaladó mennyisége a takarmányokban (*Mézes, 1999*). Ezek közül a korábban is említett réz és a vas túlsúlya idézhet elő prooxidáns hatásokat, miután az alábbi reakció során hidroxil gyök kialakulását idézheti elő:



A fémtoxikózisok az állati szervezetben a szulhidril (-SH) csoportokat tartalmazó molekulákon keresztül is kiválthatnak prooxidáns hatást. Ennek előidézésében a hidroxil gyök képződésének itt is kitüntetett szerepe van:



A fenti folyamatnak a sejtek, szövetek integritásának megőrzése szempontjából is fontos hatása lehet, mivel jól ismert, hogy a szulhidril (-SH) csoportok aktuális mennyisége a sejtekben alapvető feltétele az ott zajló anyagcsere folyamatoknak éppúgy, mint a fehérjeszintézisnek (*Meister és Anderson, 1983*).

Nagy lipid peroxidtartalmú (avasodásnak indult, illetve avasodott) takarmányok felvétele is prooxidáns tényezőként jelentkezik (*Mézes és mtsai, 1996*), amelyet nagymértékben befolyásol a takarmányok zsirtartalmának zsírsav összetétele, ezen belül különösen a telített és telítetlen zsírsavak aránya. Az egyes zsírsavak érzékenysége a (per)oxidáció iránt jelentősen eltérő, azt főképp a telítetlen kettőskötések száma (*Varst, 2001*), és részben azoknak a zsír-

savláncon elfoglalt helyzete, határozza meg (1. ábra). A nagy peroxid tartalmú takarmányok etetésének hatására, az antioxidáns védőrendszer egyes tagjainak súlyos károsodásával kell számolni, ami további kedvezőtlen folyamatok kiváltó tényezője lehet (2. ábra).

1. ábra: A 18 szénatom-számú zsírsavak relatív oxidációs sebessége (időegység alatt)

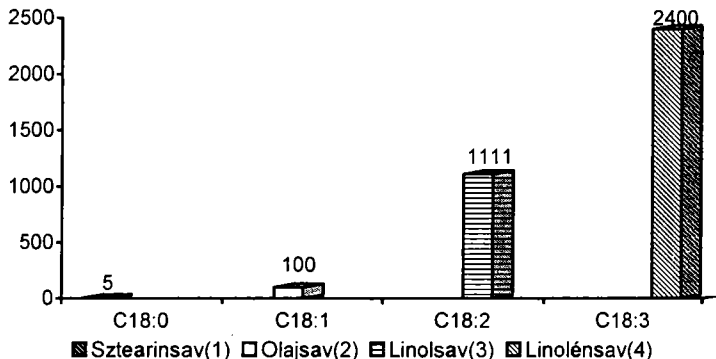
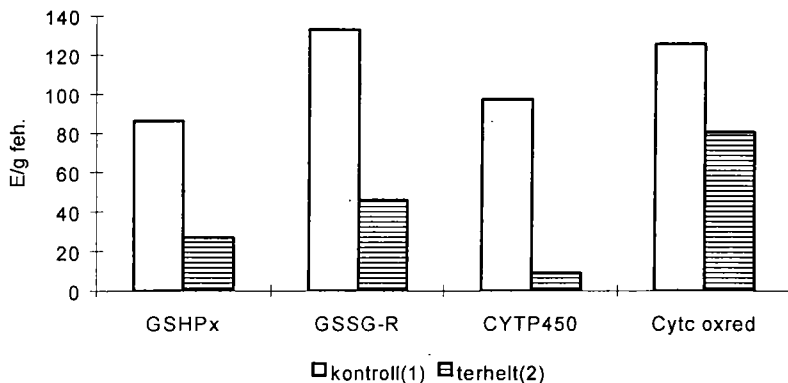


Fig. 1.: Relative oxidative rate of the 18-C fatty acid stearic acid(1), oil acid(2), linolic acid(3), linolene acid(4)

2. ábra: Nagy peroxid tartalmú takarmány etetésének hatása az antioxidáns rendszer egyes tagjainak mennyiségére/aktivitására



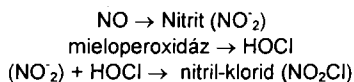
(GSHPx=glutacion-peroxidáz; GSSG-R=glutacion-reduktáz; CYTP450=citokróm P450; Cytc oxred=Citokróm-c-oxidoreduktáz)

Fig. 2.: The effect of feedstuffs with high peroxide content of some members of the antioxidant system control(1), experimental(2)

Válaszképpen a szervezetet érő *stresszhatásokra* a gyökképző folyamatok intenzitása szintén jelentősen megnő. Ebben az esetben prooxidáns hatásként kell értelmezni az antioxidáns anyagok mennyiségének jelentős csökkenését is, amelynek oka az, hogy a gyökképző folyamatok során keletkező reaktív oxigén

vegyületek hatását a szervezet az antioxidánsok „oxidációjával” igyekszik kompenzálni (*Mézes és mtsai, 1997*).

Nem tekinthető ugyan közvetlenül oxidatív stresszhatásnak, bár a szervezet számára jelentős stresszor tényező lehet a *gyulladásos folyamatok* megjelenése, illetve huzamosabb ideig tartó fennmaradásuk is. Az oxigén szabadgyök képződés szempontjából ugyanis lényeges lehet a gyulladásos folyamatok szerepe. A vérnyomás szabályozásában kiemelt jelentőséggel bíró vegyület, a nitrogén oxid (NO), normál metabolizmusa során nitrit keletkezik (*Hibbs és mtsai, 1988*), gyulladás során viszont aktiválódik a fehérvérsejtekben a mieloperoxidáz enzim, amelynek hatására hipoklórsav jön létre. A nitrogén oxidból keletkező nitrit, a hipoklórsavval reagálva, reaktív nitril-kloridot hoz létre (*Bottje és Wideman, 1995*).



Gazdasági állataink szelekciója a termelés növelése érdekében fokozott anyagcsere intenzitás kialakításra irányult, amelynek oxidatív mellékhatásai is vannak. Az intenzív anyagcsere részben annak eredménye, hogy a szelekció hatására fokozódott a pajzsmirigy-hormonok termelődése és azok perifériás metabolizmusa. Ennek révén a pajzsmirigy hormonok célsejtjeiben a citokróm rendszer fokozott aktivitásával kell számolni (*Buys és mtsai, 1994*), amelynek szabadgyök képző hatásáról korábban már említést tettünk.

A takarmányokat szennyező penészgombák másodlagos metabolizmusának termékei a mikotoxinok, számos egyéb kedvezőtlen hatásuk mellett, jelentős mértékű szabadgyök képződést is indukálhatnak. Ennek oka egyrészt bizonyos mikotoxinok kémiai szerkezete, egyes toxinok ugyanis maguk is rendelkeznek szabadgyök struktúrával (pl. epoxi csoportot tartalmaznak), vagy annak rendkívül gyors és hatékony kialakítására alkalmas funkciós csoportokkal. Másrészt a mikotoxinok a szervezetben közvetlen illetve közvetett módon szabadgyök képződést is indukálhatnak, azáltal, hogy csökkentik az antioxidánsok mennyiségét, és ami szintén prooxidáns hatásként fogható fel. Ezt támasztja alá egy saját korábbi vizsgálatunk is, amelyben kimutattuk, hogy a T-2 toxin hatására jelentősen csökken a sejtekben a szabad szulfhidril csoportok mennyisége, ami a GSH/GSSG hányados értékének csökkenésével bizonyítottunk (*3. ábra*). Ennek a változásnak a sejtek életfolyamataiban és a membránok integritásában mutatott kedvezőtlen hatásairól korábban már említést tettünk (*Mézes és mtsai, 1998*).

Az antioxidáns védelem

A prooxidáns *hatások* ellen hatnak azok a kémiai anyagok, amelyek részben gátolják a közvetlen oxidációt, másrészt pedig megakadályozzák a szabadgyökök által indukált láncreakció kiterjedését. A lipidperoxidáció láncreakciójának folyamata a membránokban különösen kritikus, hiszen az oxigén szabadgyökök akció rádiusza lehetővé teszi azok áttevődését egyik zsírsav molekuláról a másikra. További szabadgyökök képződését gátló, ezzel a láncreakció megtörését előidéző anyagok, pontosabban anyagok és vegyületek az

antioxidánsok. Az antioxidáns védelem két nagy csoportra osztható, úgymint *nem enzimatis és enzimatis védelem.*

3. ábra: A GSH/ GSSG arány alakulása T-2 toxin kezelés hatására

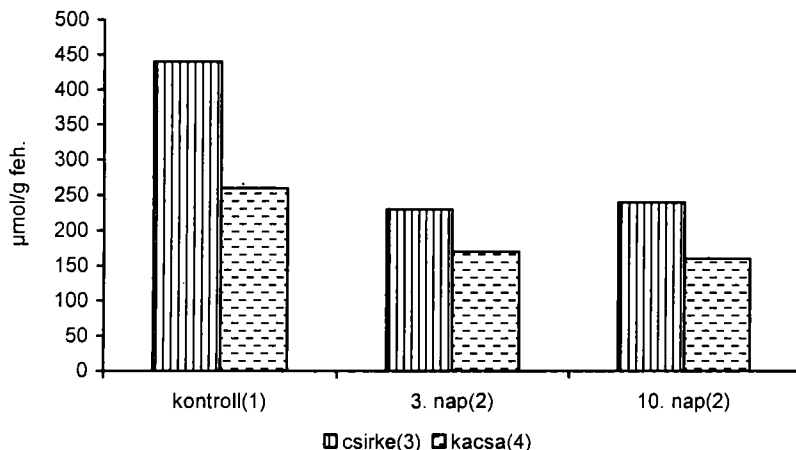


Fig. 3.: GSH/GSSG rate as the effect of T-2-toxin treatment control(1), a (2), c icken(3), uck(4)

Azok a reaktív gyökök — így például a szinglet oxigén, hidroxil, alkil-peroxil gyök — amelyek biológiai felezési- és reakcióideje rövid ($<10^{-8}$ sec) nem állnak, mert enzimkinetikai okokból nem állhatnak, enzimatis kontroll alatt. Keletkezésük/mennyiségük szabályozása, illetve eliminálásuk, ilyen módon, csak a kis molekulatömegű antioxidáns vegyületekkel képzelhető el.

A nem enzimatis antioxidáns anyagok közül legismertebb az α -tokoferol, egy zsírolékony vegyület. Az antioxidáns rendszer komplex voltát jelzi, hogy bár a biológiai membránoknak ez a legfontosabb antioxidáns vegyülete, mégis kis moláris aránnyal bír azokban (1. molekula/2000–3000 foszfolipid molekula), ennek ellenére, kifejlett állatokban, nehéz előidézni hiánytünetét (Surai, 2002b). Oxidációját követően ugyanis lehetőség van annak hatékony redukciójára, amelyben szerepe van egy sor más antioxidáns vegyületnek. Így például az aszkorbinsavnak (Chan és mtsai, 1991), a glutationnak (Niki és mtsai, 1982), a ciszteinnak (Motoyama és mtsai, 1989), az ubiquinoloknak (Chan, 1993), a liponsavnak (Packer, 1998), az ösztrogéneknek (Mukai és mtsai, 1990), és a karotinoidoknak (Palozza és Krinsky, 1992). Ezek mellett potenciális hatást tulajdonítanak a tokoferolok redukciójában egyes természetes antioxidáns vegyületeknek, így a quercetinnek (Pietta, 2000) és a rozmaring kivonatának is (Madsen és mtsai, 1997). Az E-vitamin antioxidáns tulajdonsága abban áll, hogy védi a biológiai membránok foszfolipidjeit az oxidatív károsodástól. Az E-vitamin iránti igényt fokozza a takarmányok többszörösen telítetlen zsírsav-, kiemelten a linolsav-tartalmának növelése. Minden 1% linolsav többlet a takarmányban 5 mg E-vitamin többletet igényel az aktuális szükségleti értéken felül.

A tokoferolok biológiai membránok védelemében betöltött szerepével kapcsolatosan rendelkezünk ugyan a legtöbb ismerettel, ennek ellenére annak mechanizmusa pontosan nem ismert. Elsődleges szerepe a membránok stabili-

tásának biztosítása (*Wang és Quinn, 1999*), amely hatása függ a foszfolipideket alkotó zsírsavak telítettségének fokától (*Stillwell és mtsai, 1996*), azaz a foszfolipidek peroxidáció iránti érzékenységtől is.

Az *aszkorbinsav* vagy *C-vitamin* vízoldékony antioxidáns, amelynek számos hatása közül kiemelendő, hogy redukálja (regenerálja) az oxidált tokoferolokat (*Tanaka és mtsai, 1997*).

Ennek lehetőségét az adja, hogy a tokoferil-quinonok hidrofób jellege csökken, emellett kiválnak a membrán foszfolipid struktúrából, így a hidrophil aszkorbinsav számára hozzáférhetővé válnak. Az aszkorbinsav emellett redukálja a glutation-diszulfidokat is (*Chan és mtsai, 1991*), ami a sejtek szabad szulfhidril csoportjainak fenntartása érdekében fontos. Lényeges megemlíteni, hogy gazdasági állataink rendelkeznek azzal az enzimmal, amelynek kulcsszerepe van az aszkorbinsav szintézisében. A fiatal állatok, így például a fiatal baromfi szervezetében ugyanakkor az aszkorbinsav szintézis csak fokozatosan alakul ki és éri el csúcspontját (*4. ábra*). Emiatt fiatal állatokban C-vitamin hiány léphet fel a szintézis hiánya következtében. Kifejlett egyedekben hiányállapot csak akkor alakulhat ki, ha az állat aktuális szükséglete meghaladja a fent említett enzim által biztosított szintézis kapacitását. A szervezet igénye a C-vitamin iránt ugyanis bizonyos esetekben jelentősen megnő, többek között hőstressz vagy bakteriális fertőzések hatására (*Hathcock, 1997*).

4. ábra: Fiatal baromfi veséjének aszkorbinsav szintetizáló kapacitása

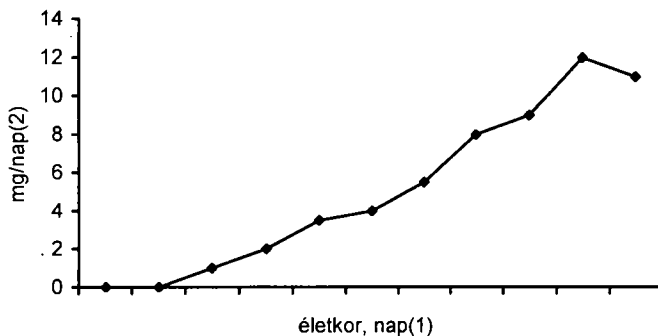


Fig. 4.: Ascorbic acid synthesis capacity of the kidney in young poultry age, day(1), mg/day(2)

Ubiquinon vagy *CoQ* nem egyértelműen antioxidáns, de bizonyos esetekben — pl. szelén illetve E-vitamin hiányban — a membránokban elektron donor funkciót tölthet be és így azok ilyen irányú szerepét átvéve antioxidánsként funkcionálhat (*Navarro és mtsai, 1998*).

A növényekben előforduló természetes antioxidánsok, a *flavonoidok* kifejezett antioxidáns hatással rendelkeznek, bár ez jelentősen függ kémiai szerkezetüktől, azaz potenciális hidrogén donorhatásuktól. Mennyiségük a takarmányokban nagyon változó, így valós antioxidáns hatásukkal csak garantált flavonoid tartalmú készítmények alkalmazása során lehet számolni a gyakorlatban (*Cao és mtsai, 1997*).

Karotinoidok (β -karotin), zsírolédkony karakterük miatt, az E-vitamin hatását segítő, szinergens hatású, peroxil gyökkfogó antioxidáns vegyületek (*Palozza és Krinsky, 1992*). Szükséges azonban utalni arra a tényre is, hogy antioxidáns hatásuk, az állati szervezetben lévő biológiai membránokban, az E-vitaminnál kisebb, így azt teljes mértékben nem helyettesíthetik.

Az **A-vitamin** önmagában nem tekinthető antioxidánsnak, de kémiai szerkezeténél fogva szerepe lehet a reaktív gyökök eliminálásában (*Livrea és mtsai, 1996*). Hiánya esetén az E-vitamin iránti igény is megnő. Részleges hiánya fordulhat elő például olyan esetekben, amikor felszívódása (pl. nagy rosttartalmú takarmány), vagy szervezetben belüli transzportja (pl. cink hiány) csökken. Az A- és E-vitamin között antagonizmus áll fenn, ami már a felszívódás, és a májban való tárolás szintjén is megnyilvánul (*1. táblázat*). A nagydózisú A-vitamin gátló hatása az E-vitamin felszívódására lényegesen erőteljesebb, mint fordítva (*Surai és Kuklenko, 2000*). Az E-vitamin ugyanakkor védi a membránokat az A-vitamin túladagolás által előidézett károsodásoktól (*Urano és mtsai, 1993*).

1. táblázat

Nagydózisú A-vitamin kiegészítés hatása a vér és a máj E-vitamintartalmára brojler csirkében (*Surai és Kuklenko, 2000*)

| A-vitamin-kiegészítés, NE/g takarmány(1) | Vérplazma E-vitamintartalma, $\mu\text{g/ml}$ (2) | | Máj E-vitamintartalma, $\mu\text{g/g}$ (3) | |
|---|--|--------------|---|--------------|
| | 42. napos(4) | 56. napos(4) | 42. napos(4) | 56. napos(4) |
| 10 | 4,16 | 3,24 | 18,71 | 12,40 |
| 50 | 3,70 | 3,44 | 15,19 | 11,70 |
| 100 | 3,02 | 2,17 | 12,72 | 9,44 |
| 500 | 2,19 | 1,95 | 10,44 | 7,12 |
| 1000 | 1,62 | 0,82 | 8,19 | 5,11 |
| 2000 | 1,02 | 0,69 | 6,19 | 4,12 |

Table 1.: Effect of high dosage vitamin A supplementation on the vitamin E content in blood and liver of broiler chickens

Vit.-A supplement, NE/g feedstuff(1), Vit.-E content in blood, $\mu\text{g/ml}$ (2), Vit.-E content in liver, $\mu\text{g/g}$ (3), days(4)

A takarmányokban alkalmazható, illetve az állati szervezetben megtalálható antioxidánsok között feltétlenül említést érdemelnek a **fémkötő vegyületek**, vagy kelátképzők. Hatásuk abban nyilvánul meg, hogy az átmeneti fémeket, így a vasat is kötött formában tartva megakadályozzák a Fenton-reakció kialakulását, illetve kiteljesedését. Az állati szervezetben fontos fémkötő vegyület, pl. a ferritin, amelynek minden molekulája 45000 mol Fe^{3+} megkötésére alkalmas (*Stohs és Bagchi, 1995*), illetve a metallothionein, amely egy ciszteinben gazdag fehérje. A metallothionein hatékonyan köti a fémeket a következő affinitási sor szerint: $\text{Hg} < \text{Cu} < \text{Cd} < \text{Zn}$ (*Holt és mtsai, 1980*). Az említett fémek szabadgyök képző kapacitása eltérő, de azok akkumulációja a sejtekben membránkárosodást indukálhat.

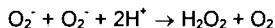
Az egyéb antioxidáns vegyületek között feltétlenül említést érdemel a **glutathion**, amely egy szabad szulfhidril csoportot tartalmazó tripeptid (γ -Glu-Cys-Gly). A glutathionnak szerepe van a fehérjék SH csoportjainak fenntartásában, emellett fontos cisztein raktár, továbbá részt vesz a xenobiotikum detoxifikáció

folyamatában is oly módon, hogy konjugáció révén semlegesíti a toxikus vegyületeket. Emellett kifejezett nem enzimatiskus antioxidáns hatással is bír, amely szabad szulfhidril csoportjának oxidációja révén valósul meg. A glutation szintézis mértéke, ezzel a sejtek szabad szulfhidril tartalma a szervezet aktuális metionin és cisztein ellátottságától is függ (*Wang és mtsai*, 1997). A glutation a sejteket ért valamely oxidatív hatásra gyors és rendkívül erőteljes csökkenéssel reagál (*Daba és Abdel Rahman*, 1998), amely antioxidáns hatásának egyértelmű bizonyítéka. A folyamat részben nem enzimatiskus, részben enzimatiskus úton valósul meg, utóbbi a glutation-peroxidázok illetve a glutation-S transzferázok aktivitása révén.

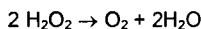
Enzimatiskus védelem — antioxidáns enzimek

Az állati szervezetben az oxigén szabadgyökök semlegesítésére az antioxidáns vegyületek mellett egy hatékony enzimatiskus védelmi rendszer is kialakult, amelynek működése takarmányozással (is) befolyásolható.

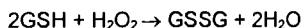
A korábban már említett szuperoxid-dizmutáz citoszolban előforduló formájának aktív centrumát az egyébként szabadgyök képződést indukáló réz és a cink (*McCord és Fridovich*, 1969), míg annak mitokondriális formáját a mangán (*Keele és mtsai*, 1970) alkotja. A szuperoxid-dizmutáz a szuperoxid aniont alakítja át a kevésbé reakcióképes hidrogén-peroxiddá:



A szuperoxid-dizmutáz hatására keletkező hidrogén-peroxid bontását részben a *kataláz* végzi, amelynek aktív centruma, az egyébként prooxidáns vas (*Chance és mtsai*, 1979), ebben a kötött formában azonban antioxidánsként funkcionál:



A szeléntartalmú *glutation*-peroxidáz enzimszalád jelentős szereppel bír, mivel egyrészt a hidrogén-peroxid, de emellett más vegyületek, így például a lipid-hidroperoxidok redukcióját is katalizálja olyan módon, hogy a reaktív oxigént a glutation hidrogénjével vízzé alakítja (*Erdélyi és mtsai*, 1999):



A glutation-peroxidázok különös jelentőségét az adja, hogy az enzim egyik formája membránhoz kötött formában van jelen a sejtekben (*Thomas és mtsai*, 1990), közvetlenül védve ezzel a membrán foszfolipideket az oxidatív károsodástól.

Az antioxidáns enzimek szerepe a membrán védelemben

Az egyes celluláris és szubcelluláris membránok védelmében, részben az oxigén szabadgyökök típusától függően, különböző antioxidáns enzimek eltérő hatékonysággal vesznek részt.

A vörösvérsejt membránok védelmében a kataláz és a glutation-peroxidáz közel azonos hatékonysággal működik (*Nicholls*, 1972), amit a hemolízis elleni hatásukkal bizonyítottak.

A mitokondriális membránok hatékony védelméhez mindhárom antioxidáns enzim jelenlétére és aktivitására szükség van, miután azok egymást kiegészítve működnek. A mikroszomális membránokban zajló lipidperoxidációs folyamatok viszont elsődlegesen a glutation-peroxidáz kontrollja alatt állnak (Sies és Grosskopf, 1975).

A membrán védelemben külön említést kell tenni a fehérvérsejtek fagocitózis során való peroxid termeléséről. Ebben a folyamatban a fehérvérsejteket a kataláz és a szuperoxid-dizmutáz védi (Salin és McCord, 1974), míg a környező szövetek membránjainak védelmét mindhárom enzim közösen látja el, a szövet és a membrán típusától függően. Megjegyzendő azonban, hogy nem minden esetben megfelelő hatékonysággal, amire utalnak a bakteriális fertőzések eredményeképpen kialakuló gyulladós folyamatok membrán károsodással járó következményes tünetei (Slater, 1972).

Szintetikus antioxidánsok

Az antioxidáns hatású anyagok között feltétlenül említést érdemelnek azok a szintetikus vegyületek, amelyek a takarmányokhoz adagolva csökkentik a gyártástechnológiai műveletek és a tárolás alatti lipidperoxidációs folyamatokat. Hatására a takarmányok lipid peroxid tartalma jelentősen csökkenhet, így a gyomor-bélcsatorna sejteinek, főképp a felszívódásban kiemelt enterociták membránjainak védelme hatékonyan biztosítható. A különböző európai országokban (Jadhav és mtsai, 1996) eltérő szintetikus antioxidánsok felhasználását engedélyezték, illetve engedélyezik a takarmányokban (2. táblázat).

2. táblázat

Egyes európai országokban engedélyezett antioxidánsok a takarmányokban
(Jadhav és mtsai, 1996)

| Ország(1) | Tokoferol | Gua-jakol | Propil-gallát | Oktil-gallát | Dodecil-gallát | NDGA | BHA | BHT |
|---------------|-----------|-----------|---------------|--------------|----------------|------|-----|-----|
| Ausztria | + | + | + | + | + | + | + | - |
| Belgium | + | - | + | + | + | - | + | - |
| Dánia | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Finnország | + | - | + | + | + | + | + | + |
| Franciaország | - | - | + | + | + | - | + | + |
| Görögország | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Olaszország | + | - | + | - | - | - | + | + |
| Hollandia | + | - | + | + | + | - | + | + |
| Norvégia | + | - | + | + | + | + | + | + |
| Spanyolország | - | - | + | + | + | - | + | - |
| Svédország | + | + | + | + | + | - | + | + |
| Svájc | + | - | + | + | + | - | + | + |
| Nagy-Britania | - | - | + | + | + | - | + | + |

Table 2.: Permitted antioxidants in feedstuffs in some European countries country(1)

Az antioxidánsok megválasztása illetve használata során tekintettel kell lenni a takarmányok zsírtartalmára, zsírsavainak telítetlenségi fokára, valamint a gyártástechnológia során alkalmazott kezelések, pl. hőkezelés, mértékére is.

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy az antioxidáns rendszerek külön-külön és együttesen is jelentős hatást gyakorolnak a szervezet, a szövetek és a sejtek oxigén szabadgyök tartalmára, ezzel védve a sejtek belső- és külső állandóságát biztosító membránok lehető legteljesebb integritását. A gyakorlati takarmányozás számára ez azt jelenti, hogy fenn kell tartani az antioxidáns vegyületek, illetve enzimek egyensúlyát ahhoz, hogy a gazdasági állatok termelési szintje illetve az előállított termék minősége a lehető legjobb legyen.

IRODALOM

- Bottje, W.G. – Wideman, R.F. Jr.*(1995): Potential role of free radicals in the pathogenesis of pulmonary hypertension syndrome. *Poult. Avian Biol. Rev.*, 6. 211–231.
- Buys, N. – Buysse, J. – Decuyper, E.*(1994): Ascites syndrome mortality and growth in two commercial broiler strains subjected to different early temperature programs. *Poult., Sci.*, 72. 135.
- Cao, G. – Sofic, E. – Pryor, R.L.*(1997): Antioxidant and prooxidant behaviour of flavonoids: structure-activity relationships. *Free Rad. Biol. Med.*, 22. 749–760.
- Chan, A.C.*(1993): Partners in defence, vitamin E and vitamin C. *Can. J. Pharmacol.*, 71. 725–731.
- Chan, A.C. – Tran, K. – Raynor, T. – Ganz, P.R. – Chow, C.K.*(1991): Regeneration of vitamin E in human platelets. *J. Bioi. Chem.*, 266. 17290–17295.
- Chance, B. – Sies, H. – Boveris, A.*(1979): Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol. Rev.*, 59. 527–606.
- Daba, M.H. – Abdel-Rahman, M.S.*(1998): Hepatoprotective activity of thymoquinone in isolated rat hepatocytes. *Toxicol. Lett.*, 95. 23–29.
- Erdélyi, M. – Mézes, M. – Virág, Gy.*(1999): A szeléndependens glutation-peroxidáz enzimek az állati szervezetben. I. Szerkezet, funkció és szabályozás. *Biokémia*, 23. 82–88.
- Gutteridge, J.M.C. – Halliwell, B.*(1990): The measurement and metabolism of lipid peroxidation in biological systems. *Trends Biochem. Sci.*, 15. 129–135.
- Halliwell, B. – Gutteridge, J.M.C.*(1999): *Free Radicals in Biology and Medicine*. 3rd. Ed. Oxford University Press, Oxford, 150–198.
- Hathcock, J.N.*(1997): Vitamins and minerals: efficiency and safety. *Am. J. Clin. Nutr.*, 66. 427–437.
- Hibbs, J.B. – Taintor, R.R. – Vavrin, Z. – Rachlin, R.M.*(1988): Nitric oxide: a cytotoxic activated macrophage effector molecule. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 157. 87.
- Holt, D. – Magos, L. – Weba, M.*(1980): The interaction of cadmium-induced rat renal methallothionein with divalent mercury *in vitro*. *Chem.-Biol. Interact.*, 32. 125–135.
- Jadhav, S.J. – Nimbalkar, S.S. – Kulkarni, A.D. – Madhavi, D.L.*(1996): Lipid oxidation in biological and food systems. In: *Madhavi, D.L. et al.* Eds.: *Food Antioxidants: Technical, Toxicological and Health Perspectives*. Marcel Dekker, New York, 5–63.
- Keele, B.B. – McCord, J.M. – Fridovich, I.*(1970): Superoxide dismutase from *Escherichia coli*: a new manganese-containing enzyme. *J. Bioi. Chem.*, 245. 2176–2178.
- Livrea, M.A. – Tesoriere, L. – Freisleben, H.J.*(1996): Vitamin A as an antioxidant. In: *Cadenas, E. – Packer L.* eds.: *Handbook of antioxidants*. Marcel Dekker, New York, 371–405.
- Madsen, H.L. – Bertelsen, G. – Skibsted, L.H.*(1997): Antioxidative activity of spices and spice extracts. In: *Risch, S.J. – Ho, C.T.* eds: *Spices. Flavour Chemistry and Antioxidant Properties*. American Chemical Society, Washington, D.C., 176–187.
- McCord, J.M. – Fridovich, I.*(1969): Superoxide dismutase – an enzymic function of erythrocyte. *J. Bioi. Chem.*, 244. 6049–6051.
- Meister, A. – Anderson, M.E.*(1983): Glutathione. *Ann. Rev. Biochem.*, 52. 711–760.
- Mézes, M.*(1999): Lipid peroxidation processes in metal toxicity. In: *Szilágyi M.* ed.: *Proc. Workshop Environmental Biochemistry of Heavy Metals*, Nyiregyháza, 60–68.
- Mézes, M. – Barta, M. – Nagy, G.*(1998): Comparative investigation on the effect of T-2 mycotoxin on lipid peroxidation and antioxidant status in different poultry species. *Res. Vet. Sci.*, 66. 19–23.
- Mézes, M. – Surai, P. – Sályi G. – Speake, B.K. – Gaál, T. – Maldjian, A.*(1997): Nutritional metabolic diseases of poultry and disorders of the biological antioxidant defense system. *Acta Vet. Hung.*, 45. 349–360.

- Mézes, M. – Virág, Gy. – Barta, M. – Abouzeid, A.D.(1996): Effect of lipid peroxide loading on lipid peroxidation and on the glutathione and cytochrome systems in rabbits. *Acta Vet. Hung.*, 44. 443–450.
- Motoyama, T. – Miki, M. – Mino, M. – Takashi, M. – Niki, E.(1989): Synergistic inhibition of oxidation in dispersed phosphatidylcholine liposomes by a combination of vitamin E and cysteine. *Arch. Biochem. Biophys.*, 270. 655–661.
- Mukai, K. – Daifuku, K. – Yokoyama, S. – Nakano, M.(1990): Stopped-flow investigation of antioxidant activity of estrogens in solution. *Biochim. Biophys. Acta*, 1035. 348–352.
- Navarro, F. – Nava, S. P. – Burgess, J.R. – Bello, R.I. – De Cabo, R. – Arroyo, A. – Villalba, J.M.(1998): Vitamin E and selenium deficiency induces expression of the ubiquinone-dependent antioxidant system at the plasma membrane. *FASEB J.*, 12. 1665–1673.
- Nicholls, P.(1972): Contributions of catalase and glutathione peroxidase to red blood cell peroxide removal. *Biochim. Biophys. Acta*, 279. 306–309.
- Niki, E. – Tsuchiya, J. – Tanimura, R. – Kamiya, Y.(1982): Regeneration of vitamin E from alpha-chromanoxyl radical by glutathione and vitamin C. *Chem. Lett.*, 789–792.
- Packer, L.(1998): α -lipoic acid: a metabolic antioxidant which regulates NK-kappa B signal transduction and protects against oxidative injury. *Drug. Metab. Rev.*, 30. 245–275.
- Palozza, P. – Krinsky, N.I.(1992): β -carotene and α -tocopherol are synergistic antioxidants. *Arch. Biochem. Biophys.*, 297. 184–187.
- Pietta, P.G.(2000): Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.*, 63. 1035–1042.
- Salin, M.L. – McCord, J.M.(1974): Superoxide dismutases in polymorphonuclear leukocytes. *J. Clin. Invest.*, 54. 1005–1009.
- Sies, H. – Grosskopf, M.(1975): Oxidation of cytochrome b5 and hydroperoxides in rat liver. *Eur. J. Biochem.*, 57. 513–520.
- Slater, T.F.(1972): Free radical mechanism in tissue injury. *Prion Books*, London
- Stillwell, W. – Dallmann, T. – Dumaul, A.C. – Crump, F.T. – Jenski, L.J.(1996): Cholesterol versus alpha-tocopherol: effects on properties of bilayers made from heteroacid phosphatidylcholines. *Biochemistry*, 35. 13353–13362.
- Stohs, S.J. – Bagchi, D.(1995): Oxidative mechanism in the toxicity of metal ions. *Free Rad. Biol. Med.*, 18. 321–336.
- Surai, P.F.(2002a): Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. *Nottingham University Press*, Nottingham, 1–21.
- Surai, P.F.(2002b): Antioxidant protection in the intestine: a good beginning is the half the battle. In: Lyons, T.P. – Jaques, K.T. eds.: *Mainstream tehniche*. Proc. Alltech's 18th Annual Conference, Nottingham University Press, Nottingham, 301–321.
- Surai, P.F. – Kuklenko, T.V.(2000): Effects of vitamin A on the antioxidant systems of growing chicken. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.*, 13. 1290–1295.
- Tanaka, K. – Hashimoto, T. – Tokumaru, S. – Iguchi, H. – Kojo, S.(1997): Interactions between vitamin C and vitamin E are observed in tissues of inherently scorbutic rats. *J. Nutr.*, 127. 2060–2064.
- Thomas, J.P. – Maiorino, M. – Ursini, F. – Girotti, A.W.(1990): Protective action of phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase against membrane-damaging lipid peroxidation. *J. Biol. Chem.*, 265. 454–461.
- Urano, S. – Matsuo, M. – Sakanaka, T. – Uemura, I. – Koyama, M. – Kumadaki, I. – Fukuzawa, K.(1993): Mobility and molecular orientation of vitamin E in liposomal membranes as determined by 19F NMR and fluorescence polarization technique. *Arch. Biochem. Biophys.*, 303. 10–14.
- Varst, van der R.(2001): Antioxidánsok mint takarmányadalékanyagok, a nagy termelékenység biztosítása. *Takarmányozás*, 4. 4. 22–25.
- Wang, S.T. – Chen, H.W. – Sheen, L.Y. – Lii, C.K.(1997): Methionine and cysteine affect glutathione level, glutathione-related enzyme activities and the expression of glutathione S-transferase isozymes in rat hepatocytes. *J. Nutr.*, 127. 2135–2141.
- Wang, X. – Quinn, P.J.(1999): Vitamin E and its function in membranes. *Progr. Lipid Res.*, 38. 309–336.

Érkezett: 2003. július
 Szerzők címe: Szent István Egyetem, Takarmányozástani Tanszék
 Authors' address: Szent István University, Department of Nutrition
 H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

AZ ENZIMEK SZEREPE A GAZDASÁGI ÁLLATOK TAKARMÁNYOZÁSÁBAN

HUSVÉTH FERENC — MAGYAR LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi időszakban jelentős kutatások folytak a gazdasági állatok takarmányához adott enzimek működésének pontosabb megértéséhez. Az enzimtechnológiában bekövetkezett fejlődés azt eredményezte, hogy a takarmányok emészthetőségének fokozása enzim-kiegészítésekkel mára már hatékony gyakorlattá vált. A jelen közlemény célja, a takarmányozás részére kifejlesztett, enzimtechnológiával kapcsolatos kutatások újabb eredményeinek bemutatása és azok alapján, a gyakorlat számára használható következtetések levonása. A tanulmány először a takarmányhoz adott enzimek használatával kapcsolatos néhány elméleti kérdést taglalja, ezt követően részletesen, külön fejezetben tárgyalja a rostban gazdag sejtfa, a fehérjék, majd a fitin-P emésztésében szerepet játszó enzimek használatát. Mindegyik rész egyaránt tárgyalja az együregű gyomrú állatok és a kérődzők takarmányainak enzim-kiegészítésére kifejlesztett módszereket és kutatási eredményeit.

SUMMARY

Husvéth, F. – Magyar, L.: ROLE OF EXOGENOUS ENZYMES IN FARM ANIMAL NUTRITION

In recent years, considerable research has been directed toward understanding the process of enzymes added to the diet of farm animals to improve nutritive value of feedstuffs. The development of enzyme technology based on supplementing diets with a source of microbial enzymes has proven to be a practical and effective method to enhance digestibility of nutrients in animal diets. The purpose of this paper is to discuss the recent developments in enzyme technology in animal nutrition, in order to draw conclusions for practical purposes. At first, the principles of the use of exogenous enzymes in the diet of farm animals are summarised. Then, the roles of enzymes in the digestion of fibre-rich cell wall, proteins and phytate-P are discussed in detail. Each part of the paper includes the effect of dietary enzyme supplementation, both for simple stomached animals (pig and poultry) and ruminants (cattle and sheep).

Az enzimek alkalmazásának alapelvei a gazdasági állatok takarmányozásában

Az enzimek jelentős mértékben előforduló természetes katalizátorok, amelyek felgyorsítják a kémiai reakciókat az élőszervezetekben, az egysejtű élőlényektől a növényeken keresztül, a magasabb rendű állati, illetve emberi szervezetekig, annak érdekében, hogy azok képesek legyenek az életfunkciók gyakorlására. Nélkülük, pl. az emésztőfolyamatok nem működnének. Mindez ideig több mint 3000 különböző enzimet fedezett fel a tudomány (Sheppy, 2001). Ezek, mint minden fehérje, különböző méretű és összetételű aminosav-láncból épülnek fel, és úgy gyorsítják fel a reakciókat, hogy a szubsztrátokhoz kötődve stabilizálják a teljes kémiai folyamatot a kívánatos termék képződése irányába. Ennek eredményeként sokkal kevesebb *aktivációs energiára* van szükség ahhoz, hogy a reakció tovább folytatódjon, így annak előrehaladása egy adott energia állapotot tekintve jelentős mértékben felgyorsul. Azok a körülmények, amelyek számottevő mértékben megváltoztatják az aktív enzimek szerkezetét, gyakran katalitikus képességük csökkenéséhez vezetnek. Ebből adódóan az enzimek nagyon érzékenyek arra a környezetre, amelyben működnek, különösen a hőmérsékleti és a pH hatásokra. Az enzimek ipari méretű, technológiai használata egészen 1874-ig nyúlik vissza, amikor először sikerült előállítani egy tisztított enzimet, a *rennint*, borjúgyomorból, amit még ma is kiterjedten használnak a sajtgyártásban. Ettől az időtől fogva az enzimek azonosítása, extrakciója és kereskedelmi méretű előállítása gyorsan fejlődött. Ma már széles körben használatosak különböző ipari folyamatokban, a bőrgyártástól, a textiliparon keresztül, az élelmiszeriparig.

Az állatok takarmányozásában az enzimek használatának fő célja a takarmányféleségek táplálóértékének fokozása. Valamennyi állat enzimeket használ a táplálék emésztésére, amelyeket vagy saját szervezete, vagy az emésztőcsövükben jelen levő mikroorganizmusok termelnek. Az emésztési folyamatok hatékonysága azonban soha nem éri el a 100%-ot. Az együregű gyomrú gazdasági állatok, az elfogyasztott takarmány szervesanyagainak mintegy 15–25%-át még a legkedvezőbb esetben sem képesek megemésztetni. Ennek megfelelően, a gazdasági állatok takarmányainak enzim-kiegészítése, amelyet a hatékonyabb takarmányértékesítés érdekében teszünk, tulajdonképpen az állat saját emésztési folyamatának kiegészítése.

A legtöbb állati termék előállítása során a takarmányozási költség teszi ki az önköltség legnagyobb hányadát. Ennek megfelelően a takarmányok ára és táplálóértéke jelentősen befolyásolja annak gazdaságosságát. A gazdaságosságot meghatározó tényezők közül gyakran előtérbe kerül az a tény, hogy az állatok nem képesek megfelelő hatékonysággal emészteni bizonyos takarmányok alkotórészeit, különösen a rostot. Az elmúlt időszak jelentős kutatási eredményei ellenére megállapítható az, hogy a takarmányok *potenciális táplálóértéke* az állat szintjén nem érvényesül. Négy fő területen lehet kiemelkedő jelentősége az enzimek alkalmazásának:

— Használatukkal egyes *antinutritív faktorok*, amelyek jelentős számú takarmányalkotóban fordulnak elő, biztonságosan lebonthatóak.

— Fokozzák a rostús sejtfallal körülvett keményítő, fehérje, vagy ásványi anyagok hasznosulását, amelyeket az állat saját enzimrendszere nem tud elér-

ni, illetve olyan kémiai kötésekben vannak jelen, amelyeket az állat nem tud emészteni (pl. fitinfoszfát).

— Segítségükkel olyan specifikus kémiai kötések bonthatók le, amelyeket az állatok saját enzimmrendszere általában nem képes emészteni, így több táplálóanyag szabadítható fel és értékesül az állatokban.

— A fiatal állatok még fejletlen endogén emésztőenzim szekrécója jól kiegészíthető enzimmészítményekkel, így emésztési hatékonyságuk az elválasztás előtti időszakban eredményesen fokozható.

A táplálóanyagok hasznosulásának fokozásán kívül, enzimek adagolásával az egyes takarmányfélések beltartalmi értéke közötti eltérések csökkenthetőek, ezáltal biztonságosabbá tehető a termelési igényeknek megfelelő takarmányadag összeállítása. A kiegyenlített takarmányozással az állatcsoportok egyöntetűsége fois kozható, ami mind technológiai, mind ökonómiai szempontból kiemelkedő jelentőséggel bír.

Az előzőekben említett gazdasági előnyökön túl, az enzimek alkalmazása a takarmányozási gyakorlatban számos ökológiai előnyt is kínál. Mivel az állat jobban hasznosítja a táplálóanyagokat, kevesebb kerül kiválasztásra a bélsárral, illetve a vizelettel, az az a környezet szerves és szervetlen anyag terhelése jelentős mértékben csökkenthető. Becslések szerint (*Sheppy, 2001*) az enzimek okszerű alkalmazásával, az ürülő szervesanyag 20%-kal, a nitrogén exkréción 15–20%-kal csökkenthető a sertés-, illetve baromfitartásban. Kiemelkedő fontosságú lehet az, hogy pl. fitáz enzim adagolásával, a környezet foszforterhelése is nagymértékben csökkenthető.

Ez idő szerint négyféle enzimtípus használata terjedt el a takarmányozásban: a rostbontók, a fehérjebontók, a keményítőbontók és a fitinsavat bontók.

Enzimek használata a növényi rostok emésztésének fokozására

A gazdasági állatok emésztését korlátozó tényezők közül kiemelkedő szerepet játszik a rostbontás alacsony hatékonysága. Az együregű gyomrú állatok (sertés, baromfi) szervezetében, rost emésztésére alkalmas enzimek nem termelődnek. Ha a takarmánykeverékben *búza, árpa, rozs* vagy *tritikálé* fordul elő alkotóként, a rost jelentős része oldható, illetve arabinoxilán vagy β -glükán formájában van (*Petterson és Aman, 1988; Bedford és Classen, 1992*). Az oldható rost növelheti a vékonybél-tartalom viszkozitását, ami az emésztés hatékonyságának csökkentése miatt, a gazdasági állatok termelésének romlásához vezet (*Cowan, 1985; Choct, 1988; Edwards, 1988; Rotter és mtsai, 1989; Choct és Annison, 1992; 1. táblázat*). A búza és az árpaszem rosttartalma tág határértékek között változhat a fajtától, a termőhelytől vagy a klimatikus tényezőktől függően. Ez utóbbi azt eredményezi, hogy az említett gabonafélék táplálóértékében tekintélyes különbségek adódhatnak a rosttartalom mennyiségétől és kémiai összetételétől függően (*Shulze és mtsai, 1997*).

Az előzőekben megfogalmazott kedvezőtlen hatások, rostbontó enzimek alkalmazásával, jelentős mértékben csökkenthetőek. Ma már egyértelműen bizonyított, hogy a sejtfalat alkotó rostfrakció két fő komponense, a cellulóz és a hemicellulóz, enzimek segítségével oldható cukrokra bontható (*Mandels, 1985; Viikari és mtsai, 1993*). Ezeket az enzimeket közös néven *cellulázoknak* illetve *hemicellulázoknak* nevezzük. A mikroorganizmusok, közöttük baktériumok és

gombák, képesek arra, hogy ezeket az enzimeket, elkülönítlen vagy aggregált komplexek formájában (Wood, 1985; Bhat és Bhat, 1997) előállítsák. Ezen enzimeknek három fő típusát különböztetjük meg, név szerint az *endoglükozidázokat*, az *exoglükozidázokat* és a *β -glükozidázokat*.

1. táblázat

A búza oldható arabinoxilán tartalmának hatása a brojlercsirkék termelésére
(Choct és Anison, 1992)

| Arabinoxilán tartalom, g/kg sz.a.(1) | Energiatart., AME MJ/kg sz.a.(2) | Súlygyarapodás, g/nap(3) | Tak.értékesülés, kg tak./kg élősúly(4) | N-retenció, g/nap(5) | Tak.fogyasztás, g/nap(6) |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|----------------------|--------------------------|
| 25,90 | 15,05 ^a | 58,00 ^a | 1,91 ^a | 3,05 ^a | 110,00 ^a |
| 30,80 | 15,00 ^a | 58,00 ^a | 1,94 ^a | 2,89 ^a | 112,00 ^a |
| 48,00 | 13,34 ^b | 44,00 ^{bc} | 2,49 ^{bc} | 2,42 ^b | 106,00 ^a |
| 65,70 | 12,28 ^c | 36,00 ^{bc} | 2,70 ^c | 1,96 ^c | 92,00 ^b |
| SE (összevont)(7) | 0,22 | 2,50 | 0,12 | 0,13 | 3,10 |

^{a,b,c} = az azonos oszlopon belül eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(8)

Table 1.: Effects of soluble arabinoxylans from wheat on the production of broilers arabinoxylan, g/kg DM(1), energy, AME, MJ/kg(2), weight gain, g/day(3), feed conversion ratio, kg feed/kg body weight(4), nitrogen retention, g/day(5), feed intake, g/day(6), SE(together)(7), different letters(a,b,c) within columns differ significantly P<0,05(8)

A legtöbb takarmánynövény sejtfafrakciójának hemicellulóz komponense főként *xilánokat* és *mannánokat* tartalmaz, amelyek teljes és hatékony bontása szélesebb körű enzim-választékot igényel (Biely és mtsai, 1992). A hemicellulóz bontásában szerepet játszó enzimek közül legfontosabbak az endoxilánázok (*xilánázok*) és az endomannázok (*mannázok*), amelyek a lánc gerincét alkotó belső kötések bontják (Viikari és mtsai, 1993). Más hemicellulázok, közöttük a β -xilozidáz, a β -mannizidáz, az α -arabinofuranozidáz, az α -D-glükoronidáz, az α -galaktozidáz, a fenil- és az acetil-észterázok az oldalláncokat és szubsztituenseit hasítják (Biely és mtsai, 1992; Coughlan és Hazlewood, 1993). Az elmúlt 10–20 évben létrejött intenzív fejlődés a biotechnológiában lehetővé tette az előzőekben felsorolt enzimek ipari méretű előállítását és gazdaságos felhasználását a takarmányozásban (Clarkson és mtsai, 2001). A cellulóz- és a hemicellulózbontó enzimek gyakorlati alkalmazásának biztonságát számos kutatás alapozza meg. Együregű gyomrú állatokkal (baromfi, sertés) végzett kísérletek azt igazolják, hogy a nagy β -glükán tartalmú, magas viszkozitású árpa és a magas arabinoxilán tartalom eredményeként alacsony ME tartalmú búzafajták takarmányozási értéke, *glikánáz* alapú (poliszacharid-bontó) kereskedelmi enzimpreparátumokkal hatékonyan fokozható (2. és 3. táblázatok). Sertés esetében, ilyen jellegű enzimekkel, különösen fiatal korban (<40 kg) értek el kiemelkedő eredményeket. Baido és mtsai (1998) mikrobiális eredetű enzim-kiegészítések alkalmazásakor 40 kg súlyú süldőkkel, a súlygyarapodásban 17, a takarmányértékesülésben 10%-os javulást tapasztaltak. Idősebb korú sertésekkel beállított kísérletek az előzőeknél szerényebb eredményeket hoztak (Thacker és mtsai, 1992).

Az exogén jellegű rostbontó enzimekkel kapcsolatos kutatások kérdő állatfajokkal az 1960-as évekre nyúlnak vissza.

2. táblázat

Glikanáz enzim[®] hatása az eltérő ME-tartalmú búzát fogyasztó brojlercsirkék teljesítményére (Choct és mtsai, 1995)

| Takarmánykezelés(1) | Súlygyarapodás, g/nap(2) | Tak.fogyasztás(3) | Tak.értékesítés(4) | AME*, MJ/kg sz.a.(5) |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| | | g/nap | kg tak./kg élősúly(6) | |
| Kukoricaalapú kontroll (7) | 63 ^a | 122 | 1,94 ^a | 16,65 ^a |
| Alacsony ME-tartalmú búza(8) | 44 ^b | 110 | 2,52 ^b | 12,02 ^c |
| Alacsony ME-tartalmú búza+enzim(9) | 57 ^{ab} | 112 | 1,98 ^a | 14,94 ^b |
| Normál búza(10) | 55 ^{ab} | 111 | 2,03 ^a | 18,83 ^b |
| Normál búza+enzim(11) | 62 ^a | 119 | 1,94 ^a | 14,86 ^b |
| SEM (összevont)(12) | 4,7 | 8,1 | 0,021 | 0,20 |

[®] Avizyme TX, Finnfeeds International, Marlborough, England (xilanáz: 2000 U/kg, β-glükánáz: 300 U/g, pektináz 15 U/g), * Látszólagos ME, ^{a,b,c} = az azonos oszlopon belül eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(13)

Table 2.: Effects of a glycanase product (Avizyme TX) on the performance of broiler chickens fed with wheat of different ME content

treatments(1), weight gain, g/day(2), feed intake(3), feed conversion efficiency(4), apparent ME, MJ/kg DM(5), kg feed/kg body weight(6) control with corn(7), low ME wheat(8), low ME wheat+enzyme(9), normal wheat(10), normal wheat+enzyme(11), SEM (together)(12), different letters(a,b,c) within colinus differ significantly P<0,05(13)

3. táblázat

Táplálóanyagok emészthetősége(%), nagy viszkozitású árpa etetésekor, β-glükánáz[®] enzim kiegészítéssel brojlercsirkékben (Almirall és mtsai, 1995)

| Takarmánykezelés(1) | Nyersfehérje(2) | Nyerszsír(3) | Keményítő(4) |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| | g/100 g | | |
| Nagy viszkozitású árpa(5) | 77,1 ^a | 72,3 ^b | 95,8 |
| Nagy viszkozitású árpa+β-glükánáz(6) | 83,7 ^b | 86,2 ^a | 97,9 |
| SEM (összevont)(7) | 0,99 | 1,41 | 0,92 |

[®] Trichoderma longibrachiatum (Finnfeeds International, Marlborough, Wiltshire, England), ^{a,b,c} = az azonos oszlopon belül eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(8)

Table 3.: Fecal nutrient digestibilities of broiler chicks fed high viscosity barley diet with or without β-glucanase

dietary treatment(1), crude protein(2), crude fat(3), starch(4), high viscosity barley(5), high viscosity barley + β-glucanase(6), SEM (together)(7), different letters(a,b,c) within colinus differ significantly P<0,05(8)

Az akkori kutatási eredmények nyomán kapott bizonytalan hatások, az enzimpreparátumok gyengébb minősége, és magas ára, gátat szabott az enzimek elterjedésének. A fermentációs költségek csökkenése és az egyre megbízhatóbb készítmények előállítása olyan újabb kutatások kezdeményezéséhez vezettek, amelyek felülvizsgálták az exogén enzimek használatát a kérődzők termelésében. A komplex takarmányok, széna vagy szemes termények hatékony emésztése valójában az enzimek jelentős számát, szó szerint értve, százaikat követeli meg. Az ilyen jellegű enzim-kiegészítések forgalmazása során, a készítmények hatékonyságát általában a sejtfalbontó aktivitásuk alapján minősítik és gyakran cellulázok-ként vagy xilanázokként kerülnek a köztudatba. A

forgalmazott termékek közül azonban egyik sem tiszta, csak egyetlen enzim aktivitását mutatja, hanem másodlagos enzimaktivitásként amilázok, proteázok vagy pektinázok csaknem mindig jelen vannak. A cellulóz és a hemicellulóz lebontása számos enzimet igényel. Az egyes enzimek aránya és aktivitása jelentős mértékben befolyásolja a kereskedelmi forgalomba kerülő készítmények sejtfalbontó aktivitását.

Az 1990-es években, és az azt követően végzett kutatások változó eredményekről számolnak be az exogén enzimek tejelőtehenek termelésére gyakorolt hatásáról. Celluláz és xilanáz enzimek keverékét alkalmazva, 40–50% abrakkeveréket és lucernaszilázst, illetve lucernaszénát, valamint lucerna-, és kukoricaszilázst keverékét, illetve lucernaszénát fogyasztó tehenek esetében nem sikerült a termelt tej mennyiségét növelni, vagy annak összetételét kedvezően megváltoztatni (*Luchini és mtsai, 1997; Nussio és mtsai, 1997*). *Beauchemin és mtsai* (1999) kísérletében az exogén enzimkiegészítés hatására mutató tejtermelési eredmények nagymértékben függtek az alkalmazás módjától. Ha a celluláz/xilanáz készítményt a teljes keverékre permetezték, nem tapasztaltak eltérést a tehenek tejtermelésében az enzimkezelésben nem részesült kontrollhoz viszonyítva, de az abrakkeverékhez adagolva ugyanakkor napi 4 kg tejtermelés növekedést figyeltek meg tehenenként. *Yang és mtsai* (1999) ugyancsak szignifikáns tejtermelés növekedést tapasztaltak akkor, ha az enzimkészítményt a lucernapellethez, vagy ha az abrakkeverékhez adagolták (4. táblázat). Ez utóbbi kísérletben, a tej összetétele is szignifikánsan változott, ugyanis enyhén növekedett a tej laktóztartalma.

4. táblázat

A takarmány enzimkiegészítésének* hatása tejelő tehenek tejtermelésére és a tej összetételére (*Yang és mtsai, 1999*)

| Termelési adatok(1) | Takarmánykezelés(2) | | | SE |
|------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------|
| | Kontroll(3) | HH(4) | HT(5) | |
| Tejtermelés, kg/nap(6) | | | | |
| tényleges(7) | 23,7 ^b | 25,6 ^a | 25,3 ^{ab} | 0,60 |
| 4% FCM | 22,4 ^b | 24,6 | 24,2 ^a | 0,70 |
| SCM | 22,2 ^b | 24,4 ^a | 24,2 ^a | 0,70 |
| Tejösszetétel, %(8) | | | | |
| zsír(9) | 3,79 | 3,78 | 3,76 | 0,11 |
| fehérje(10) | 3,36 | 3,48 | 3,49 | 0,04 |
| laktóz(11) | 4,56 ^b | 4,60 ^{ab} | 4,62 ^a | 0,05 |

*=Pro-Mote[®] (Biovance Technologies Inc., Omaha, NE: főként xilanáz és celluláz (endoglükánáz) aktivitással rendelkező, enzimeket tartalmazó preparátum(12), HH=a takarmány lucernaszénapellet komponenséhez adagolva 2 g/sz.a. kg enzimkészítmény(4), HT=a teljes takarmányadaghoz adagolva 1 g/ sz.a. kg enzimkészítmény(5), ^{a,b}: az azonos sorban feltüntetett és eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek (P<0,05)(13)

Table 4.: Milk production and milk composition of lactating cows fed diets containing fibrolytic enzymes

item(1), dietary treatments(2), control(3), HH=diet that contained alfalfa hay cubes treated with 2 g of enzyme mixture/kg of hay(4), HT=diet that contained both alfalfa hay cubes and concentrate treated with 1 g of enzyme mixture/kg of DM(5), milk production, kg/day(6) actual(7), milk composition(8), fat(9), protein(10), lactose(11), *: Pro-Mote[®] contained mainly xylanase and cellulase (endoglucanase) activities(12), different letters(a,b) same row differ significantly P<0,05(13)

A hízómarhákkal végzett kísérletek azt igazolják, hogy az enzim-kiegészítések kedvező hatást gyakorolhatnak a súlygyarapodásra és a takarmányértékesítésre, bár a pozitív hatás nem mindig egyértelmű. Celluláz és xilanáz készítmények keverékének eltérő szintű alkalmazása 30–36% súlygyarapodás növekedést eredményezett hízótinók esetében, ha azokat széna, vagy szénapellet alapú takarmányozásban részesítették. Nem tapasztalták ugyanakkor ezt a kedvező hatást akkor, ha az állatok takarmányozását árpaszilázsra alapozták (*Beauchemin és mtsai, 1995*). Gomba eredetű enzimpreparátum alkalmazásakor viszont javulást tapasztaltak a növendékmarhák súlygyarapodásában lucernaszilázs (*Michal és mtsai, 1996; Prichard és mtsai, 1996*), vagy árpaszilázs (*McAllister és mtsai, 1999*) etetése esetén is.

A sejtfalbontó enzimek hatására mutatózó kedvezőbb termelési eredményeket a kérődzőkkel végzett emésztés-élettani kísérletek megfelelően támasztják alá. A celluláz és xilanáz enzimaktivitással rendelkező preparátumok kedvezően befolyásolják az állatok szárazanyag-felvételét és a rostfrakciók emészthetőségét (*Feng és mtsai, 1996; Dong és mtsai, 1999, 5–6. táblázatok; Krueger és mtsai, 2003*).

5. táblázat

Celluláz és xilanáz enzim[®] kiegészítés hatása a csomósebir széna (*Dactylis glomerata*) emészthetőségére, *in vitro* (*Dong és mtsai, 1999*)

| Emészthetőség, %(1) | Takarmánykezelés(2) | | SE |
|---------------------|---------------------|----------------------|-----|
| | Kontroll(3) | Enzim-kiegészítés(4) | |
| Szervesanyag(5) | 33,5 ^b | 36,6 ^a | 0,8 |
| Cellulóz(6) | 26,7 ^b | 30,8 ^a | 1,1 |
| Hemicellulóz(7) | 36,4 ^b | 43,5 ^a | 0,9 |

[®] Novo Nordisk, Denmark, ^{a,b} Az azonos sorban feltüntetett és eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek ($P < 0,05$)(8)

Table 5.: Effect of exogenous fibrolytic enzymes on digestibility of orchardgrass (*Dactylis glomerata*) hay digestibility(1), dietary treatments(2), control(3), enzyme treated(4), organic matter(5), cellulose(6), hemicellulose(7), different letters(a,b) same row differ significantly $P < 0,05$ (8)

Magyarországon *Thermomyces lanuginosus* gombafajjal *Bata és mtsai* (2002) állítottak elő olyan xilanáz enzimpreparátumot, ami a kérődző állatfajok termelésének fokozására előnyösen használható. A készítmény alkalmazásával a bendő xilanáz aktivitása jelentős mértékben fokozható, lignocellulolitikus tevékenységének eredményeként növeli a rostfrakciók emészthetőségét (1. ábra).

Fehérjebontó enzimek

A nyers takarmány-alapanyagok fehérjetartalmának minősége és hasznosíthatósága között tekintélyes különbség mutatkozik. A főbb növényi fehérjeforrások, mint a hüvelyes magvak bizonyos antinutritív faktorokat (ANF) pl. *lektineket, tripszin* inhibitorokat tartalmaznak, amelyek a bél abszorptív felületének károsodását válthatják ki, ami jelentős mértékben ronthatja a táplálóanyagok emésztését. Ezenkívül, a fiatal állatok még fejletlen emésztőkészüléke nem képes optimális mértékben hasznosítani a hüvelyes magvakban előforduló, bizonyos raktárfehérjéket (glicinin, β -konglicinin).

Fűfélék enzimekiesztítésének* hatása ökrök szárazanyag-, és rostfelvételére, valamint az emészthetőségre (Feng és mtsai, 1996)

| Mutatók(14) | Kezelések(1) | | | | SEM |
|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------|
| | kontroll(2) | fűszéna(3) | nedves fű(4) | fonnyasztott fű(5) | |
| | | | | | |
| Sz.a.-felvétel, kg/nap(6) | 11,82 ^d | 13,21 ^b | 12,06 ^{cd} | 12,63 ^{bc} | 0,23 |
| NDF felvétel, kg/nap(7) | 6,09 ^c | 6,83 ^b | 6,18 ^c | 6,46 ^{bc} | 0,14 |
| ADF felvétel, kg/nap(8) | 3,89 ^c | 4,37 ^b | 3,90 ^c | 4,13 ^{bc} | 0,09 |
| Sz.a. emészthetőség, %(9) | 54,53 ^c | 59,16 ^b | 56,23 ^c | 56,03 ^c | 0,58 |
| NDF emészthetőség, %(10) | 46,11 ^c | 50,23 ^b | 45,56 ^c | 46,26 ^c | 1,08 |
| ADF emészthetőség, %(11) | 43,54 ^c | 49,25 ^b | 45,23 ^c | 47,15 ^{bc} | 1,15 |

*: Alphazyme és Grassyme (Finnfeeds International, Marlborough, U.K. főként celluláz, xilanáz és cellobióz enzimeket tartalmazó preparátum(12), (1)= 2,1 mL/kg szárazanyag mennyiséget permeteztek az enzimekiesztítményből nedves, fonnyasztott (41% szárazanyag), vagy szárított (légszáraz) fűszénához, ^{b,c,d}=Az azonos sorban feltüntetett és eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek (P<0,05)(13)

Table 6.: Effect of fibrolytic enzyme treatment of grass forage on intake and digestibility by steers

treatments(1), control(2), enzyme applied to grass hay(3), enzyme applied to fresh grass(4), enzyme applied to grass forage at wilting(5), DM intake, kg/day(6), NDF intake, kg/day(7), ADF intake, kg/day(8), DM digestibility(9), NDF digestibility(10), ADF digestibility(11), *: Alphazyme and Grassyme containing cellulase, xylanase and cellobiose activities(12), different letters(b,c,d) same row differ significantly P<0,05(13)

1. ábra: *Thermomyces lanuginosus* (NCAIN 001288) gombatorzs által termelt xilanáz enzim lignocellolitikus aktivitása napraforgóhéj szubsztráton (Bata és mtsai, 2002)

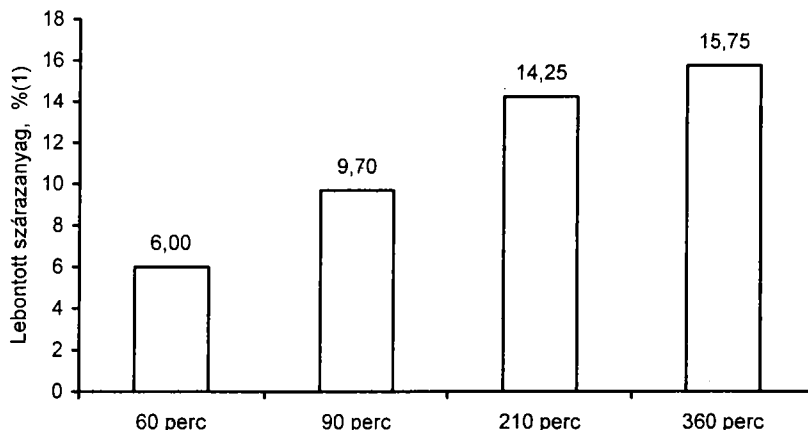


Fig. 1.: Lignocellolytic activity of xylanase from TL on sunflower hull substrate

A proteáz enzimek használata segítség lehet a fehérjeszerű ANF-ok negatív hatásainak kivédéséhez, ezenkívül a hüvelyesekben lévő nagy molekulájú raktárfehérjéket lebontva kisebb, felszívódásra alkalmas frakciókat hozhatunk létre.

Huo és mtsai (1993) bizonyították, hogy az általuk vizsgált gomba és bakteriális eredetű proteázok különböző mértékben képesek inaktíválni a nyers szójában lévő tripszin inhibitorokat és a lektint. A jelzett kísérletben a szerzők nem tettek különbséget a gomba-, illetve a bakteriális eredetű proteázok hatékonysága között. Az eredmények alapján azonban úgy tűnt, hogy a bakteriális eredetű proteázok a tripszin inhibitorok lebontása szempontjából hatékonyabban voltak, mint a gomba eredetűek. *Meijer és Spekking* (1993) munkájuk során olyan mikroorganizmusokat izoláltak, amelyek egyedüli szén-, nitrogén-, illetve kénforrásként tisztított szója tripszin inhibitorot használtak fel életműködésükhöz, miközben több napon keresztül inaktívtartották azokat. Ez azt bizonyította, hogy a vizsgált mikroorganizmusok olyan enzimműködéssel rendelkeznek, amely képes hidrolizálni a szójában lévő tripszin inhibitorokat. Ez nem jelenti viszont szükségszerűen azt, hogy az enzimműködés során a tripszin inhibitorok előnybe kerülnek a szójában levő más C, N vagy S forrásokkal szemben. A szóbanforgó enzimek ugyanakkor potenciális aktivitással rendelkezhetnek más növényi fehérjeforrásokban előforduló tripszin inhibitorok ellen is (*Thorpe és Beal*, 2001).

Hessing és mtsai (1996) két mikrobiális eredetű proteáz hatékonyságát vizsgálták az antinutritív faktorok lebontását tekintve, valamint azt, hogy az enzimatikusan hidrolizált szójaliszt milyen mértékben képes fokozni a választott malacok és a brojlercsirkék teljesítményét. A kísérleti állatok etetése előtt a szójadarát proteázokkal kezelték. A vizsgált két proteáz közül az egyik preparátum (P1) eredményesen hidrolizálta a *glicinint* és a β -konglicinint, de nem volt hatással a lektinre és nem befolyásolta kedvezően a malacok és a brojlercsirkék termelési paramétereit. A másik enzimműködtető (P2) ugyanakkor szignifikáns javulást eredményezett a malacok és a brojlercsirkék növekedésében egyaránt.

Beal és mtsai (1998a) három proteáz aktivitását tanulmányozták *in vitro* technikával annak érdekében, hogy meghatározzák azok hatását nyers-, vagy hőkezelt szójadara nitrogénjének emészthetőségére. A három proteáz enzim, vizsgálataik során szignifikáns mértékben, kb. 5–12%-kal fokozta az emészthetőséget a kontrollhoz viszonyítva. Jelzett szerzők egy másik kísérletükben (*Beal és mtsai*, 1998c) a három proteáz közül egyet (P4) vizsgálva igazolták, hogy a proteázkezelés csökkenti a proteinkötések számát és annak denzitását a 66 kDa-nál nagyobb molekulásúlyú fehérjék esetében, amely a káros nagy molekulásúlyú raktárfehérjék (*glicinin*, β -konglicinin) hidrolízisét jelzi. *Rooke és mtsai* (1998) ugyancsak igazolták, hogy a szójaliszt előkezelése proteáz enzimekkel (P1 és P2) megváltoztatja annak összetételét és növeli az oldható α -amino nitrogén koncentrációját, illetve csökkenti az antigén jellegű fehérjék mennyiségét. Az előző, kedvező, eredményekhez viszonyítva, *Caine és mtsai* (1997) nem tapasztaltak kedvező változásokat a proteázokkal előkezelt szójadara, a fehérjetartalmának, illetve egyes aminosavainak emészthetőségében, választott malacokkal beállított kísérleteikben.

A proteáz enzimek alkalmazásának termelési eredményekre gyakorolt hatásait a 7. táblázat foglalja össze. Mint ahogyan az látható, az eredmények változóak. Egyes kísérletekben az enzim előkezelések pozitív hatást gyakoroltak bizonyos termelési paraméterekre, másoknak viszont nem volt szignifikáns hatása. Mint más esetekben, ez alkalommal is nehéz közvetlen összehasonlításokat tenni a táblázatba foglalt kísérletek között, az állatok eltérő kora, súlya

és genotípusa, valamint a felhasznált takarmánykeverékek eltérősége miatt. Egyértelműnek tűnik azonban az, hogy néhány kísérletben az állatok (választott malacok, brojlercsirkék) súlygyarapodása és takarmányértékesítése, proteázok alkalmazása esetén, szignifikánsan nőtt.

7. táblázat

A szója proteáz enzimekkel történő előkezelésének hatása a gazdasági állatok termelési paramétereire

| A kísérleti állat és a szója jellege | Proteáz | Az enzimekkelés eredményeinek összefoglalása a kontrollhoz viszonyítva | Referencia |
|--|------------|---|--|
| Választott malac (21. napos kortól) SBM(1) | Savas (P2) | Szignifikáns növekedés ($P < 0,01$) a súlygyarapodásban. A választás utáni 7 nap alatt: 155(T) vs. 95(C) g/nap; 21 nap alatt 392(T) vs. 347(C) g/nap. Nincs szignifikáns eltérés a takarmányértékesítésben | Rooke és mtsai (1996) |
| Csirke (7–27 nap) SBM(1) | Savas (P2) | Szignifikáns növekedés ($P < 0,01$) a súlygyarapodásban: 41(T) vs. 30(C) g/nap; a tak.értékesítésben 1,26(T) vs. 1,56(C) kg/kg tak., és a N látszólagos emészthetőségében: 0,85(T) vs. 0,76(C) | Hessing és mtsai (1996) |
| | Lúgos (P1) | Nincs szignifikáns változás a súlygyarapodásban a takarmányértékesítésben, és a N látszólagos emészthetőségében | |
| Választott malac (14 napos kortól) SBM(1) | Savas (P2) | Szignifikáns növekedés a súlygyarapodásban. A választás utáni 7 nap alatt: 120(T) vs. 64(C) g/nap ($P < 0,01$); 14 nap alatt: 181(T) vs. 128(C) g/nap ($P < 0,05$). Nincs szignifikáns változás a takarmányértékesítésben | Hessing és mtsai (1996) Rooke és mtsai (1996) |
| Növendéksertés (<33,5 kg) FFSB(2) | (P4) | Nincs szignifikáns különbség a súlygyarapodásban és a takarmányértékesítésben | Beal és mtsai (1998b) |
| Növendéksertés (<33,5 kg) ROW(3) | (P4) | Szignifikáns növekedés ($P < 0,05$) a napi takarmányfelvételben: 1,37(T) vs. 1,24(C) kg és a napi súlygyarapodásban: 606(T) vs. 529(C) g. Nincs szignifikáns különbség a takarmányértékesítésben | Beal és mtsai (1999) |

(1) = extrahált szójadara, (2) = full fat szója, (3) = nyers szója; (T) = enzimekkelés, (C) = kontroll

Table 7.: Summary of the results of recent trials utilizing protease pretreatment of soybean

A szóján kívül más fehérjeforrások esetében is sikereket ígérhet a proteázok alkalmazása az antinutritív faktorok lebontása és ezen keresztül takarmányértékük növelése érdekében. Castanon és Marquart (1989) eltérő enzimek hatását vizsgálták különböző kombinációkban nyers, autoklavozott és áztatott lóbab (*Vicia faba*, L.) esetében. A kísérleteik során azt tapasztalták, hogy a cellulóz és a proteáz enzimek, valamint a kettő kombinációja szignifikánsan, kb. 5–10%-kal növelte a fiatal csirkék súlygyarapodását és takarmányértékesítését. A nyers és az áztatott lóbab esetében csak a proteáz és a celluláz enzimek kombinációja eredményezett szignifikáns javulást a kontrollhoz viszonyítva.

A fitáz enzim szerepe a foszforemérsztésben

A növényi eredetű takarmányokban jelentős mennyiségben található fitin-sav, amelyet gazdasági állataink alacsony hatásfokkal emésztenek. A nagy

fitinfoszfát tartalmú ürülék súlyosan károsíthatja a természetes vizeket vagy más ökológiai rendszereket. A fitin-P gyenge emészthetősége növeli a termelési költséget, mivel foszfor-kiegészítést tesz szükségessé annak érdekében, hogy az állatok P-szükségletét kielégítsük. Továbbá ismert az a tény, hogy komplexképző tulajdonsága miatt, az emészthetetlen *fitát* negatív hatást gyakorol az ásványi anyagok és a fehérje emészthetőségére (Anderson, 1985; Oberleas és Harland, 1996). Az elmúlt években tekintélyes volumenű kutatást végeztek annak érdekében, hogy pontosabban megértsük a fitát emésztésével kapcsolatos folyamatokat, továbbá, hogy olyan módszerek kerüljenek kifejlesztésre, amelyek javítják a gazdasági állatok foszforhasznosításának hatékonyságát. Az enzimtechnológia előrehaladása nyomán megnyílt a gyakorlati lehetősége annak, hogy mikrobás eredetű fitázzal egészítsük ki a takarmányokat az állatok foszforhasznosításának fokozása érdekében. Kornegay (2001) közleményében összefoglalja a leggyakrabban használt takarmánykomponensek fitát-tartalmát és fitáz aktivitását (8. táblázat).

8. táblázat

Néhány takarmány-alapanyag fitát-foszfortartalma és fitáz aktivitása (Kornegay és mtsai, 2001 nyomán)

| Takarmány(1) | Összes P, g/kg(2) | Fitát-P, összes P%-a(3) | Fitát-P, g/kg(4) | Fitázaktivitás NE/kg(5) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Gabona és melléktermékei(6) | | | | |
| Kukorica(7) | 3,3 | 72 | 2,4 | 15 |
| Búza(8) | 3,9 | 69 | 2,7 | 1193 |
| Cirok(9) | 3,6 | 66 | 2,4 | 24 |
| Árpa(10) | 4,2 | 64 | 2,7 | 582 |
| Zab(11) | 4,3 | 67 | 2,9 | 40 |
| Búzakorpa(12) | 13,0 | 71 | 9,2 | 2957 |
| Olajos magvak(13) | | | | |
| Szója(14) | 6,5 | 60 | 3,9 | 8 |
| Repce(15) | 11,9 | 59 | 7,0 | 16 |
| Napraforgó(16) | 11,6 | 77 | 8,9 | 60 |
| Földidió(17) | 6,0 | 80 | 4,8 | 3 |
| Gyapotmag(18) | 12,0 | 70 | 8,4 | — |

Table 8.: Phytate phosphorus content and phytase of some common feed ingredients ingredient(1), total P, g/kg(2), phytate P, % of total P(3), phytate P, g/kg(4), phytase activity, units/kg(5), cereals and by-products(6), maize(7), wheat(8), sorghum(9), barley(10), oats(11), wheat bran(12), oilseed meals(13), soybean meal(14), canola meal(15), sunflower meal(16), groundnut meal(17), cottonseed meal(18)

Saját kísérleteink és más kutatók (Ravindran és mtsai, 1995) által publikált adatok szerint a cereáliák és a hüvelyes magvak közelítőleg azonos fitát koncentrációt tartalmaznak, az olajos magvak ennél magasabb fitát-P tartalomúak. Átlagosan, a foszfor mintegy 70%-a van fitin kötésben a takarmánynövényekben. A gabonamagvak és az olajosmagvakból készített takarmánykomponensek P-tartalmának biológiai hasznosíthatósága, baromfiban és sertésben kicsi. A kukoricaszemben és a szójában levő foszfor emészthetősége, pl. 10–30% közötti (Jongbloed és Kemme, 1990). Ez az alacsony hasznosíthatóság azt eredményezi, hogy a gazdasági állatok szükségletét csak foszfor-kiegészítéssel lehet biztosítani és megnöveli a P-exkréciót.

A fitázok széles körben fordulnak elő a mikroorganizmusokban, a növényekben és bizonyos állati szövetekben (Nys és mtsai, 1996). A monogasztrikus állatok emésztőkészülékében a fitáz enzimek négy forrása lehet: (i) az emésztőszerv mirigyei által termelt, (ii) a takarmánykomponensekben lévő endogén (iii), az emésztőcsőben élő mikroszervezetek által termelt, és (iiii) exogén mikrobiális eredetű fitáz. A mikrobiális eredetű fitáz először a C₃, a növényi eredetű pedig a C₆ pozícióban lévő foszforcsoportot hidrolizálja (Pallauf és Rimbach, 1995). A búza, a rozs és a tritikálé kivételével, a nyugalomban lévő növényi magvak elenyésző fitáz aktivitásúak (8. táblázat). Bár sikerült endogén fitáz aktivitást kimutatni a sertés (Pointillart, 1993) és a baromfi (Maenz és Classen, 1998) bélcsövének nyálkahártyájában, azok szerepe és hozzájárulása a takarmány fitát P-tartalmának emésztéséhez eddig még ismeretlen.

Számos mikrobában, baktériumban, élesztőben és gombában található fitáz enzim. A mikrobák közül azonban az *Ascomycetes* gombák és az *Aspergillus* nemzetségébe tartozó fajok termelnek leggyakrabban fitázokat (Nair és Guvnjak, 1991). Az 1980-as évek végéig nem terjedt el az exogén eredetű fitáz enzimek használata a gyakorlatban, mivel az enzimmészítmények előállítása költséges volt és a környezetvédők által gyakorolt nyomás a P exkrécio csökkentése érdekében esetleg még kicsi volt. Ezt követően két tényező vezetett ahhoz, hogy kereskedelmi méretekben sikerült előállítani gazdaságosan használható fitáz készítményeket az állattenyésztés számára. A fitáz gén azonosítását és izolálását követően létrehozták a genetikailag módosított *A. niger* gombafajt, aminek segítségével korszerű fermentációs eljárást sikerült kidolgozni (Kornegay, 2001). Másrészt, központi rendelkezések előírásai szerint, a nyugat-európai állattartóknak, a környezetterhelés csökkentése érdekében, redukálni kellett a P kibocsátást. A mikrobás eredetű fitáz készítmények, a takarmányozási gyakorlat számára, eltérő kereskedelmi fedőnéven, por, granulátum, vagy oldat formájában kerülnek forgalomba. Az *Aspergillus* által termelt fitáz két pH optimummal rendelkezik (pH 2,5 és pH 5,5). Feltehetően ez a tény eredményezi azt, hogy azonos körülmények között hatékonyabb fitátbontó aktivitással rendelkezik, mint pl. a búzafitáz, amelynek egyedüli pH optimuma 5,2 (Eeckhout és DePaepe, 1996). A savas pH optimumokat tekintve az emésztőcsőbe kerülő enzimek fitátbontó hatásukat a savas kémhatású gyomorban (sertés és baromfi) fejtik ki (Simons és Versteegen, 1990).

A fitáz készítmények sertés vagy baromfi fajok termelésére gyakorolt hatását számos kísérletben vizsgálták. Ezen kísérletek igazolták, hogy a fitázenzim adagolása mellett külön foszfor-kiegészítés nélkül is megvalósítható az optimális termeléshez szükséges P-ellátást (Simons és Versteegen, 1990; Broz és mtsai, 1994; Jalal és Scheideler, 2001; Yan és mtsai, 2001), fokozva a takarmányban lévő fitát kötésekben lévő P hasznosíthatóságát. A foszfor emésztetőségének növelésével párhuzamosan, az állatok ürülékével kiválasztott P mennyisége akár 30–40%-kal is csökkenthető (Kornegay, 2001). A hagyományos mikroba eredetű enzimpreparátumok mellett, utóbbi időben az *A. niger* rel olyan micélium készítményt sikerült előállítani, ami a korábbi enzimeknél nagyobb hatékonysággal fokozza a gabona-szója alapú takarmánykeverékek foszfortartalmának emészthetőségét (Zyla és mtsai, 2000; 9. táblázat).

A mikrobás eredetű fitáz enzimeket tartalmazó kereskedelmi termékek használata a takarmányozási gyakorlatban, ma már hatékony módszernek szá-

mít a monogasztrikus állatok fitát-P hasznosításának hatékony fokozása érdekében. Az exogén eredetű enzimek segítségével a gazdasági állatok foszforki-választása, ezen keresztül környezetterhelése, jelentős mértékben csökkenthető.

9. táblázat

A fitázenzim® hatása a brojlercsirkék teljesítményére és P-értékesülésére (Zyfa és mtsai, 2000)

| Paraméterek(1) | Takarmánykezelés(2) | | | | SEM |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|---|-------|
| | búza-szója alapú keverék(3) | | | | |
| | 0 fitáz (negatív kontroll)(4) | + 750 U/kg fitáz(5) | +4% FM(6) | + 0,24% NPP 0 fitáz (pozitív kontroll)(7) | |
| Tak.felvétel, g/nap(8) | 51,6 ^d | 64,7 ^c | 78,3 ^b | 70,1 ^a | 17 |
| Súlygyarapodás, g/nap(9) | 28,9 ^c | 38,9 ^a | 50,0 ^b | 44,3 ^d | 13 |
| Tak.értékesítés, kg/kg (10) | 1,79 ^a | 1,68 ^b | 1,57 ^c | 1,59 ^c | 0,056 |
| Csonthamu, %(11) | 8,73 ^b | 9,06 ^b | 11,88 ^a | 11,94 ^a | 0,73 |
| P-retenció, %(12) | 48,75 ^a | 57,50 ^b | 73,00 ^c | 47,24 ^a | 3,66 |
| Ca-retenció, %(13) | 42,00 ^a | 48,58 ^a | 49,71 ^b | 43,85 ^a | 7,56 |
| P-exkréció, mg/egyed/nap(14) | 97,60 ^a | 78,50 ^b | 69,60 ^c | 173 | 9,60 |

® Fitase AP; Röhm Enzyme Finland OY; FM = gomba micélium (*Aspergillus niger*)(6), NPP = nem fitát-P(7); ^{a,b,c,d}= Az azonos sorban feltüntetett és eltérő betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek (P<0,05)(15)

Table 9.: The effect of phytase enzyme on the performance and P utilization in broiler chickens items(1), dietary treatments(2), basal(3), without phytase (negative control)(4), +750 U/kg phytase(5), +4% FM = *Aspergillus niger mycelium*(6), + 0,24% NPP (non phytate P) with phytate, positive control(7) feed intake, g/day(8), body weight gain, g/day(9), feed conversion (kg feed/kg body weight)(10), bone ash, %(11), P retention, %(12), Ca retention, %(13), P excretion, mg/bird/day(14), different letters(a,b,c, d) same row differ significantly P<0,05

Az enzimek alkalmazásának jövője

Az elmúlt néhány év alatt az enzimek takarmány-kiegészítőként történő alkalmazása rohamosan növekedett. Jelentős előnyei ellenére azonban, az enzimek takarmányozási célú használata ma még gyermekcipőben jár. Ahhoz, hogy az enzimentechnológiába rejlő előnyöket a gyakorlat jobban kiaknázza, a biztonságos és gazdaságos eljárások kifejlesztéséhez további kutatásokra van szükség. A gyakorlati alkalmazhatóság kiszélesítése, főként az alábbi területen kíván előrehaladást:

- Az egy-egy gazdasági állatfajnak legjobban megfelelő enzimek katalitikus tulajdonságainak azonosítása, szubsztrátjaik és a környezeti igényeik pontos jellemzésével;

- Azoknak a hatásoknak a pontos megismerése, amelyeken keresztül a takarmányokhoz adagolt enzimek befolyásolják az állat élettani funkcióit, mikrobiológiai és endogén állapotát;

- Olyan módszerek és modellek kifejlesztése, amelyek segítségével az állati szervezetben mérhetővé válnak az enzimek hatására történő válaszreakciók és így az enzimek használatának hatékonysága és gazdaságossága meghatározható.

IRODALOM

- Almirall, M. – Franchesch, M. – Perez-Vendrell, A.M. – Brufau, J. – Esteve-Garcia, E.(1995): The differences in intestinal viscosity produced by barley and β -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *J. Nutr.*, 125. 947–955.
- Anderson, P.A.(1985): Interactions between proteins and constituents that affect protein quality. In: Digestibility and amino acid availability in cereals and oilseeds. (Eds): *Finley, G.W. – Hopkins, D.T.*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 31.
- Baidoo, S.K. – Liu, Y.G. – Yungblut, D.(1998): Effect of microbial enzyme supplementation on energy, amino acid digestibility and performance of pigs fed hullless barley based diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 78. 625–631.
- Bata, A. – Kutasi, J. – Jurkovich, V. – Fébel, H.(2002): Characterisation and effect of xylanase enzyme in rumen originated from *Thermomyces lanuginosus* NCAIM 001288. *J. Anim. Feed Sci.*, 11. 627–633.
- Beal, J.D. – Brooks, P.H. – Schulze, H.(1998a): The effect of pre-treatment with different protease on the *in vitro* digestibility of nitrogen in raw soya bean and four different full fat soya bean meals. In: Book of Abstracts of the 49th EAAP, Warsaw, Poland. (Ed.): *van Arendonk, J.A.M.*, Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands. PN 2.7 (Abstr.) 264.
- Beal, J.D. – Brooks, P.H. – Schulze, H.(1998b): The effect of the addition of a protease enzyme to raw or autoclaved soya bean on the growth performance of liquid fed grower/finisher pigs. *Brit. Soc. Anim. Sci. Winter Meeting, Scarborough, U.K.*, 161.
- Beal, J.D. – Brooks, P.H. – Schulze, H.(1998c): The hydrolysis of protein in raw and autoclaved soyabean meals by a microbial protease. *Brit. Soc. Anim. Sci. Winter Meeting, Scarborough, U.K.*, 167.
- Beal, J.D. – Brooks, P.H. – Schulze, H.(1999): The effect of protease pre-treatment of raw or micronized soyabean meal on the growth performance and carcass composition in liquid fed grower and finisher pigs. *Brit. Soc. Anim. Sci. Winter Meeting, Scarborough, U.K.*, 170.
- Beauchemin, K.A. – Rode, L.M. – Sewalt, V.J.H.(1995): Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Can. J. Anim. Sci.*, 75. 641–644.
- Beauchemin, K.A. – Yang, W.Z. – Rode, L.M.(1999): Effects of grain source and enzyme additive or grain source on site and extent of nutrient digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82. 378–390.
- Bedford, M.R. – Classen, H.L.(1992): Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and arabinoxylanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. *J. Nutr.*, 122. 560–569.
- Bhat, M.K. – Bhat, S.(1997): Cellulose degrading enzymes and their potential industrial applications. *Biotech. Adv.*, 15. 583–620.
- Biely, P. – Vrsanska, M. – Kucar, S.(1992): Identification and mode of action of endo-(1,4)- β -xylanases. In: *Xylans and Xylanases*. (Eds): *Visser, J. – Beldman, G. – Kusters-van Someren, M.A. – Voragen A.G.J.*, Progress in Biotechnology, 7. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 81–95.
- Broz, J. – Oldale, P. – Perrin-Voltz, A.H. – Rychen, G. – Schulze, J. – Nunes, C.S.(1994): Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilisation in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. *Br. Poultry Sci.*, 35. 273–280.
- Caine, W.R. – Sauer, W.C. – Tamminga, S. – Verstegen, M.W.A. – Schulze, H.(1997): Apparent ileal digestibilities of amino acids in newly weaned pigs fed diets with protease-treated soybean meal. *J. Anim. Sci.*, 75. 2962–2969.
- Castanon, J.I.R. – Marquardt, R.R.(1989): Effect of enzyme addition, autoclave treatment and fermenting on the nutritive value of field beans (*Vicia faba*, L.). *Anim. Feed Techn.*, 26. 71–79.
- Choct, M.(1998): The effect of different xylanases on carbohydrate digestion and viscosity along the intestinal tract in broilers. *Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.*, 10. 111–115.
- Choct, M. – Annison, G.(1992): The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. *Brit. Poultry Sci.*, 67. 123–132.
- Choct, M. – Hughes, R.J. – Trimble, R.P. – Angkanaporn, K. – Annison, G.(1995): Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. *J. Nutr.*, 125. 485–492.
- Clarkson, K. – Jones, B. – Bott, R. – Bower, B. – Chotani, G. – Becker, T.(2001): Enzymes: screening, expression, design and production. In: *Enzymes in farm animal nutrition*, (Eds): *Bedford, M.R. – Partridge, G.G.*, CAB International, Wallingford, U.K., 315–352.

- Coughlan, M.P. – Hazlewood, G.P.(1993): β -1,4-D-xylan-degrading enzyme systems: biochemistry, molecular biology and applications. *Biotechnol. Appl. Bioc.*, 17. 259–289.
- Cowan, W.D.(1995): The relevance of intestinal viscosity on performance of practical broiler diets. *Proc. Aust. Poult. Symp.*, 7. 116–120.
- Dong, Y. – Bae, H.D. – McAllister, T.A. – Mathison, G.W. – Cheng, K.J.(1999): Effect of exogenous fibrolytic enzymes, α -bromoethanesulfonate and monensin on fermentation in a rumen simulation (RUSITEC) system. *Can J. Anim. Sci.*, 79. 491–498.
- Edwards, C.A. – Johnson, I.T. – Read, N.W.(1988): Do viscous polysaccharides slow absorption by inhibiting diffusion or convection? *Eur. J. Clin. Nutr.*, 42. 306–312.
- Eeckhout, W. – De Paepe, M.(1996): *In vivo* and *in vitro* comparison of microbial and plant phytase, In: Phytase in animal nutrition and waste management, (Eds): *Coelho, M.B. – Kornegay, E.T.*, BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey, 237–241.
- Feng, P. – Hunt, C.W. – Pritchard, G.T. – Julien, W.E.(1996): Effect of enzyme preparations on *in situ* and *in vitro* degradation and *in vivo* digestive characteristics of mature cool-season grass forage in beef steers. *J. Anim Sci.*, 74. 1349–1357.
- Hessing, M. – van Laarhoven, H. – Rooke, J.A. – Morgan, A.(1996): Quality of soybean meals (SBM) and effect of microbial enzymes in degrading soya antinutritional compounds (ANC). In: 2nd International soybean processing and utilization conference. Bangkok, Thailand, 8–13.
- Huo, G.C. – Fowler, V.R. – Inbarr, J. – Bedford, M.(1993): The use of enzymes to denature antinutritive factors in soybean. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. (Eds): *van der Poel, A.F.B. – Huisman, J. – Saini, H.S.* Proc. 2nd Int. Workshop 'Antinutr. Fact. (ANFs) in Legume Seeds'. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands, 517–521.
- 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. *Poult. Sci.*, 80. 1463–1471.
- Jongbloed, A.W. – Kemme, P.A.(1990): Apparent digestible phosphorus in the feeding of pigs in relation to availability, requirement and environment. 1. Digestible phosphorus in feedstuffs from plant and animal origin. *Neth. J. Agr. Sci.*, 38. 567.
- Kornegay, E.T.(2001): Digestion of phosphorus and other nutrients: The role of phytase and factors influencing their activity. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. (Eds): *Bedford, M.R. – Partridge, G.G.*, CAB Int., Wallingford, U.K., 237–271.
- Krueger, N. – Dean, D. – Krueger, W – Staples, C. – Adesogan, A.(2003): Effect of fibrolytic enzyme preparations containing esterase, cellulase and endogalacturonase activity on the digestibility of mature, tropical grass hays. *J. Anim. Sci.*, 81. Suppl. 1. 149.
- Luchini, N.D. – Broderick, G.A – Hefner, D.L. – Derosa, R. – Reynal, S. – Treacher, R.(1997): Production response to treating forage with fibrolytic enzymes prior to feeding to lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 80. Suppl. 1. 262.
- Maenz, D.D. – Classen, H.L.(1998): Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. *Poult. Sci.*, 77. 557–563.
- Mandels, M.(1985): Applications of cellulases. *Biochem. Soc. T.*, 13. 414–415.
- McAllister, T.A. – Oosting, S.J. – Popp, J.D. – Mir, Z. – Yanke, L.J. – Hristov, A.N. – Treacher, R.J. – Cheng, K.J.(1999): Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 79. 353–360.
- Meijer, M.M.T. – Spekking, W.T.J.(1993): Enzymatic inactivation of proteinaceous protease inhibitors. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. (Eds): *van der Poel, A.F.B. – Huisman, J. – Saini, H.S.* Proc. 2nd Int. Workshop 'Antinutr. Factors (ANFs) in Legume Seeds'. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands, 529–533.
- Michal, J.J. – Johnson, K.A. – Treacher, R.J. – Gaskins, C.T. – Sears, O.(1996): The impact of direct fed fibrolytic enzymes on the growth rate and feed efficiency of growing beef steers and heifers. *J. Anim Sci.*, 74. Suppl. 1. 296.
- Nair, V.C. – Duvnjak, Z.(1991): Phytic acid content reduction in canola meal by various microorganisms in a solid state fermentation process. *Acta Biotechnol.*, 11. 211–218.
- Nussio, L.G. – Huber, J.T. – Theurer, C.B. – Nussio, C.B. – Santos, J. – Tarazon, M. – Lima-Filho, R.O. – Riggs, B. – Lamoreaux, M. – Treacher, R.J.(1997): Influence of a cellulase/xylanase complex (C/X) on lactational performance of dairy cows fed alfalfa hay based diets. *J. Dairy Sci.*, 80. Suppl. 1. 220.
- Nys, Y.D. – Frapin, D. – Pointillart, P.(1996): Occurrence of phytase in plants, animals and microorganisms. In: Phytase in animal nutrition and waste management, (Eds): *Coelho, M.B. – Kornegay, E.T.*, BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey, 213–240.

- Oberleas, D. – Harland, B.F.(1998): Impact of phytic acid on nutrient availability. In: Phytase in animal nutrition and waste management. (Eds): *Coelho, M.B. – Kornegay, E.T.*, BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey, 77–84.
- Pallauf, J. – Rimbach, G.(1995): Recent results on phytic acid and phytase. Proceeding of 5th Forum Animal Nutrition, BASF, 43.
- Pettersson, D. – Aman, P.(1988): Effects of enzyme supplementation of diets based on wheat, rye or triticale on their productive value for broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 20. 313–324.
- Pointillart, A.(1993): Importance of phytates and cereal phytases in the feeding pigs. In: *Enzymes in animal nutrition*. (Eds): *Wenk, C. – Boessinger, M.*, Proc. 1st Symp. Kartause Ittingen, Switzerland, 192–196.
- Pritchard, G. – Hunt, C. – Allen, A. – Treacher, R.(1996): Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on digestion and growth performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 74. Suppl. 1. 296.
- Ravindran, V. – Bryden, W.L. – Kornegay, E.T.(1995): Phytases: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poult. Avian Biol. Rev.*, 6. 125–143.
- Rooke, J.A. – Fraser, H. – Shanks, M. – Morgan, A.(1996): The potential for improving soya-bean meal in diets for weaned piglets by protease treatment: comparison with other protein sources. *Brit. Soc. Anim. Sci. Winter Meeting*, Scarborough, U.K., Paper 136.
- Rooke, J.A. – Slessor, M. – Fraser, H. – Thomson, J.R.(1998): Growth performance and gut function of piglets weaned at four weeks of age and fed protease-treated soyabean meal. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 70. 175–190.
- Rotter, B.A. – Marquardt, R.R. – Guenter, W. – Biliaderis, C. – Newman, C.W.(1989): *In vitro* viscosity measurements of barley extracts as predictors of growth responses in chicks fed barley-based diets supplemented with a fungal enzyme preparation. *Can. J. Anim. Sci.*, 69. 431–439.
- Schulze, H. – Pearce, A.N. – Rose, S.P.(1997): The effect of six different wheat cultivars of similar bushel weight on growth performance of young pigs. *J. Anim. Sci.*, 75. Suppl. 1. 197.
- Sheppy, C.(2001): The current feed enzyme market and likely trends. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. (Eds): *Bedford, M.R. – Partridge, G.G.*, CAB International, Wallingford, U.K., 1–10.
- Simons, P.C.M. – Versteegh, H.A.J.(1990): Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br. J. Nutr.*, 64. 525–540.
- Thacker, P.A. – Campbell, G.L. – Grootwassink, J.W.D.(1992): Effect of salinomycin and enzyme supplementation on nutrient digestibility and the performance of pigs fed barley- or rye-based diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 72. 117–125.
- Thorpe, J. – Beal, J.D.(2001): Vegetable protein meals and the effects of enzymes. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. (Eds): *Bedford, M.R. – Partridge, G.G.*, CAB Int., Wallingford, U.K., 125–143.
- Viikari, L. – Tenkanen, M. – Buchert, J. – Ratto, M. – Bailey, M. – Siika-Apo, M. – Linko, M.(1993): Hemicellulases for industrial applications. In: *Bioconversion of forest and agricultural plant residues*. (Ed.): *Saddler, J.N.*, CAB Int., Wallingford, U.K., 131–182.
- Yan, F. – Kersey, J.H. – Waldroup, P.W.(2001): Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. *Poult. Sci.*, 80. 455–459.
- Yang, W.Z. – Beauchemin, K.A. – Rode, L.M.(1999): Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82. 391–403.
- Wood, T.M.(1985): Properties of cellulolytic enzyme systems. *Biochem. Soc. T.*, 13. 407–410.
- Zyta, K. – Wikiera, A. – Koreleski, J. – Świątkiewicz, S. – Piironen, J. – Ledoux, D.R.(2000): Comparison of the efficiencies of a novel *Aspergillus niger* mycelium with separate and combined effectiveness of phytase, acid phosphatase, and pectinase in dephosphorylation of wheat-based feeds fed to growing broilers. *Poult. Sci.*, 79. 1434–1443.

Érkezett: 2003. július

Szerzők címe: Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar

Authors' address: University of Veszprem, Georgikon Faculty of Agriculture

H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

SERTÉSEK TAKARMÁNYOZÁSA ÁLLATI EREDETŰ TAKARMÁNYOK NÉLKÜL?

GUNDEL JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző előadásában áttekintést ad az állati eredetű takarmányok használatának a sertéstakarmányozásban korábban kialakult gyakorlatáról. Ismerteti a jelenlegi helyzetet, és a legújabb, a témával kapcsolatos rendeleteket. Beszámol egy, a sertéstakarmányozás 2010-es európai várható helyzetével foglalkozó, Brüsszelben megtartott, konferencia tapasztalatairól. Áttekintést ad a jelenleg engedélyezett állati eredetű fehérjék használhatóságáról, a tej és tejtermékek esetében közvetlen felhasználási javaslatokat is adva. Bemutatja a kizárólag növényi eredetű fehérjék etetésével szerzett több évtizedes tapasztalatokat és megállapítja, hogy amíg hízósertések esetében ennek sem biológiai, sem ökonómiai akadálya nincs, addig a malacok esetében ez aligha lehetséges.

SUMMARY

Gundel, J.: PIG NUTRITION WITHOUT ANIMAL ORIGIN FEEDS?

The author reviews the former practice of use of animal origin feeds in pig nutrition. He gives a picture of the present situation and the latest regulations in this field. He reports the experiences of a conference, held in Bruggelles, dealt with the prospective status of pig nutrition in Europe in 2010. The author reviews the usability of the presently licensed proteins of animal origin and gives direct use tips in case of milk and milk products. He gives details on the experiences of decades with the feeding of exclusively plant origin proteins and concludes that this kind of feeding has not got either biological or economic obstacle in case of growing pigs, however this is hardly possible in case of piglets.

Sajnos napjainkra jellemző tény, hogy az emberiség, önpusztító módon, úgy jutott el a XXI. század küszöbére, hogy évszázados hagyományokat, évezredek alatt kialakult tulajdonságokat kénytelen „elfelejteni”, „megkerülni”, sőt óvni maga magát ezek sokszor valós, de többnyire kitalált veszélyeitől. Ebbe a körbe tartozik, többek között, a biológiailag mindenevő sertés vegetáriussá alakítása.

A miéltre nem is olyan sok válasz adható. Az egyik a BSE miatt kialakult, esetenként hisztérikus, a média által felnagyított, féligazságokon alapuló fogyasztói félelem a takarmányában állati eredetű fehérjét tartalmazó állatok termékeinek (húsának, tejének, tojásának) vásárlásától. Egy további félelem a *salmonella* fertőzés, ami állati eredetű termékekben gyakrabban fordul elő, mint növényi eredetűekben, de az ételbiztonság előírásainak betartása mellett előfordulásának valószínűsége minimális. Nem fér kétség ahhoz, hogy mind a két oknak van higiéniai, (állat)egészségügyi alapja, de a tőlük való félelem erősen eltúlzott és főleg divatos. Egy harmadik okot is emlegetni szoktak, ami viszont már az emberi táplálkozással kapcsolatos, és végeredménye a sertéshús iránti kereslet csökkenése. E körbe részben a vegetárius táplálkozás terjedő divatja, részben pedig, a koleszterin és/vagy a telített/telítetlen zsírsav fogyasztásának/nem-fogyasztásának, nem mindig tudományos propagandája tartozik. Az előbbivel csak annyiban lehet vitázni, hogy az ember is *mindenevő* (éppen ezért lehet akár vegetárius is!), de amint ezt a sertések példáján később majd láthatjuk, a fiatal szervezet ellátása megfelelő minőségű — és mennyiségű — fehérjével, a kívánatos fejlődési ütem és egészségi állapot alapvető feltétele. Összességében úgy tűnik, hogy sok intézkedés alapja, a rossz tapasztalatok miatt kialakult bizalmatlanság az ételbiztonság előállítókkal szemben, amit sajnos erősít néhány tudományosan nem megalapozott, de korszerűnek látszó, tudományoskodó, éppen ezért népszerűsége számot tartó, a táplálkozással kapcsolatos, feltartóztatathatatlannul terjedő irracionális nézet. További permanens gond, hogy függetlenül a hatályos rendelkezésektől, a nagy nemzetközi kereskedelmi és vendéglátó vállalatok, vásárlói igényekre hivatkozva, beszállítói szerződéseikben megkivánják az állati eredetű fehérje mentes takarmányokkal felnevelt állatokból származó termékek garanciáját.

Azt, hogy mit lehet, és mit nem lehet tenni a sertések (és más állatok) takarmányozásában, azt (e cikk megírásának idején) két teljesen új rendelkezéssel szabályozta a földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter:

71/2003. (VI. 27.) FVM rendelet „az állati hulladékok kezelésének és a hasznosításukkal készült termékek forgalomba hozatalának állategészségügyi szabályairól”

69/2003. (VI. 25.) FVM rendelet „a fertőző agyvelőbántalmak megelőzéséről, az ellenük való védekezésről, illetve leküzdésükről”

A sertések takarmányozásával kapcsolatosan, a következők kiemelése, ismerete szükséges:

Az előbbi rendelet (71/2003) alapvetően a gyártással foglalkozik, és számunkra a 19.§ (3) bekezdése, valamint a rendelet 6.sz. melléklete fontos:

19.§ (3) *A feldolgozott állati hulladékok alábbi felhasználása tilos:*

a) *egy állatfaj etetése az ugyanazon fajba tartozó állatok testéből vagy testrészeiből származó feldolgozott állati fehérjével;*

b) mezőgazdasági haszonállatok — prémes állatok kivételével — etetése az 1. § 7. pontjában meghatározott élelmiszerhulladékkal, valamint a háztartásban keletkező egyéb élelmiszerhulladékkal, vagy ilyen anyagot tartalmazó, vagy abból származó takarmányokkal

6. számú melléklet: „A 3. osztályba sorolt állati hulladékok feldolgozásának engedélyezés, valamint a termékek forgalomba hozatalának feltételei”

A (3) bekezdésből egyértelmű, hogy mi tilos (a b) pont tartalmazza a konyhai moslék etetésének tilalmát), de mint később látni fogjuk, ez nem jelenti azt, hogy minden mást szabad! A 6.sz. melléklet, pedig azokról az anyagokról illetve azok feldolgozási módszereiről és forgalmazhatóságáról szól, amit mégis csak fel lehet használni a sertések takarmányozásában.

A 69/2003-as rendeletről világossá válik, hogy az állati eredetű fehérje takarmányok felhasználásának korlátozása, mindenek előtt és alapvetően, a fertőző szivacsos agyvelőgyulladás (transzmisszibilis spongiform encephalopathia, TSE) kapcsolatos preventív intézkedések része. A rendelet 11.§-a, és 3. melléklete tartalmazza *„az állatok takarmányozására vonatkozó, a TSE megelőzését szolgáló szabályokat”*.

A melléklet 2.2. pontja szerint *„A nem kérődő élelmiszer-termelő állatokkal is tilos feldolgozott állati eredetű fehérjét, illetve állati eredetű fehérjét tartalmazó takarmányt feletetni, kivéve a hallisztet, a bevonó anyagként használt nem kérődő eredetű alapanyagból készült zselatint, a csont eredetű dikalcium-foszfátot, a hidrolizált fehérjét, valamint a kérődők esetében is engedélyezett tejet, tejtermékeket, a tojást és tojásból készült termékeket.”*

Az előbbieket ismeretében a feladat egyértelmű, kísérletet tenni az előadás címében megfogalmazott, a jelen körülményekhez igazodó takarmányozás kidolgozására, illetve a lehetőségek bemutatására.

A kérdés, hogy mit jelentenek az újabb rendelkezések a sertéstakarmányozás jövőjében, egyáltalán nem csak Magyarországon vetődik fel. Ez év tavaszán, Brüsszelben, mintegy száz európai szakember (EU hivatalnokok, a sertés ágazat, a takarmányozás és a takarmánygyártás elméletének és gyakorlatának képviselői, valamint kereskedői), a FEFANA (European Federation of Animal Feed Additive Manufacturers – Takarmánykiegészítő Gyártók Európai Szövetsége), és további hét nagyvállalat szervezésében, azért gyűltek össze, hogy a sertések fehérje ellátásának helyzetéről eszmét cseréljenek. A munkaértekezlet címe *„A európai versenyképes sertéshústermelés fehérjeszükséglete és ellátása 2010-ben”* volt. Az előadások két nagyobb témakörbe sorolhatók. Az egyik: a sertéshústermelés Európában, mennyiségi és földrajzi kilátások 2010-ig, az EU előrejelzései, a sertésszektor előrejelzései és a nemzetközi (világgia-csi) kihívások. A másik témakör: a versenyképes környezetbarát sertéshústermelés fehérje szükséglete és ellátása volt. Európa fehérjeszükséglete a világ ellátáson belül, a gabona félek szerepe a fehérje ellátásban, fehérjebevitel és nitrogénürítés, a környezeti hatások, az aminosavak szerepe a környezetbarát termelésben. Egyelőre, mint az egyik tagjelölt országból meghívott résztvevő, nagy érdeklődéssel kísértem figyelemmel a meglehetősen nagy vitákat és bizony nem volt egyértelmű válasz a feltett kérdésre. Ami döntőnek tűnik, az a fogyasztók igényének a kielégítése, akik tiszta, környezet és állatbarát termelésből származó terméket akarnak vásárolni. A trend egyértelmű, mégis sokan joggal, de különböző képen minősítik. Eltekintve most a nagyon érdekes statisztika-

tikai előrejelzésektől, összefoglalva az elhangzottakat, elmondható, hogy az elkövetkező évek európai tendenciái sokkal inkább fognak közelíteni a magyar gyakorlathoz, mint fordítva. Lehet, hogy más okok miatt, lehet, hogy kényszerből, de mi már sok olyat megvalósítottunk, amit az összejövetelel, inkább csak, mint várható trendet fogalmazzunk meg. Ez igaz akkor is, ha a hazai sertéshústermelés hatékonysága, jól ismert, elmarad az európai átlagtól. De az is lehetséges, hogy amennyiben az elhatározott takarmányozási és animal welfare korlátozásokat érvényesíteni fogják a hatékonyság — akár a biológiai, akár a közgazdasági — romlani fog. Melyek ezek a trendek? Az egyik, a csökkentések iránya: ide tartozik a nitrogén és foszforürítés, az állati eredetű fehérjék és a preventív gyógyszerek, valamint a GMO és más nagy mennyiségben importált (pl. manióka) takarmányok alkalmazásának kérdésköre. A másik, a növelések iránya: a repce (esetleg a szója és a napraforgó) termesztés, a gabonafélék (búza), és szinte mindennek előtt, a kristályos aminosavak (lizin, metionin, treonin, triptofán) kiterjedtebb alkalmazása. Ezekre az intézkedésekre, keleten és nyugaton egyaránt, azért van szükség, mert nő az igény a kisebb nitrogén tartalmú takarmányok használatára, mind ökonómiai, mind pedig környezetgazdálkodási szempontok miatt.

Ez a jelen és a jövő. De miért vált korábban általánossá az állati eredetű takarmányok etetése a sertésekkel? Egyrészt, mert a tapasztalatok bizonyították ennek gyakorlati (empirikus) és ökonómiai hatékonyságát (mindenevő állatról van szó), másrészt, mert az esetek nagy többségében aminosav tartalmuk nem csak több az egységnyi termékben, de sokkal nagyobb biológiai értékű is, mint a növényi eredetű fehérjéké. Ehhez társul még egy, nem teljesen bizonyított, és éppen ezért napjainkban nem sokszor figyelembe vett tulajdonságuk, az ún. állati protein faktor (APF). Hatóanyagát eddig még nem sikerült azonosítani, de azt feltételezzük, hogy a halliszt és a halpréslé tartalmazza legnagyobb mennyiségben (*Schmidt, 2003*).

Az előbbieken ismertetettek szerint egyértelmű, hogy állati eredetű fehérjét, csaknem minden esetben azért adunk állatainknak, hogy fehérje/aminosav ellátásukat javítsuk. Ezt az '50–60-as években, a sertések táplálóanyag szükségleti szabványa még úgy írta elő, hogy az „összes nyersfehérje minimum 40%-a állati eredetű legyen”. Mai szemmel nézve, az akkori hazai állati eredetű fehérje takarmányok (pl. vegyes állati fehérje 45% ny.fehérjével, tápkorpa, tápkocsonya) minősége meglehetősen kérdéses volt, éppen ezért a tejpor és a halliszt különleges szerepet töltött be. Igaz ez még akkor is, ha a tejport hengeren szárították, miközben lizin tartalma gyakran károsodott, emészthetősége romlott, ha a halliszt ún. perui (60% ny.feh.), és ezért elég bizonytalan minőségű volt. A takarmányosok vágyainak netovábbja a 70–75% fehérje tartalmú dán vagy norvég halliszt volt, ami viszont rendszerint áldozatul esett, az akkor kötelező, államilag elrendelt behozatali korlátozásoknak. Később, ismereteink és a takarmányanalitika fejlődése, lehetővé tette, bizonyos sertés korcsoportok „vegetáriussá” alakítását.

Végül is nincs teljes tilalom az állati eredetű fehérjék takarmányként való felhasználására. Amint azt a korábbiakban már bemutattuk, vannak olyan állati eredetű takarmányok, amelyek az érvényes rendeletek szerint, bizonyos adminisztratív feltételek betartásával, felhasználhatók, ez azonban ténylegesen, a mindenkori áráktól, arányoktól függ, ezért ez utóbbi kérdéskörrel, ebben az

előadásban, nem foglalkozunk (hangsúlyozni kell azonban, hogy az alkalmazást, pl. az élelmiszer kereskedelemmel foglalkozók vagy egyes vendéglátóipari vállalatok, kölönszerződésekkel, megakadályozhatják).

Halliszt: biológiai hatékonyságához semmi kétség nem fér. Az egyik legjobb fehérjehordozó, elvileg ma már csak jó minőségben kerül be az országba. A gyakorlatban azonban adódhatnak problémák, amelyekre figyelni kell. Így mindenképp előtt az „idegen” fehérjetartalom, ami miatt a tételeket rendszeresen vizsgálni kell. (Sajnos bekerültek az országba „tollas” és „szőrös” hallisztek is!). A másik, újabban jelentkező gond, az esetleges *salmonella* fertőzöttség, ami miatt viszont szó van a halliszt etetés engedélyezésének felfüggesztéséről is. Etethetőségének határt szab, hogy íze, az olajok sajátos szerkezetén belüli sorsa miatt, átkerülhet a sertések zsírszövetébe, nem kívánatos ízt adva a húsnak. Ez az egyik oka annak, hogy már nagyon régóta, csak malacokkal etetjük. Ebből a szempontból azonban a jelentősége növekedni fog, mert a vérkészítmények (pl. vérsavóliszt) pótlására, szinte az egyetlen lehetőség.

Tej és tejtermékek: Csaknem száz évvel ezelőtt (1906), *Cselkó István*, „Takarmányozástan” c. könyvében már a következőket írta: „IX. Az állati eredetű takarmányok. 1. A tehéntej. Mi az olvasóra nézve untatónak tartanánk azt, ha alaposan foglalkoznánk a tehéntejjel, s ezért eltekintünk attól, hogy érett tejet s kolosztart különböztessünk meg, hogy különféle tejalkotókkal foglalkozzunk, hogy azokat a tényezőket vegyük sorra, melyek a tej összetételét befolyásolják, stb., mert az inkább a tejgazdasági szakmunkák föladata. Mi csupán egyes dolgokat óhajtunk kidomborítani...”. Ha ez volt a vélemény száz évvel ezelőtt, akkor ma sem tehetünk mást, mint hogy az utolsó mondatához csatlakozunk. Erre pedig, azért van szükség, mert az utóbbi év(tized)ekben, a hazai sertéstartási gyakorlat, különböző (elsősorban közgazdasági, másodsorban „kényelmi”) okok miatt, megfelelkezni látszik a tejről és a tejtermékekről. Alapvetően két lehetőség van, a folyadékok közvetlen, vagy azok szárított (porított) formáinak felhasználása. Az előbbieket jelentősége inkább lokális, hiszen szállításuk kényes és drága, viszont helyben nagyon kedvező költséggel etethetők (itathatók) fel. Az utóbbiak kiterjedten és bárhol használhatók, természetesen nagyobb költségekkel. Az új takarmányozási lehetőségek között, ezt a termék csoportot újra fel kell fedeznünk, mert kiváló alapanyagról van szó, használatukkal mind a fehérje, mind pedig az ásványianyag-ellátás racionalizálható. Az 1. táblázatban bemutatjuk a potenciálisan rendelkezésre álló termékeket, a 2. és 3. táblázatban pedig példákat ismertetünk a lehetséges felhasználásra.

Tojás és tojástermékek: A hazai takarmányozásban gyakorlatilag nincs ezekre vonatkozó tapasztalat. A teljes tojás és az abból készült tojáspor nagy táplálóértékű értékes takarmány lehetne, de több mint valószínű, hogy irreális volna az ára is. Használata legfeljebb malactápokban képzelhető el. Ami mégis ismert, az egyrészt a befülledt tojások (esetleg a szexálás után lefolytott csirkék) feletetése, másrészt a (keltetői vagy téstagyári) tojáshéj használata ásványianyag-forrásként, de ezekre, az új rendelkezések szintén szigorú előkészítő eljárásokat írnak elő.

Hidrolizátumok: az enzimes hidrolizálás nem engedélyezett, csak a hőkezeléses, erre azonban ez ideig kevés példa van. Fontos előírás, hogy a molekulatömeg 10 000 Dalton alatt legyen.

1. táblázat

A tej és tejipari melléktermékek átlagos összetétele (eredeti anyagban, %)

| | Teljes tej(1) | Sovány tej(2) | Író(3) | Savó(4) | |
|--------------|---------------|---------------|----------|------------|------------|
| | | | édes(5) | édes(5) | savanyú(6) |
| Száranyag(7) | 12,5 | 8,9 | 9,2 | 6,7 | 6,2 |
| Zsír(8) | 3,6 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Fehérje(9) | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 0,9 | 0,9 |
| Lys | 0,26/7,5* | 0,27/7,9* | 0,31/7,4 | 0,065/7,2* | 0,065/7,2* |
| Met +Cis | 0,11/3,2* | 0,12/3,4* | 0,14/3,4 | 0,039/4,3* | 0,039/4,3* |
| Tejcukor(10) | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,8 | 3,6 |
| Tejsav(11) | — | — | — | — | 0,7 |
| Ny. hamu(12) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,7 |

Megjegyzés: */fehérje (=g/100g fehérje)

Table 1. Chemical composition of milk and milk product (in original matter, %) full-cream milk(1), skimmed milk(2), buttermilk(3), whey(4), sweet(5), sour(6), dry matter(7), fat(8), protein(9), milk sugar(10), milk acid(11), ash(12)

2. táblázat

Receptjavaslatok sertéshizlaláshoz (teljes vagy fölözött tej)

| (Fölözött) tej, l/kg keverék(1) | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1 kg keverékben, %(2) | | | | | | |
| Kukorica(3) | 60,0 | 50,0 | 40,0 | | | |
| Tak. borsó(4) | 10,0 | | 5,0 | 20,0 | | 7,5 |
| Fehérje koncentrátum (25% feh.)(5) | | 10,0 | | | 20,0 | |
| CCM | | | | 60,0 | 60,0 | 40,0 |
| Árpa és/vagy búza(6) | 27,5 | 40,0 | 52,5 | 17,5 | 20,0 | 50,0 |
| Premix (vit. + ásv.)(7) | 2,5 | | 2,5 | 2,5 | | 2,5 |

A keverék fehérjetartalma: 11,5–12,5%(8)

Megjegyzés: ha nem lehetne premixet beszerezni, akkor 0,4% takarmánysó, és kb. 1,0% MCP kiegészítés ajánlatos(9)

Table 2. Proposals for swine fattening with full or skimmed milk (full or skimmed) milk, liter/kg feed(1), in 1 kg feed, %(2), maize(3), peas(4), protein concentrate – 25% protein(5), barley and/or wheat(6), premix – vitamins + minerals(7), CP of feed is 11.5–12.5%(8), Remark: instead of premix can give 0.4% salt and 1.0% MCP(9)

3. táblázat

Receptjavaslatok sertéshizlaláshoz (savó)

| Savó, l/kg keverék(1) | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1 kg keverékben, %(2) | | | | | | |
| Kukorica (3) | 65,0 | 50,0 | 35,0 | | | |
| Tak. borsó(4) | | 17,5 | | | 25,0 | |
| Fehérje koncentrátum (25% feh.)(5) | 35,0 | | 25,0 | 40,0 | | 30,0 |
| CCM | | | | 60,0 | 57,5 | 45,0 |
| Árpa és/vagy búza(6) | | 30,0 | 40,0 | | 15,0 | 25,0 |
| Premix (vit. + ásv.)(7) | | 2,5 | | | 2,5 | |

A keverék fehérjetartalma: 13,0–14,5%(8)

Megjegyzés: ha nem lehetne premixet beszerezni, akkor 0,4 % takarmánysó, és kb. 1,0% MCP kiegészítés ajánlatos(9)

Table 3. Proposals for swine fattening with whey whey (liter/kg feed) (1), as in Table 2.(2–9)

Etethető még zselatin, ami valójában nem takarmány, csak egy bizonyos célra használható bevonóanyag (önmagában kedvezőtlen aminosav-összetételű), és csontliszt (dikalciumfoszfát), amit jó ásványianyag-forrásnak tartunk.

Az Állattenyésztési Kutatóintézetben elvégzett kutatások alapján, már a hetvenes évek legelején megkezdődött a csak növényi eredetű alapanyagokat, kristályos aminosavakat (LYS, MET) és természetesen vitamin és ásványi premixeket tartalmazó sertéshizláló keverékek országos forgalmazása (Gabona Tröszt és vállalatai). A hazai takarmánypiac teljes liberalizációjával, és főként az OMFB Fehérje Program Iroda programjaiban keletkezett új kutatási eredmények felhasználásával, ez a tendencia kiteljesedett, és általánossá vált Magyarországon a hízó- és tenyészsertések állati eredetű fehérjék nélküli takarmányozása. (Kivétel ez alól az a néhány év, amikor az ún. húspépek játszhattak fontos szerepet, nem csak a fehérjemérlegben, hanem a nedvesen tartósított kukoricákkal együtt, a sertéstakarmányozásban is). Kissé hasonlóan Cselkó professzornak a tehéntejről írt szavaihoz, ebben az esetben sem lehet sok újat bemutatni, éppen ezért, csak a „vegetárius” sertéstakarmányozás egyik egészen szélsőséges, de a gyakorlatban is biztosan megvalósítható példáját, valamint egy a vékonybélben mérhető aminosav emészthetőség alapján összeállított takarmánnyal beállított kísérlet eredményeit mutatom be.

Az előbb említett kísérlet bizonyította azt, hogy a 30–105 kg-os sertéseket, nem csak állati eredetű fehérje, hanem még a nagy fehérjetartalmú növényi takarmányok nélkül is eredményesen lehet hizlalni. Az ezzel kapcsolatos kutatások intézetünkben, és a nemzetközi szakirodalomban is már hosszabb ideje folynak, eredményei ismertek, azonban úgy tűnik, most jött el a szélesebb körű alkalmazás ideje. A 4. és 5. táblázatban egy olyan egyedileg elhelyezett sertésekkel beállított kísérlet eredményeit mutatjuk be, amiben, önmagában etetett kukorica, búza és árpa csak ásványianyagokkal, vitaminokkal, ízanyaggal, valamint lizinnel és metioninnal volt kiegészítve. Az eredmények azt mutatják, hogy a különböző összetételű, de nagyon hasonló táplálóanyag-tartalmú takarmányok hatására nem alakult ki lényeges termelési különbség. Figyelembe véve a szakirodalmi adatokat is, adott körülmények között (gazdaságosság!), javasolható egy ennyire leegyszerűsített összetételű takarmány etetése.

4. táblázat

Gabona monodiéta aminosav-kiegészítéssel (a takarmányok összetétele)

| | Búza(1) | Árpa(2) | Tritikále | Vegyes(3) | Kontroll(4) |
|----------------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|
| Búza(1) | 92,2 | | | 20,0 | 17,3 |
| Árpa(2) | | 91,8 | | 18,0 | |
| Tritikále | | | 91,9 | | |
| Zab(5) | | | | 20,0 | |
| Kukorica(6) | | | | 20,0 | 58,6 |
| Borsó(7) | | | | 12,0 | |
| E.szója 48%(8) | | | | | 21,0 |
| Kiegészítők(9) | 6,9 | 7,1 | 7,1 | 6,3 | 3,0 |
| LYS | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,1 |
| MET | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | |

Table 4.: Cereal monodiet with added amino acid (composition of compound feeds) wheat(1), barley(2), mixed(3), control(4), oat(5), maize(6), peas(7), extracted soybean, 48% CP(8), additives(9)

5. táblázat

Gabona monodiéta aminosav-kiegészítéssel (egy hizlalási kísérlet eredményei, 25–105 kg)

| | Búza(1) | Árpa(2) | Tritikale | Vegyes(3) | Kontroll(4) |
|--------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|
| Napi súlygyarapodás, g(5) | 590 | 608 | 617 | 592 | 635 |
| Napi takarmányfelvétel, kg(6) | 2,10 | 2,32 | 2,14 | 2,34 | 2,39 |
| DE-felvétel, MJ(7) | 26,4 | 29,1 | 27,9 | 29,5 | 33,8 |
| Lizinfelvétel, g(8) | 21,0 | 23,0 | 21,0 | 23,6 | 23,9 |
| Takarmányértékesítés, kg/kg(9) | 3,56 | 3,81 | 3,47 | 3,95 | 3,76 |
| DE, MJ/kg | 44,8 | 47,9 | 45,4 | 49,8 | 53,2 |
| LYS, g/kg | 35,6 | 38,1 | 34,0 | 39,9 | 37,6 |

Table 5.: Cereal monodiet with amino acid supplement (results of a fattening experiment, 25–105 kg) as in Table 4.(1–4), daily gain, g(5), daily feed intake, kg(6), DEintake, MJ(7), lysine intake, g(8), feed conversion ratio, kg/kg(9)

6. táblázat

Egy hizlalási kísérlet abrakkeverékeinek összetétele (50–75 kg között)

| | 1. | 2. | 3. |
|--------------------------|------------------|-------|-------|
| | abrakkeverék(15) | | |
| Kukorica(1) | 68,30 | 77,00 | 82,50 |
| Extr. szója 46%-os(2) | 27,50 | 18,30 | 13,00 |
| Tak. mész(3) | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| MCP | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| NaCl | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| L-Lizin-HCl | — | 0,15 | 0,20 |
| DL-Metionin | — | 0,12 | 0,17 |
| L-Tryptosine 15/70* | — | 0,24 | 0,42 |
| L-Treonin | — | 0,12 | 0,21 |
| Zeolit-universal | 2,00 | 1,87 | 1,30 |
| Süldő premix**(4) | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Táplálóanyag-tartalom(5) | | | |
| Száranyag, %(6) | 88,00 | 88,00 | 88,00 |
| Nyersfehérje, %(7) | 18,10 | 14,60 | 12,60 |
| DEs, MJ/kg | 13,80 | 13,70 | 13,70 |
| Összes(8) LYS | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| ebből: valódi ileális(9) | 0,82 | 0,85 | 0,86 |
| látszólagos ileális(10) | 0,77 | 0,80 | 0,81 |
| Összes(8) MET | 0,30 | 0,37 | 0,39 |
| ebből: valódi ileális(9) | 0,27 | 0,34 | 0,37 |
| látszólagos ileális(10) | 0,25 | 0,33 | 0,35 |
| Összes(8) M+C | 0,62 | 0,64 | 0,64 |
| ebből: valódi ileális(9) | 0,53 | 0,56 | 0,57 |
| látszólagos ileális(10) | 0,49 | 0,53 | 0,53 |
| Összes(8) THR | 0,70 | 0,68 | 0,69 |
| ebből: valódi ileális(9) | 0,59 | 0,58 | 0,60 |
| látszólagos ileális(10) | 0,52 | 0,52 | 0,54 |
| Összes(8) TRP | 0,21 | 0,19 | 0,19 |
| ebből: valódi ileális(9) | 0,18 | 0,17 | 0,17 |
| látszólagos ileális(10) | 0,16 | 0,15 | 0,15 |

Table 6.: Compounds of forage mixtures used for a fattening experiment maize(1), extr. soybean 46%(2), limestone(3), gilt premix(4), nutrient content(5), dry matter(6), crude protein(7), total lysine(8), real ileal(9), apparent ileal(10)

A másik kísérletben kukoricát és e. szóját ettünk különböző arányban, és ezeket egészítettük ki ásványianyagokkal, vitaminokkal, továbbá kristályos lizinnel, metioninnal, treoninnal és triptofánnal úgy, hogy mintegy 20%-os nyersfehérje szint csökkenés mellett, az aminosavak mennyisége azonos legyen. A háromfázisú hizlalási kísérlet eredményei közül, a 6. és 7. táblázatban, a jobb áttekinthetőség érdekében, csak a második fázis (50–75 kg) adatait mutatjuk be. Az eredmények azt mutatták, hogy míg az általában elfogadott szükséglethez képest alkalmazott mintegy 20%-os nyersfehérje szintcsökkentés jó hatékonysággal megvalósítható, addig a 40%-os, még azonos vékonybélben mérhető aminosav ellátás mellett is, depresszív hatású.

7. táblázat

A hizlalás eredményei (50–75 kg között, \bar{x})

| Kezelések(1) | 1. | 2. | 3. |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Takarmányozási napok száma(2) | 35 | 35 | 35 |
| Napi súlygyarapodás, g(3) | 740 | 757 | 714 |
| Napi takarmányfelvétel, kg(4) | 2,3 | 2,3 | 2,2 |
| DE-felvétel, MJ(5) | 32,0 | 32,0 | 30,0 |
| Lizinfelvétel, g(6) | 22,0 | 22,0 | 21,0 |
| N-felvétel, g(7) | 67,0 ^a | 54,0 ^a | 44,0 ^a |
| Takarmányértékesítés, kg/kg(8) | 3,1 | 3,0 | 3,1 |
| DE, MJ/kg | 43,0 | 42,0 | 42,0 |
| LYS, g/kg | 30,0 | 29,0 | 29,0 |
| N, g/kg | 91,0 ^b | 71,0 ^b | 62,0 ^b |

^a: P≤0,001 szignifikáns az eltérés 1–2., 2–3., 1–3. kezelés között

^b: P≤0,01 szignifikáns az eltérés 1–2., 1–3. kezelés között

Table 7.: Results of the fattening (between 50–75 kg, \bar{x}) treatments(1), days of feeding(2), daily gain, g(3), daily feed intake, kg(4), DEintake, MJ(5), lysine intake, g(6), N intake(7), feed conversion ratio, kg/kg(8)

Összességében kimondható, hogy a hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján, a hízósertések biztosan és eredményesen nevelhetők fel állati eredetű fehérjék nélkül.

Nem így a malacok. A malacnevelés, a sertéshústtermelés folyamatának talán legkritikusabb szakasza. A '60-as évekre tehető, amikor az ökonómiai elemzések először mutattak rá arra, hogy az egy koca után választható malacok (napjainkban az értékesíthető hízott sertések, ami a nemzetközi tapasztalatok alapján ma 24, 2010-re várhatóan 30!) száma döntően befolyásolja a sertéságazat jövedelmezőségét. E felismerésnek köszönhető, hogy megkezdődtek a malacok korai választásával kapcsolatos kutatások. A korábbi gyakorlat 72 napos szoptatás volt és ez csökkent előbb 56, majd 42 ill. 28 napra, mely utóbbi, végül is általánossá vált a hazai gyakorlatban (Voltak kezdeményezések a 21, sőt az ellés utáni azonnali, 2–3 napos választásra is. Az USA-ban terjed a 17. napos választás, ami Európában, az „animal welfare” előírások miatt, valószínűleg nem terjedhet el. Ez a gyakorlat azonban különleges bánásmódot és benne a korábbinál lényegesen jobb minőségű takarmány alapanyagokat igényel). A közeli jövő dilemmája, hogy mit tudunk tenni. A kutatások meglehetősen előrehaladtak abban a tekintetben, hogy a korai választás, az új feltételek között is megvalósítható legyen. A korábban használt nagy értékű fehér-

jehordozókat le tudjuk cserélni, nő a kristályos aminosavak szerepe, és a nutratív gyógyszerek kiváltásának is meg vannak az új lehetőségei („immun takarmányozás”). A másik oldal azonban nem takarmányozási jellegű, hanem az állattartás etikájával, az állati jólléttel kapcsolatos.

A malacok felnevelése, jelenlegi ismereteink szerint, aligha képzelhető el állati eredetű fehérjék nélkül. Kiutat jelenthetnek a növényi (főként szója) fehérjéből készült hidrolizátumok (és a belőlük készül tejpótlók), melyek ára lényegesen kedvezőbb, mint a tejporé. Biztosnak látszik, hogy a malacnevelés technológiáját, a jelenleg érvényes rendelkezések alapján, újra kell gondolni.

Érkezett: 2003. július
Szerzők címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Authors' address Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

BAROMFIFÉLÉK TAKARMÁNYOZÁSA ÁLLATI EREDETŰ FEHÉRJÉK NÉLKÜL

DUBLECZ KÁROLY

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Európai Unióban, az állati fehérjehordozók takarmányozásban történő felhasználására vonatkozó tilalom, a jelenlegi receptúra készítés gyakorlatának átértékelésére készítetik a baromfi takarmányos szakembereket is. A növényi fehérjehordozók biológiai értéke kisebb, mint a hús-, vagy a halliszté és emellett különféle, a bekeverhetőségüket limitáló antinutritív anyagot is tartalmaznak. Az ún. vegetáriánus tápok etetése elsősorban az indító szakaszban, főleg a brojler- és a pulykahizlalásban okoz nehézségeket.

A cikkben az emészthető aminosav alapú receptúra összeállítás jelentőségéről, néhány alternatív növényi fehérjeforrásról és a tápok enzim-kiegészítésének fontosságáról esik szó.

SUMMARY

Dublecz, K.: POULTRY NUTRITION WITHOUT ANIMAL PROTEIN SOURCES

The ban of using animal protein feeds in the European Union is forcing poultry nutritionists to re-evaluate the present practice of diet formulation. The biological value of plant proteins is lower compared to meat or fishmeal, and they also contain several anti-nutritive factors that limit their incorporation rate. Using so-called „vegetarian diets” results in difficulties, mostly in the starter period of fattening, first of all in broiler and turkey nutrition.

In the article, the importance of calculating diets on a digestible amino acid basis, the characteristics of several alternative plant protein sources, and the effect of additional enzymes are discussed.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évek, főleg állati termékekkel kapcsolatban kirobbant, európai botrányai (BSE, dioxin) és a közelmúlt állategészségügyi problémái alapvetően megváltoztatták az Uniós döntéshozók, valamint a fogyasztók értékrendjét. Az állati eredetű élelmiszerekkel szemben kialakult bizalmatlanság miatt a fogyasztók asztalára kerülő termékek elsődleges minősítő paraméterévé a biztonság, az ember egészségére káros anyagoktól való mentesség vált.

Az Európai Unió számos szigorítást, korlátozást vezetett be a gazdasági állatok takarmányozása terén és a jövőben további hasonló intézkedések várhatók. Ezek közül nagy jelentőséggel bír az állati eredetű fehérje-kiegészítők részleges, majd várhatóan teljes tilalma. Bár a halliszt felhasználása a baromfi tápokban még engedélyezett, számos vágóhid, élelmiszeripari kereskedő hálózat, szupermarket csak a kizárólag növényi eredetű takarmányokon hizlalt állatokat hajlandó felvásárolni. A takarmányos szakembereket ez új feladat elé állítja. Az állati eredetű fehérjék ugyanis koncentrált, magas biológiai értékű, az aminosavakat az állat igényeinek megfelelő arányban tartalmazó, antinutritív anyagoktól mentes, jól emészthető fehérjeforrást jelentettek. A hal- és húslisztek, emellett jól hasznosuló foszfort, B₁₂ vitamint és a növényi komponenseknél több niacint és kolin-kloridot tartalmaznak. További problémát jelent, hogy az állati fehérjéket nem tartalmazó, ún. vegetáriánus tápokkal, ugyanazoknak, a környezet és a takarmány iránt igényes, intenzív hibrideknek a termelési eredményét kell megkísérelni szinten tartani.

A különböző baromfi fajok és hasznosítási típusok közül a legintenzívebben termelő brojler csirke és pulyka a legigényesebb a táp fehérjetartalma és annak aminosav-összetétele iránt. Tápjaiuk közül elsősorban az indító tápok összeállításakor okoz gondot a hal- és húsliszt hiánya, amikor a csirkéknek és a pulyka pipéknek legnagyobb a fehérjeigénye és esszenciális aminosav szükséglete. A fiatal állatok emellett lényegesen érzékenyebbek az állati eredetű fehérjehordozók kiváltására szóba jöhető növényi eredetű fehérje-kiegészítőkből és ipari melléktermékekben előforduló antinutritív anyagokra és a vegetáriánus tápok optimálisnál nagyobb rosttartalmára.

A jelenlegi helyzetben felértékelődik az aminosavak emészthetőségének figyelembevétel, a különböző, jelenleg egyáltalán nem, vagy csak kis mennyiségben használt alternatív növényi fehérjeforrások, a kristályos aminosav-kiegészítők, valamint a táplálóanyagok emészthetőségét javító enzimek szerepe. A receptúrák összeállítása lényegesen nagyobb szakmai hozzáértést igényel.

Tápok összeállítása emészthető aminosav-tartalom alapján

Hazánkban a baromfi tápok összeállítása a takarmányok nyersfehérje, lizin és a kéntartalmú aminosav szintjének figyelembevételével történik. Az utóbbi évtizedek kutatásai bebizonyították, hogy ez a gyakorlat kisebb-nagyobb hibával terhelt, mivel nem veszi figyelembe az aminosavak eltérő emészthetőségét, hasznosulását. Köztudott ugyanis, hogy valamely takarmányfehérje esszenciális aminosavai eltérő mértékben szívódnak föl és tudnak bekapcsolódni a fehérjeszintézisbe. Az is közismert, hogy nem csak az egyik aminosav emészt-

hetősége tér el a másiktól, hanem takarmánytól függően ugyanannak az aminosavnak a felszívódása is más és más. Ezt bizonyítják az 1. táblázatban szereplő emésztési együtthatók. Látható, hogy a baromfitápokban elsődlegesen limitáló metionin emészthetősége 73% (lucernaliszt) és 97% (kukorica glutén) között változik. A hazai tápokban legnagyobb volument kitevő kukorica esetében 13% az eltérés a legjobban (hisztidin) és a leggyengébben (lizin) emésztődő aminosav együtthatója között. Ugyanígy az extrahált szójadarában 11, míg a baromfi fehérjelisztben 17%-os különbség is lehetséges.

1. táblázat

Néhány baromfitakarmány aminosavainak tényleges emészthetősége (%)
(NRC, 1994)

| | LYS | MET | CYS | ARG | THR | VAL | ILE | LEU | HIS | PHE |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Lucernaliszt(1) | 59 | 73 | 40 | 82 | 71 | 75 | 77 | 80 | 74 | 78 |
| Árpa(2) | 78 | 79 | 81 | 85 | 77 | 81 | 82 | 86 | 87 | 88 |
| Lóbab(3) | 88 | 78 | 70 | 92 | 85 | 82 | 88 | 90 | 82 | 89 |
| Vérlist(4) | 86 | 91 | 76 | 87 | 87 | 87 | 78 | 89 | 84 | 88 |
| Repcedara(5) | 80 | 90 | 75 | 90 | 78 | 82 | 83 | 87 | 85 | 87 |
| Kukorica glutén(6) | 88 | 97 | 86 | 96 | 92 | 95 | 95 | 98 | 94 | 97 |
| Kukorica(7) | 81 | 91 | 85 | 89 | 84 | 88 | 88 | 93 | 94 | 91 |
| Toll-liszt(8) | 66 | 76 | 59 | 83 | 73 | 82 | 85 | 82 | 72 | 85 |
| Halliszt(9) | 88 | 92 | 73 | 92 | 89 | 91 | 92 | 92 | 89 | 91 |
| Csillagfürt(10) | 92 | 86 | 88 | 96 | 91 | 91 | 95 | 95 | 91 | 95 |
| Húsliszt(11) | 79 | 85 | 58 | 85 | 79 | 82 | 83 | 84 | 80 | 84 |
| Zab(12) | 87 | 86 | 84 | 94 | 85 | 88 | 89 | 92 | 93 | 94 |
| Húsliszt(13) | 80 | 86 | 61 | 88 | 80 | 83 | 85 | 85 | 78 | 84 |
| Szójadara(14) | 91 | 92 | 82 | 92 | 88 | 91 | 93 | 92 | 88 | 92 |
| Cirok(15) | 78 | 89 | 83 | 74 | 82 | 87 | 88 | 94 | 87 | 91 |
| Napraforgódara(16) | 84 | 93 | 78 | 93 | 85 | 86 | 90 | 91 | 87 | 93 |
| Búzakorpa(17) | 72 | 82 | 72 | 79 | 72 | 76 | 79 | 79 | 80 | 84 |
| Búza(18) | 81 | 87 | 87 | 88 | 83 | 86 | 88 | 91 | 91 | 92 |

Table 1.: True digestibility of amino acids in some poultry feedstuffs

alfalfa meal(1), barley(2), field beans(3), blood meal(4), rapeseed meal(5), maize gluten meal(6), maize(7), feather meal(8), fish meal(9), sweet lupin(10), meat meal(11), oats(12), meat meal(13), soybean meal(14), sorghum(15), sunflower meal(16), wheat bran(17), wheat(18)

Természetes ezért a takarmánygyártó cégek azon törekvése, hogy az aminosavak emészthetőségének figyelembevételével pontosabban közelítsenek az állatok szükségletéhez. A közeljövőben elérendő cél lehet, hogy legalább az elsődlegesen limitáló aminosavak esetében számottevő hiány vagy túladagolás ne alakulhasson ki.

Emészthető aminosav alapú takarmányozással figyelembe tudjuk venni az alapanyagok hőkezelése során fellépő esetleges aminosav károsodást, az emésztő enzimek tevékenységét gátló antinutritív anyagok, proteáz inhibitorok hatását.

Az emészthető aminosav alapú tápanyagokra való áttéréshez azonban számos kérdés vár még tisztázásra. Eltérő például az emésztési kísérletek metodikájának megítélése. Nem teljesen tisztázott, hogy milyen mértékű a baromfi-ban a döntően a vakbelekre korlátozódó bakteriális tevékenység aminosav emészthetőséget torzító hatása (Fuller és Coates, 1983; Parsons 1985; Juhász és Schmidt, 2001). A kihasználási kísérletek során az állatok endogén amino-

sav-ürítése szintén befolyásolja a kapott eredményeket. Ezen aminosav hányad megítélése szintén nem egységes (Raharjo és Farrel, 1984; Sibbald, 1987). Így nem közömbös, hogy látszólagos vagy tényleges aminosav emésztési együtthatókról van szó. Hasonlóan többen vitatják a vizelettel távozó aminosav-mennyiség emésztési kísérletek eredményét befolyásoló hatását (Bragg és mtsai, 1969; Terpstra, 1977). Lényeges eltérés lehet az eredmények között a tekintetben is, hogy a méréseket *ad libitum* (Raharjo és Farrel, 1984) vagy kényszeretetéses módszerrel (Sibbald, 1987) végzik, fekális vagy ileális minták gyűjtése folyik, vagy köztes megoldásként vakbélirtott állatokat használnak.

Az előzőekben feltett kérdések megválaszolására Keszthelyen is számos kísérletet végeztünk. A brojlercsirkék életkorának és vakbelében zajló mikrobás fermentáció hatásának mérésére például az extrahált szójadara aminosavainak ileális és fekális emészthetőségét határoztuk meg a hizlalás 2., 3., 4., 5. és 6. hetében. Az aminosavak átlagos emészthetősége a 1. ábrán látható módon alakult.

1. ábra: A mintavétel helye és az életkor hatása brojler csirkék aminosav emésztésére

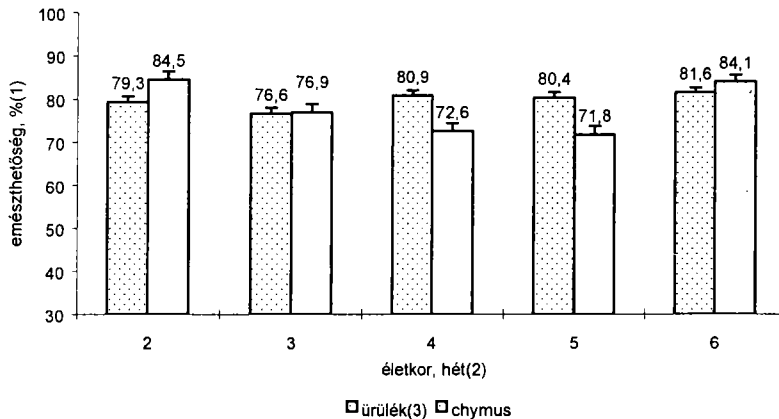


Fig. 1.: Effect of place of sampling and age of broiler chicks on the digestibility of amino acids digestibility(1), age, week(2), dropping(3), digesta(4)

Míg a két hetes csirkék esetében az ileális, addig a 4. és 5. hetes állatokban a fekális emészthetőség volt nagyobb. Ebből arra lehet következtetni, hogy 4. hetes kor környékén éri el a brojler csirke vakbelében zajló mikrobás tevékenység azt a nagyságrendet, ami már befolyásolja az emésztési kísérletek eredményét. Eredményeink alapján a csirke vakbelében többnyire az aminosavak lebontása folyik.

Az ábrán az is látható, hogy az ürülék minták alapján számított emészthetőség csak kis mértékben változik az állatok korának függvényében. Az ileális értékek ugyanakkor csökkennek az életkor előrehaladtával. Ez megerősíti azokat a kutatási eredményeket, (Zelenka és Liska, 1986; Zuprizal és mtsai, 1992) amelyek ugyancsak csökkenő aminosav emésztésről számolnak be az idősebb brojlercsirkék esetében.

A kukoricát ugyan nem elsősorban fehérjehordozóként vesszük figyelembe, de nagy részaránya miatt a táp fehérjetartalmának akár 20–30%-át is je-

lentheti. Egy következő kísérletben ezért négy különböző fajtájú és tenyésztésű kukorica minta (Experiment, Fúrió, Szegedi 488, Gabriella) nyersfehérje és aminosav-tartalmát, valamint azok emészthetőségét hasonlítottuk össze. A fajták között szignifikáns eltérést tapasztaltunk mind az 1 kg kukoricára, mind pedig az egységnyi fehérjére vonatkozó esszenciális aminosav mennyiség tekintetében. Az aminosavak emészthetőségében ugyanakkor nem tapasztaltunk eltérést a fajták között.

Azt is megvizsgáltuk, hogy az általunk mért emésztési együtthatók mennyiben térnek el a különböző nemzetközi ajánlásokban publikált értékektől. Látható, hogy a 2. ábrán szereplő négy aminosav mindegyikénél kisebb felszívódást mértünk, mint a táblázati érték.

2. ábra: A kukorica fajták lizin-, metionin-, treonin- és arginin-tartalmának mért (négy fajta átlaga) és publikált emészthetősége

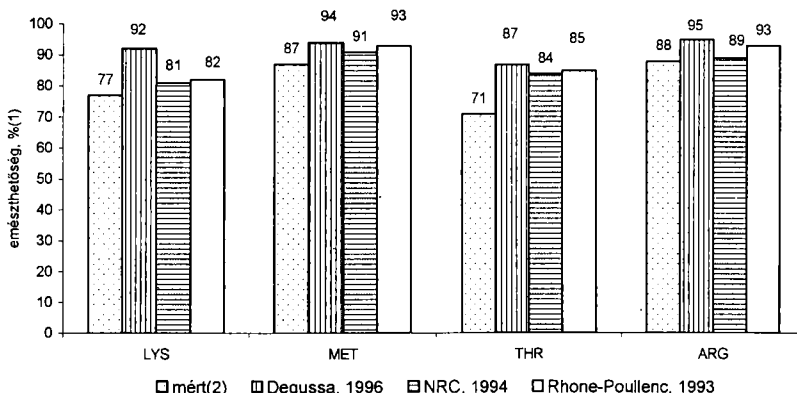


Fig. 2.: Measured and published lysine, methionine, threonine and arginine digestibility coefficients of maize
digestibility(1), measured(2)

Legkisebb az arginin, legnagyobb a treonin esetében az eltérés. Figyelemreméltó, hogy a megbízhatónak tekintett ajánlások javaslatai között is lényeges eltérések vannak. A kukorica lizinjének emészthetőségét, például amíg a Degussa AG. (1996) 92%-osnak, addig az amerikai (NRC, 1994) és francia (Rhone-Poulenc, 1993) ajánlások csak 81 és 82%-osnak tüntetik fel. Ezek az eltérések felhívják a figyelmet a külföldi értékek automatikus átvételében rejlő pontatlanságokra, és indokoltá teszik, hogy a hazai kutatóhelyek részvételével, az aminosav emészthetőségi értékeket is magában foglaló, saját baromfitakarmányozási adatbankot hozzunk létre.

A baromfi fajokra vonatkozó anyagcsere-vizsgálatokat általában a tyúk fajjal végzik. Rendkívül kevés információ áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy a többi madárfajra milyen pontossággal adaptálhatók ezek az értékek. Egy további kísérletünkben ezért arra kerestünk választ, hogy milyen eltérések tapasztalhatók a különböző baromfi fajok aminosav emésztésében. Az összehasonlításban Ross-308-as brojler csirkék, fácánok, Pannon Texán húshibrid

galambok, Big BUT6-os pulykák, kékesszürke gyöngytyúkok, japán fűrjek, Landeszi ludak és pekingi kacsák vettek részt.

A baromfi számára elsődlegesen limitáló metionin emésztési együttthatója pulykákkal mérve volt a legkisebb (86,6%), de ettől nem különbözött szignifikánsan a csirkére (87,8%), a kacsára (88,6%), a galambra (90,3%) és a gyöngytyúkra (91,0%) vonatkozó érték. Az említett fajoknál szignifikánsan jobb hatásfokkal emésztette a kísérleti táp metionin-tartalmát a lúd (93,5%), a fácán (93,8%) és a fűrj (94,5%). A táp lizintartalmának emészthetősége brojler csirkékkel mérve volt a legkisebb (81,8%), míg a gyöngytyúkok esetében a legnagyobb (89,2%). A többi fajjal mért együttthatók nem különböztek egymástól szignifikánsan. Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy a döntően tyúk fajjal meghatározott aminosav emészthetőségi értékek nem minden esetben adapálhatók a többi madárfajra.

Az aminosavak emészthetőségéhez hasonlóan a madarak emészthető aminosav szükségletét is számos tényező befolyásolja. Ilyenek például a faji sajátosságok, a hasznosítási típus, a táp energia- és fehérjetartalma, az állat életkora, a környezeti hőmérséklet, és a takarmányfelvétel nagysága.

Az emészthető aminosav szükségletéről sajnos elég kevés kutatási eredményt publikáltak. Ennek alapvető oka, hogy a szükségleti értékek meghatározásához aminosavanként, fajonként, korcsoportonként külön termelési tesztek elvégzésére van szükség. Ezek a kísérletek rendkívül időigényesek, drágák, ráadásul hozadékuk nem minden esetben garantált.

Adott aminosav szükségleti értéke aszerint is változik, hogy a maximális testsúlygyarapodás, a nemes húsrészek aránya, a melltömeg, avagy a minimális zsírtartalom alapján állapítjuk azt meg. *Williams* (1997) eredményei alapján a csirkék maximális vágási kihozatalához 1,4, a legnagyobb mellhús-kihozatalhoz 1,0, a minimális hasúri zsírtartalom eléréséhez 1,6% emészthető lizintartalmú táp etetése indokolt (3. ábra).

Az eltérő szükségleti értékek figyelembevétele akkor lehet indokolt, ha például változik a csontozott mellfilé piaci ára. Ilyenkor nem biztos, hogy a maximális testsúlygyarapodás vagy a legkisebb fajlagos takarmányértékesítés eredményezi a maximális profitot. Bizonyos mellhús ár mellett ugyanis a gyengébb fajlagos takarmány-felhasználással járó hosszabb hizlalási idő jövedelmezőbb lehet.

Felvetődhet a kérdés, hogy mennyivel lesz jobb a takarmányozás hatékonysága, ha a jelenlegi gyakorlat helyett emészthető aminosav alapon állítjuk össze a tápokát. Spanyol kutatók (*Esteve-Garcia és mtsai*, 1993) szójadara alapú tápok között nem tapasztaltak a csirkék növekedésében vagy a fajlagos takarmány-felhasználásban mérhető eltérést, ha azokat teljes vagy emészthető lizin alapon összeállított tápokkal hizlalták. A 10% húlisztet tartalmazó tápok esetében azonban lényegesen jobb eredményt értek el, ha a tápot emészthető lizin alapon állították össze. *Juhász és Schmidt* (2002) kukorica-, búza-, szója- és hallisztartalmú tápokát állították össze teljes és emészthető aminosav alapon. A lizin mellett azonban, a receptúrák összeállításakor, a metionin, cisztin és treonin emészthetőségét is figyelembe vették. Eredményeik alapján az emészthető aminosav alapú tápokkal javítható volt a csirkék testsúlygyarapodása és kedvezőbb lett a vágási kihozatal.

3. ábra: A táp emészthető lizintartalmának hatása brojlercsirkék vágási kihozatalára, mellhús súlyára és hasúri zsírtartalmára

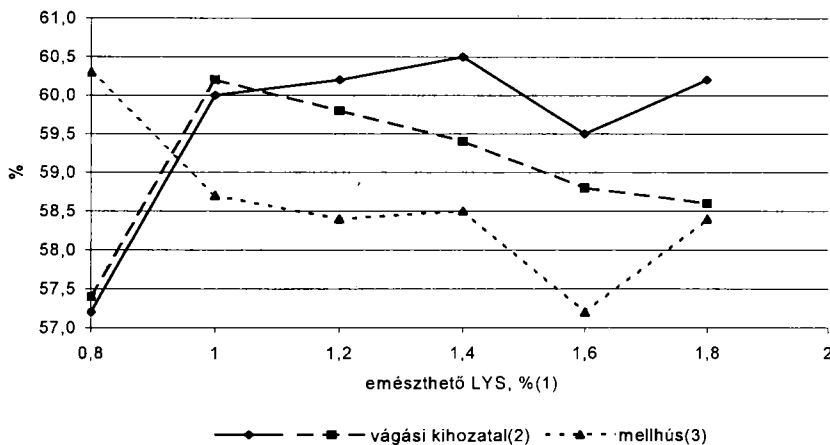


Fig. 3.: The effect of the digestible lysine content of the diet on the dressing percentage, breast meat and abdominal fat content of broiler chicks
 digestible lysine(1), dressing percentage(2), breast meat(3), abdominal fat(4)

Alternatív fehérjeforrások

A vegetáriánus tápokban megnőtt az extrahált és full-fat szója részaránya, ami egy szint felett, a szójában található antinutritív anyagok, a nagy kálium- és rosttartalom miatt depresszív lehet. Több állattartó telepen tapasztalható volt az elmúlt időszakban, hogy a sok szóját tartalmazó tápok etetésekor megnő a csirkék és pulykák vízfogyasztása, az ürülék hígabb lesz, romlik az alomminőség. Emiatt a tápok fehérjetartalmának beállításakor célszerű egyéb növényi fehérjéket, ipari melléktermékeket is felhasználni. Ennek további előnye, hogy a különböző növényi fehérjék aminosavai komplettálják egymást. Megnehezíti azonban a takarmányos szakemberek helyzetét, hogy ezek a takarmányok általában antinutritív anyagokat tartalmaznak és nem minden esetben rendelkezünk megbízható információkkal a hizlalás egyes szakaszaira vonatkozó bekeverhetőségi korlátokról. Az *extrahált napraforgó* felhasználását elsősorban rosttartalma limitálja a baromfi tápokban. Fehérjéje értékes, hiszen az esszenciális aminosavak közül metioninből lényegesen többet tartalmaz, mint a pillangósok. A héjtalanított napraforgóból készített takarmány-kiegészítők ugyanakkor ígéretes alternatívát jelenthetnek a szója részleges kiváltására. Az *extrahált és full-fat repce* felhasználását még a 00-ás fajták esetében is azok tannin-, glükozinolát- és erukasav-tartalma limitálja. További korlátozó tényező, hogy a madár bélcsatornájában képződő trimetilamin már kis koncentrációban kellemetlen halízű kölcsönözhet a tojáshoz és a húshoz. A *borsóval* bíztató kísérletek folynak néhány európai országban, pl. Franciaországban, ahol a baromfi táp komponensek közötti aránya már 11%-os. A baromfitakarmánynak használt borsó általában kerek szemű, tannin-mentes és alacsony tripszin inhibitor aktivitású. Fehérjetartalma és annak emészthetősége (75–85%) elmarad ugyan a

szójáétól, de a pillangósokra jellemzően fehérjéje gazdag lizinben. Táplálóanyagának emészthetősége javul hántolás és különböző hőkezelési eljárások hatására. Puffadást okozó oligoszacharid-tartalma miatt azonban célszerű korlátozni a felhasználását. Az édes *csillagfürt* újra reneszánszát éli és megtalálható a hazai takarmány piacon is. Felhasználását a borsóhoz hasonló, α -galaktozid kőteket tartalmazó oligoszacharidok, nagy mangán-, pektin-, és alkaloida-tartalma korlátozza. Enzim-kiegészítéssel, hántolással vagy hőkezeléssel azonban lényegesen javul a felhasználhatósága. Tojókban 30, idősebb brojlerekben 40%-ban sem okozott termelési depressziót (*Kempen és Jansman, 1994*). A 70-es években végzett kísérletekben, a *lóbab*, már 10–20%-os bekeverési arányban is depresszióval hatott a tojótyúk teljesítményére. A jelenlegi fajtákban kisebb ugyan a tannin szint, de alacsony metionin- és linolsavtartalmuk, valamint a lóbabban is megtalálható lektinek, proteázgátlók miatt sem célszerű nagyobb adagban, az intenzíven növekvő állatok tápjába keverni. A *lenmag* és *extrahált darája* számos antinutritív anyagot, többek között B_6 -vitamin antagonistát, tripszin inhibitor, ciánglikozidokat, antiösztrogén hatású anyagokat tartalmaz. Metionin- és lizintartalma kicsi, 15–20%-ban etetve már depresszív hatású. A repcéhez hasonló kellemetlen ízt kölcsönözhet a tojásnak és a húsnak. A lenmag és lenolaj kiválóan alkalmazható ugyanakkor, ha a baromfi termékekben növelni szeretnénk az ember egészsége szempontjából kedvezőbb, ún. n-3-as zsírsavak arányát.

Az ipari melléktermékek közül a *kukorica glutén* szerepel leggyakrabban a baromfi tápokban. Nagy fehérjetartalma, karotinoid festékeket tartalmazó melléktermék. Antinutritív anyagot nem tartalmaz, de magas leucin szintje miatt nagyobb arányban etetve étvágytalanságot okoz. A *búzacsíra* értékes baromfi táp komponens. Fehérjetartalma a borsóéhoz és lóbabéhoz hasonló, emellett 7–8% olajat is tartalmaz. Felhasználását antinutritív anyag nem, inkább ára limitálja. Felhasználásakor minden esetben törekedni kell a csíraolaj oxidatív stabilitásának megőrzésére. A 2. táblázat néhány növényi fehérjetakarmányban található antinutritív anyagot és javasolt maximális bekeverhetőségi korlátait tartalmazza (*INRA, 1987*).

Különböző enzimek készítmények felhasználása

A többi állatfajhoz hasonlóan a baromfi takarmányozásában is egyre nagyobb szerepet játszanak a táplálóanyagok lebontását, felszívódását elősegítő különböző exogén enzimek, enzim keverékek. Ezeknek döntően két csoportját különböztethetjük meg. Az enzimek egyik csoportja a takarmányokban található antinutritív anyagokat inaktiválja, bontja le. Ilyen emésztést csökkentő anyagok, például a főleg gabonákban található xilánok és glükánok, amelyek vízben oldódó frakciója nem rostként viselkedik a bélcsatornában, hanem a béltartalom viszkozitását megnövelve rontja a táplálóanyagok lebontását és felszívódását.

A *xilanáz*, *glükánáz* enzimek használata az Észak-Európa-i országokban több évtizede rutinszerűen folyik. Magyarországon használatuk akkor válhat indokolttá, ha a tápokban a kukorica helyett megnő a kalászos gabonák részaránya. A közelmúltban végzett brojler hizlalási kísérletünk eredménye alapján, a búza 40%-nál nagyobb bekeverési arányakor már indokolt a glükánáz, és xilanáz enzimek használata (4. ábra).

2. táblázat

Néhány baromfitakarmány javasolt maximális bekeverhetősége (%)

| Takarmány(1) | Limitáló tényező(2) | Fiatal baromfi(3) | Kifejlett állat(4) |
|-----------------------------|---|-------------------|--------------------|
| Lóbab(5) | lektin, tannin, proteáz inhibitorok(14) | 15 | 30 |
| Édes csillagfűrt(6) | alkaloidea, rost, pektin, α-galaktozidák(15) | 10 | 20 |
| Borsó(7) | proteáz inhibitorok, lektin, pektin, tannin, α-galaktozidák(16) | 20 | 25 |
| Extr. földimogyoró-dara(8) | toxin | 5 | 5 |
| Extr. repcedara(9) | glükoszínolát, tannin, pektin, erukasav(17) | 5 | 10 |
| Extr. gyapotmagdara(10) | gossypol | 8 | 10 |
| Extr. napraforgódara(11) | rosttartalom, tripszin inhibitor(18) | 5 | 10 |
| Extr. és full-fat szója(12) | rosttartalom, kálium, lektin, tripszin inhibitor(19) | 15 | 20 |
| Lenmagdara(13) | tripszin inhibitor, cián glikozid, B6-vitamin antagonist(20) | 5 | 5 |

Table 2.: Suggested maximal inclusion rates of some poultry feedstuffs feedstuff(1), limiting factor(2), young bird(3), adult bird(4), field beans(5), sweet lupines(6), peas(7), extracted peanut meal(8), extracted rapeseed meal(9), extracted cottonseed meal(10), extracted sunflower meal(11), extracted and full fat soybean(12), linseed meal(13), lectins, tannins, protease inhibitors(14), alkaloids, pectins, fibre, α-galaktosides(15), protease inhibitors, lectins, pectins, tannins, α-galaktosides(16), glucosinolates, tannins, pectins, eric acid(17), fibre, trypsin inhibitors(18), fibre, potassium, lectins, trypsin inhibitors(19), trypsin inhibitors, cyanogenic glycosides, B₆-vitamin antagonists(20)

4. ábra: A búza részarányának és a tápok enzim-kiegészítésének hatása

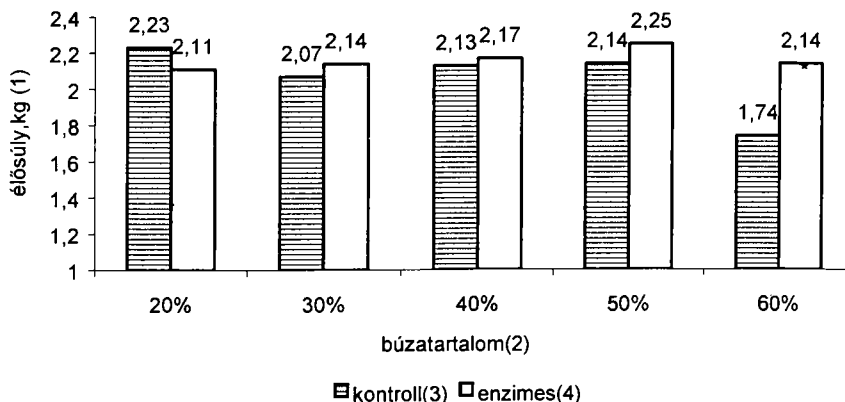


Fig. 4. Effect of wheat content and enzyme supplementation of diets on the performance of broiler chicks live weight(1), wheat content of the diet(2), control(3), enzyme supplementation(4)

Az enzimek másik nagy csoportját azok a készítmények képezik, amelyek hozzásegítik az állatot ahhoz, hogy a szomatikus enzimekkel nem, vagy gyengén emészthető táplálóanyagok is hozzáférhetővé váljanak. Ide tartozik a hazánkban is egyre szélesebb körben használt fitáz, amelyet elsősorban a kizárólag növényi eredetű tápok gyártásakor használnak. A fitáz elősegíti a magvakban fitin kötésben lévő ásványi anyagok, a kalcium, a foszfor, a mikroelemek

felszívódását. Ezáltal kevesebb ásványi foszfor kiegészítőre van szükség és csökkenthető a környezeti terhelés. A fitáz hatékonyságát ugyanakkor számos tényező befolyásolja. Így például a szükségletnél kisebb Ca:P arány esetén a foszfor emészthetőségét jobban javítja, mint a kalciumét (*Rostagno és mtsai*, 2000). A baromfi tápok optimális Ca és P szintjének kialakítását az is nehezíti, hogy a gyakorlatban sokszor keveredik a teljes és a hasznosítható foszforral történő számítás. A szükségleti értékeket a tenyésztő cégek ma már többnyire hasznosítható foszforban adják meg, a takarmányvizsgáló laborok nagyobb hányada ugyanakkor csupán az összes foszfort méri.

A *proteázokat*, α -*amilázt* tartalmazó „enzim koktélok” bizonyítottan javítják a fehérjék és a keményítő emészthetőségét, az aminosavak felszívódását, növelik a táp metabolizálható energia értékét, még az optimálisnak tekinthető kukorica-szója alapú tápok esetében is.

Ez a madár fajok rövid emésztőcsatornájával, a takarmány gyors áthaladási idejével és ebből adódóan az emésztőenzimek gyengébb hatékonyságával magyarázható. A vegetáriánus tápok etetésekor felértékelődik az enzimek használata és az előzőekben említettek mellett a növényi rostokat bontó *celluláz*, *hemicelluláz*, *pektináz* enzimek használata is indokolt lehet.

A vegetáriánus tápok összeállításakor *speciális premixek* használatára van szükség, amelyek összeállításakor gondoskodni kell az állati eredetű takarmányokban, nagyobb mennyiségben jelen lévő és jobban hasznosuló ásványi anyagok és vitaminok pótlásáról.

IRODALOM

- Bragg, D.B. – Ivy, C.A. – Stephenson, E.L.*(1969): Methods for determining amino acid availability of foods. *Poult. Sci.*, 48. 2135–2137
- DEGUSSA AG(1996): Amino acid recommendations for poultry
- Esteve-Garcia, E. – Caparo, E. – Brufau, J.*(1993): Formulation with total versus digestible amino acids. *Proc. 9th Europ. Symp. Poult. Nutr.*, Jelenia Góra, Lengyelország, 318–331.
- Fuller, R. – Coates, M.E.*(1983): Influence of the intestinal microflora on nutrition. In: *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl*. (ed.): *Freeman, B.M.* 4. Academic Press, London, 51–61
- INRA(1987): Alimentation des animaux monogastriques
- Juhász, A. – Schmidt, J.*(2001): A fehérje valódi emészthetőségének megállapítása vakbélirtott brojlerekkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 50. 4. 341–352.
- Juhász, A. – Schmidt, J.*(2002): Brojlerhizlalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított tápokkal. *Baromfi ágazat*, 3. 24–29.
- Kempen, G.J.M. – Jansman, A.J.M.*(1994): Use of EC produced oil seeds in animal feeds. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. (ed.): *Garnsworthy, P.C. – Cole, D.J.A.* Nottingham University Press, Nottingham, U.K., 31–56.
- NRC(1994): *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Rev. Edition, Nat. Acad. Press, Washington
- Parsons, C.M.*(1985): Determination of digestible and available amino acids in meat meal using conventional and caecotomized cockerels or chick growth assays. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 104. 469–472.
- Raharjo, Y. – Farrel, D.J.*(1984): A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 12. 29–45.
- RHONE-POULENC(1993): *Rhodiment Nutrition Guide*. 2nd Edition. Feed ingredients formulation in digestible amino acids. 36–44.
- Rostagno, H.S. – Tejedor, A.A. – Albino, L.F.T. – Silva J.H.V.*(2000): Enzyme supplementation of corn/soybean meal diets improves ileal digestibility of nutrients in broiler chicks. *Proceedings of the Alltech's 16th Annual Symposium*. (ed.): *Lyons, T.P. – Jacques, K.A.* Nottingham University Press, Nottingham, U.K., 175–195.

- Sibbald, I.R.*(1987): Estimation of bioavailable amino acids in feedingstuffs for poultry and pigs: A review with emphasis on balance experiments. *Can. J. Anim. Sci.*, 67. 221–301.
- Terpstra, K.*(1977): Determination of the digestibility of protein and amino acids in poultry feeds. Proceedings of the 5th International Symposium on Amino Acids, Budapest, 1–8.
- Williams, P.E.W.*(1997): Poultry production and science: future directions in nutrition. *Wrl'd's Poul. Sci. J.*, 53. 33–48.
- Zelenka, J. – Liska, I.*(1986): Effect of sex and age of chickens on the digestibility of amino acids in feed mixture. *Proc. 7th Europ. Poul. Conf.*, Paris, 298–302.
- Zuprizal, M. – Larbier, M. – Chagneau, A.M.*(1992): Effect of age and sex on true digestibility of amino acids of rapeseed and soybean meals in growing broilers. *Poul. Sci.*, 71. 1486–1492.

Érkezett: 2003. július
Szerzők címe: Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Authors' address: Veszprém University, Georgikon Faculty of Agriculture
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

SERTÉSEK ENERGIA-, FEHÉRJE- ÉS AMINOSAV-SZÜKSÉGLETE

GUNDEL JÁNOS — HERMÁN ISTVÁNNÉ — SZELÉNYINÉ GALÁNTAI MARIANNE

ÖSSZEFOGLALÁS

Szerzők a legújabb hazai és nemzetközi kutatási eredmények alapján táblázatokba foglalták a különböző korú és hasznosítású (malac, hízó, tenyészt) sertések energia-, fehérje- és néhány legfontosabb esszenciális aminosav-szükségleti értékeit. Továbbá az ideális fehérjeelv felhasználásával ismertetik az abrakkeverékekben biztosítandó aminosav-arányokat. A sertéstápokban nyújtandó össz aminosav-tartalom mellett megadják azok valódi ileális emészthetőségét, mivel az állatok csak ezt tudják fehérjeszintézisükhöz felhasználni. Tekintettel arra, hogy a takarmány energia-tartalma szorosan összefügg a fehérje-, ill. aminosav-értékesítéssel, ezért a kívánatos lizin:energia arányt is közlik.

Tekintettel arra, hogy a konferencia részben az állati eredetű fehérje nélküli takarmányozás lehetőségével foglalkozik, fenti adatokat segítségül kívánjuk közzétenni ennek megvalósítására.

SUMMARY

Gundel, J. – Hermán, A.Ms. – Szelényiné Galántai, M.Ms.: ENERGIE-, PROTEIN- AND AMINO ACID REQUIREMENT OF PIGS

The authors published energy, protein and the some significant essential amino acid needs of pigs of different age and utility type (piglets, growing pigs, breeding pigs). These values were based on recent national and international research issues. Authors further reviewed the desirable amino acid ratios of feed mixtures with the use of the ideal protein principle. In addition to the total amino acid content of pig feedstuffs, the authors gave the real ileal digestibility of amino acids, because animals could only use these amino acids to the protein synthesis. The required lysin:energy ratio was also given, because the energy content of the feedstuff closely correlated with the protein- and amino acid utilization.

While the conference deals with the opportunities for the nutrition without animal origin proteins, we would like to publish the above data to help to realize the aim of the conference.

A legújabb hazai és nemzetközi kísérleti eredmények felhasználásával táblázatokba foglaltuk a különböző korú és hasznosítási típusú sertések optimális fehérje- és aminosav-ellátását biztosító takarmányozási adatokat. A közölt értékek egy átlagos genetikai képességű állomány legjobb teljesítményét célzó ajánlások. Kiindulásként a sertések várható napi takarmány felvételét fogadtuk el és ebből vezettük le a takarmányban (az abrakkeverékekben) nyújtandó táplálóanyag mennyiségeket.

Hazai viszonylatban új, hogy az állatok fehérjeellátásának pontosítása érdekében — a nemzetközi szakirodalomban elfogadottaknak megfelelően — az ún. ideális fehérjeelv alapján, vagyis a lizin százalékában adjuk meg a legfontosabb aminosavak „ideális” arányát.

Ezen túlmenően nemcsak a sertések aminosav-szükséglete szerinti össz aminosav mennyiségeket ismertetjük, hanem a valódi ileális emészthető aminosav-tartalmat is. Ily módon válik ugyanis lehetővé, hogy a takarmányfehérjében elfogyasztott össz aminosav mennyiségéből a hasznosítható arányt is figyelembe vegyük.

Mivel az állatok energiaellátásával szorosan összefügg a fehérjék és aminosavak hasznosulása, ezért az emészthető energiatartalmat, valamint a sertések teljesítménye szempontjából meghatározó lizin:energia arányt is közöljük.

Tekintettel arra, hogy a konferencia részben az állati eredetű fehérje nélküli takarmányozás lehetőségével foglalkozik, fenti adatokat segítségül kívánjuk közzétenni ennek megvalósítására az Állattenyésztés és Takarmányozás folyóirat 2004. évi 2. számában.

Napi takarmány és táplálóanyag-felvételi ajánlások

Az ajánlásokat a malac, a hízó és a tenyészsertések napi átlagos takarmányfelvételére az *1. táblázatban* ismertetjük. Az adatok között található a légszáraz takarmány, továbbá az ebben lévő emészthető energia- (MJ), valamint a nyersfehérje-tartalom és a legfontosabb esszenciális aminosavak közül az össz lizin, a metionin, a metionin+cisztin, a treonin és a triptofánfelvétel javasolt napi mennyisége növendék, tenyész- és hízósertéseknek egyaránt.

A *2. táblázatban*, az ideális fehérjeelv alapján, ismertetjük az abrakkeverékekben az aminosav arányokat a különböző hasznosítású, ill. korú sertések számára. Az ideális fehérjeelvet *Wang és Fuller* (1989) sertésekkel végzett N-anyagforgalmi vizsgálat keretében, eltérő aminosav-szintekkel elért maximális N-retencióban jelölték meg, az egyes esszenciális és nem esszenciális aminosavak lizinhez viszonyított arányára vonatkozóan. Így 40–50 kg élősúlyú növendék sertés esetében, a lizint 100%-nak véve: a treonin 72, a valin 75, a metionin+cisztin 63, az izoleucin 60, a leucin 110, a fenilalanin+tirozin 120 és a triptofán 18% legyen. Ezen kívül megállapították, hogy az esszenciális és nem esszenciális aminosavak 45:55 aránya biztosította a maximális N-retenciót, amennyiben ez 6,5 g lizin, 4,1 g metionin+cisztin, 4,7 g treonin, 1,2 g triptofán, 4,9 g valin, 3,9 g izoleucin, 7,2 g leucin és 7,8 g fenilalanin+tirozin-tartalommal párosult, fehérjére (16 g N) vonatkoztatva.

Tekintettel arra, hogy *Wang és Fuller* csak 50 kg körüli sertések számára adta meg az előbb említett aminosav arányokat, ezért az *NRC* (1998) és a *De-gussa* (*Rademacher és mtsai*) (2000) táblázatok felhasználásával, az ideális

fehérjeelv szerint, megbecsültük a különböző életkorú és hasznosítású sertések részére is, néhány legfontosabb esszenciális aminosav lizinhez viszonyított arányát. A táblázat nemcsak az össz aminosav arányokat, hanem a valódi ileális emészthető aminosav arányokat is tartalmazza.

1. táblázat

Ajánlás sertések napi takarmány-, energia-, nyersfehérje-, ill. néhány fontosabb esszenciális össz aminosav-felvételére

| | Légszár az tak., kg(11) | DE | Ny. fehérje (12) | LYS | MET | M+C | THR | TRP |
|--|-------------------------|------|------------------|------|------|------|------|------|
| | | MJ | g | | | | | |
| Malac(1) | | | | | | | | |
| 10–20 kg | 1,00 | 14,5 | 200 | 13,0 | 4,7 | 7,9 | 8,4 | 2,3 |
| 20–30 kg | 1,35 | 19,3 | 254 | 14,9 | 5,7 | 9,5 | 9,9 | 2,8 |
| Hízó(2) | | | | | | | | |
| 30–40 kg | 1,60 | 22,4 | 272 | 17,2 | 6,6 | 11,0 | 11,5 | 3,3 |
| 40–70 kg | 2,15 | 29,2 | 365 | 20,6 | 8,3 | 13,8 | 14,4 | 3,9 |
| 70–110 kg | 2,95 | 39,5 | 442 | 25,1 | 10,1 | 16,8 | 17,6 | 4,8 |
| Vemhes koca (120–220 kg)(3) | | | | | | | | |
| A vemhesség <85. nap(4) | 2,15 | 26,9 | 269 | 15,1 | 5,4 | 9,0 | 9,0 | 3,0 |
| A vemhesség 85.< nap(5) | 2,55 | 31,9 | 319 | 17,9 | 6,4 | 10,7 | 10,7 | 3,6 |
| Szoptató koca (220< kg)(6) | | | | | | | | |
| 10 malac szoptatásakor(7) | 5,60 | 80,7 | 952 | 64,3 | 25,1 | 41,8 | 43,7 | 12,9 |
| 9 malac szoptatásakor(7) | 5,35 | 77,0 | 910 | 61,5 | 24,0 | 40,0 | 41,8 | 12,3 |
| 8 malac szoptatásakor(7) | 5,10 | 73,5 | 867 | 58,6 | 22,9 | 38,1 | 39,8 | 11,7 |
| Tenyészkan(8) | | | | | | | | |
| 180–200 kg | 2,95 | 41,3 | 501 | 26,2 | 10,2 | 17,1 | 17,9 | 5,3 |
| 180 kg alatt a kondíciótól és az igénybe vételtől függően(9) | | | | | | | | |
| Tenyézsüldő(10) | | | | | | | | |
| 30–60 kg | 1,60 | 20,5 | 270 | 14,4 | 5,5 | 9,2 | 9,7 | 2,7 |
| 60–120 kg | 2,50 | 32,0 | 375 | 21,1 | 8,1 | 13,5 | 14,1 | 4,0 |

Table 1.: Suggestions for the daily feedstuff-, energy-, crude protein- and some significant essential amino acid intake of pigs

piglet(1), growing pig(2), pregnant sow(3), up to 85th day(4), after 85th day(5), suckling sow(6), if piglet are suckled(7), breeding boar(8), under 180 kg depending on the condition and utilization(9), breeding gilt(10), air dry feedstuff, kg(11), crude protein(12)

A 3. táblázatban bemutatjuk a korábbi *Takarmány Kódex* (1990), *Schmidt* (1993), és *Babinszky* (2000) adatai, valamint saját kísérleti eredményeink alapján kialakított, a különböző korú tenyés- és hizósertések abrakkeverékei részére ajánlott energia, nyersfehérje, néhány legfontosabb aminosav-mennyiségeket, ill. lizin:energia arányt.

A 4. táblázatban az abrakkeverékek energia (DE) és nyersfehérje-tartalma mellett, a lizin, a metionin, a metionin+cisztin, a treonin és a triptofán valódi ileális emészthető tartalmát, valamint a valódi ileális emészthető lizin:DE arányt ismertetjük. Korábban elegendőnek tartották a takarmányok fehérjeinek aminosav-összetételét megadni a sertéstakarmány receptúrák optimális kialakításához, azonban az elmúlt közel 20 év alatt kidolgozott módszerek segítségével lehetőség nyílt az aminosavak látszólagos, majd valódi (standardizált) emészthetőségének megállapítására is.

2. táblázat

Ajánlás a sertés abrakkeverékek aminosav-arányaira az „ideális fehérjeelv” alapján (%)

| | LYS | MET | MET+CYS | THR | TRP |
|---|-----|-----|---------|-----|-----|
| Összaminosav-tartalom figyelembevételével(8) | | | | | |
| Malac(1) | | | | | |
| <10 kg | 100 | 37 | 61 | 65 | 18 |
| 10–20 kg | 100 | 37 | 61 | 65 | 18 |
| 20–30 kg | 100 | 38 | 64 | 67 | 19 |
| Hízó(2) | | | | | |
| 30–40 kg | 100 | 38 | 64 | 67 | 19 |
| 40–70 kg | 100 | 40 | 67 | 70 | 19 |
| 70–110 kg | 100 | 40 | 67 | 70 | 19 |
| 110< | 100 | 40 | 67 | 70 | 19 |
| Koca(3) | | | | | |
| Vemhes 120–220 kg(4) | 100 | 36 | 60 | 60 | 20 |
| Szoptató 220< kg(5) | 100 | 39 | 65 | 68 | 20 |
| Tenyész kan 150–330 kg(6) | 100 | 39 | 65 | 68 | 20 |
| Tenyézsüldő 30–120 kg(7) | 100 | 38 | 64 | 67 | 19 |
| Valódi ileális emészthető aminosav-tartalom figyelembevételével(9) | | | | | |
| Malac(1) | | | | | |
| <10 kg | 100 | 36 | 60 | 63 | 18 |
| 10–20 kg | 100 | 36 | 60 | 64 | 18 |
| 20–30 kg | 100 | 37 | 62 | 64 | 18 |
| Hízó(2) | | | | | |
| 30–40 kg | 100 | 37 | 63 | 64 | 18 |
| 40–70 kg | 100 | 39 | 65 | 69 | 18 |
| 70–110 kg | 100 | 39 | 65 | 69 | 18 |
| 110< | 100 | 39 | 65 | 69 | 18 |
| Koca(3) | | | | | |
| Vemhes 120–220 kg(4) | 100 | 35 | 58 | 57 | 19 |
| Szoptató 220< kg(5) | 100 | 38 | 63 | 66 | 19 |
| Tenyész kan 150–330 kg(6) | 100 | 38 | 63 | 66 | 19 |
| Tenyézsüldő 30–120 kg(7) | 100 | 37 | 62 | 66 | 18 |

Table 2.: Recommendation for the amino acid ratios of pig feed mixtures (%), on the basis of the „ideal protein principle”

piglet(1), growing pig(2), sow(3), pregnant 120–220 kg(4), suckling 220< kg(5), breeding boar 150–330 kg(6), breeding gilt 30–120 kg(7), with respect to the total amino acid content(8), with respect to the ileal digestible amino acid content(9)

A módszer lényege, hogy a sertés vékonybelének utolsó szakaszába (ileum) operációs úton beépített kanül segítségével meghatározható, hogy a táplálékkal felvett aminosavakból az ileum végéig mennyi szívódik fel. Az innen tovább jutó aminosavakat ugyanis részben a vastagbélben levő baktériumok használják fel és így ezek egy része a bélsárral kiürül, másik része pedig a vizelettel ammónia formájában távozik a szervezetből (Sauer és Ozimek, 1986).

Az előbbiekre vezethető vissza, hogy bélsáranalízissel nem adható korrekt válasz az aminosavak emészthetőségére vonatkozóan, mert a vastagbélbe jutott aminosavak már nem használhatók fel a sertés fehérjeszintéziséhez, éppen ezért az ileum utolsó szakaszáig felszívódott aminosavakat tartják az állat szervezetében hasznosíthatónak, ill. értékesülőnek (Tanksley és Knabe, 1984). Megjegyezzük még, hogy ezzel a módszerrel a takarmányokban esetlegesen

előforduló antinutritív anyagok (szója tosztolása) kiküszöbölésével előforduló jobb emészthetőség is kimutatható (Szelényiné, 1993).

3. táblázat

Ajánlás a sertés abrakkeverékek emészthető energia-, nyersfehérje- és össz aminosav-tartalmára

| | DEs | Ny.feh.(8) | LYS | MET | M+C | THR | TRP | LYS/DE |
|-----------------------|-------|------------|-------|------|------|------|------|--------|
| | MJ/kg | g/kg | | | | | | g/MJ |
| Malac(1) | | | | | | | | |
| <10 kg | 15,00 | 234 | 15,00 | 5,49 | 9,15 | 9,75 | 2,70 | 1,00 |
| 10–20 kg | 14,50 | 200 | 13,00 | 4,76 | 7,93 | 8,45 | 2,34 | 0,89 |
| 20–30 kg | 14,30 | 188 | 11,00 | 4,22 | 7,04 | 7,37 | 2,09 | 0,77 |
| Hízó(2) | | | | | | | | |
| 30–40 kg | 14,00 | 170 | 10,76 | 4,13 | 6,89 | 7,21 | 2,04 | 0,77 |
| 40–70 kg | 13,60 | 170 | 9,60 | 3,86 | 6,43 | 6,72 | 1,82 | 0,71 |
| 70–110 kg | 13,40 | 150 | 8,51 | 3,42 | 5,70 | 5,96 | 1,62 | 0,63 |
| Koca(3) | | | | | | | | |
| Vemhes 120–220 kg(4) | 12,50 | 125 | 7,00 | 2,52 | 4,20 | 4,20 | 1,40 | 0,56 |
| Szoptató 220< kg(5) | 14,40 | 170 | 11,49 | 4,48 | 7,47 | 7,81 | 2,30 | 0,80 |
| Tenyész kan(6) | | | | | | | | |
| 150–330 kg | 14,00 | 170 | 8,89 | 3,47 | 5,78 | 6,05 | 1,78 | 0,64 |
| Tenyézsüldő(7) | | | | | | | | |
| 30–60 kg | 12,80 | 169 | 9,00 | 3,46 | 5,76 | 6,03 | 1,71 | 0,70 |
| 60–120 kg | 12,80 | 150 | 8,44 | 3,24 | 5,40 | 5,65 | 1,60 | 0,66 |

Table 3.: Recommendation for digestible energy content, crude protein content and the total amino acid content of pig feed mixtures piglet(1), growing pig(2), sow(3), pregnant 120–220 kg(4), suckling 220< kg(5), breeding boar(6), breeding gilt(7)

4. táblázat

Ajánlás a sertés abrakkeverékek valódi ileális emészthető aminosav-tartalmára

| | DEs | Ny.feh.(8) | LYS | MET | M+C | THR | TRP | LYS/DE |
|-----------------------|-------|------------|-------|------|------|------|------|--------|
| | MJ/kg | g/kg | | | | | | g/MJ |
| Malac(1) | | | | | | | | |
| <10 kg | 15,00 | 234 | 12,60 | 4,54 | 7,50 | 7,99 | 2,24 | 0,84 |
| 10–20 kg | 14,50 | 200 | 10,92 | 3,95 | 6,50 | 6,93 | 1,94 | 0,75 |
| 20–30 kg | 14,30 | 188 | 9,35 | 3,46 | 5,77 | 5,97 | 1,71 | 0,65 |
| Hízó(2) | | | | | | | | |
| 30–40 kg | 14,00 | 170 | 9,25 | 3,42 | 5,79 | 5,91 | 1,65 | 0,66 |
| 40–70 kg | 13,60 | 170 | 8,16 | 3,18 | 5,34 | 5,64 | 1,47 | 0,60 |
| 70–110 kg | 13,40 | 150 | 7,23 | 2,80 | 4,73 | 5,00 | 1,31 | 0,54 |
| Koca(3) | | | | | | | | |
| Vemhes 120–220 kg(4) | 12,50 | 125 | 5,88 | 2,06 | 3,40 | 3,36 | 1,11 | 0,47 |
| Szoptató 220< kg(5) | 14,40 | 170 | 9,77 | 3,72 | 6,20 | 6,48 | 1,84 | 0,68 |
| Tenyész kan(6) | | | | | | | | |
| 150–330 kg | 14,40 | 170 | 7,56 | 2,88 | 4,79 | 5,02 | 1,42 | 0,53 |
| Tenyézsüldő(7) | | | | | | | | |
| 30–60 kg | 12,80 | 169 | 7,65 | 2,84 | 4,78 | 5,06 | 1,38 | 0,59 |
| 60–120 kg | 12,80 | 150 | 7,17 | 2,65 | 4,48 | 4,75 | 1,29 | 0,56 |

Table 4.: Recommendation for the real ileal digestible amino acid content of pig feed mixtures as in Table 3.(1–7)

Eddigiekben a látszólagos emészthetőséget tárgyaltuk, amely — mivel nem veszi figyelembe az endogén a szervezet belső kopásából eredő, fehérjéket, ill. aminosavakat — még mindig nem nyújtott valódi képet a ténylegesen hasznosítható aminosavakról. Ezért kísérleti úton (*Degussa*, 2000, stb.) megálapították, hogy a takarmányban elfogyasztott össz aminosavakból, figyelembe véve az endogén N, ill. aminosav-veszteséget, mennyi található az ileum végén (*Furuya és Kaji*, 1989; *Souffrant*, 1991; *Boisen és Moughan*, 1996).

Mindezek részben tájékoztatást nyújtanak a sertések energia-, fehérje- és aminosav-szükségletéről és azoknak optimális kielégítése érdekében az abrakkeverékekben biztosítandó mennyiségéről.

IRODALOM

- Babinszky, L.* (2000). nem publikált adatok
- Boisen, S. – Moughan, P.J.* (1996): Dietary influence on endogenous ileal protein and amino acid/oss in the pig. *Animal Sci.*, 46. 154–164.
- Furuya, S. – Kaji, Y.* (1989): Estimation of the true ileal digestibility amino acids and nitrogen from their apparent values for growing pigs. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 261–271.
- Magyar Takarmánykódex* (1990): Budapest
- NRC* (1998): Nutrient Requirements of Swine. National Research Council, Tenth Revised Edition, Washington
- Rademacher, M. – Sauer, W.C. – Jansman, A.J.M.* (2000): Standardized ileal digestibility of amino acids in pigs. *Degussa-Huls, Frankfur, The new system*, 1–19.
- Sauer, W.C. – Ozimek, L.* (1986): Digestibility of amino acids in swine: Results and their practical applications. *Livestock Prod. Sci.*, 15. 367–388.
- Schmidt, J.* (1993): Takarmányozástan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Souffrant, W.B.* (1991): Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs. *Proc. Vth Int. Symp. on digest. physiol. in pigs. Door werth.*, Wageningen, P144–166.
- Szelényiné, G.M.* (1993): Táplálóanyagok ileális és fekális emészthetőségének összehasonlító vizsgálata. Kandidátusi értekezés
- Tanksley, T.D. – Knábe, D.A.* (1984): Ileal digestibilities of amino acids in pig feeds and their use in formulating diets. *Recent Advances in Animal Nutrition*, 75–95.
- Wang, T.C. – Fuller, M.F.* (1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *Br. J. Nutr.*, 62. 77–89.

Érkezett: 2003. július
 Szerzők címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
 Authors' address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
 H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

KÜLÖNBÖZŐ DÓZISÚ CELLULÁZ ENZIMKIEGÉSZÍTÉS HATÁSA A NÖVENDEKNYULAK TERMELÉSÉRE*

EIBEN CSILLA — MÉZES MIKLÓS — SZIJÁRTÓ NÓRA —
KUSTOS KÁROLY — GÓDOR SÁNDORNÉ

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők 120 új-zélandi fehér nyulat 23. napos korban elválasztottak, és az alomtestvéreket négy egyforma kísérleti csoportba osztották a választáskori alomlétszám és az egyedi testsúly (510–516 g) szerint. A kereskedelmi forgalmú, gyógyszermentes nyúltápot, magas, közepes vagy alacsony dózisban, *celluláz-hemicelluláz* enzim készítménnyel egészítették ki, enzim aktivitás sorrendben 5280, 3520 és 1199 FPU/100kg táp, amely a szerzők által korábban vizsgált szint (7040 FPU/100kg táp) 75%, 50% és 17%-ának felelt meg. Kezelés nélküli kontroll csoport mellett, a nyulakat *ad libitum* takarmányozták. 9–11. hetes életkor között mindegyik csoportban kontroll tápot használtak. Az állatokat dróthálós hizóketrecben (30x61x28 cm) egyedileg, zárt épületben (15–20 °C, 16 óra megvilágítás) tartották. Megállapították, hogy a korán elválasztott nyulak takarmányát célszerű 5280–7040 FPU/100kg enzim aktivitást biztosítva, celluláz-hemicelluláz enzimkészítménnyel kiegészíteni. A 3–11. hetes életkor alatti jobb ($P<0,04$) takarmányértékesítésnek köszönhetően (2,97; 2,91; 3,04 és 3,03 sorrendben a 75%, 50%, 17% és 0% kiegészítéskor) ugyanis a 3–11. hét közötti súlygyarapodás (sorrendben 43,9; 43,5; 42,6 és 43,1 g/nap) és a 11. hetes kori vágósúly (2964, 2944, 2905 és 2932 g) egyaránt kedvezőbbnek tűnt ($P>0,05$). Gazdasági és állatvédelmi szempontból a kiegészítés másik előnye, hogy a hizalás időszakában jelentősen csökkent ($P<0,05$) az emésztőszervi betegség miatti elhullás (sorrendben 3%, 13%, 13% és 20%).

SUMMARY

Eiben, Cs.Ms. – Mézes, M. – Szijártó, N.Ms. – Kustos, K. – Gódor, S-né Ms.: DOSE-RESPONSE OF DIETARY CELLULASE ENZYME INCLUSION ON THE PERFORMANCE OF FATTENING RABBITS

One hundred twenty NZW rabbits were weaned at 23 days of age and the littermates were divided into four homogeneous experimental groups with respect to litter size and individual weight (510–516 g) at weaning. The rabbits received a cellulase-hemicellulase enzyme complex supplemented diet of high, moderate or low levels enzyme activities were 5280, 3520 and 1199 FPU/100kg diet, respectively which corresponded to 75%, 50% and 17% of our earlier applied dose (of 7040 FPU/100kg) *ad libitum*, while a commercial unmedicated pellet with similar composition but without enzyme addition was freely available for the control animals. After 9 weeks of age each groups were feeded with the same untreated control diet. The weanlings were individually housed in wire net fattening cages (30x61x28 cm) under controlled indoor conditions (15–20 °C, 16 h daily light). It was concluded that it is recommended to supplement the diet of early-weaned rabbits with a cellulase-hemicellulase complex reaching 5280–7040 FPU/100 kg enzyme activity. Namely, due to the better ($P<0.04$) feed efficiency between 3–11 weeks of age (2.97, 2.91, 3.04 and 3.03 for the 75%, 50%, 17% and 0% administration, respectively) both the 3–11 weeks daily weight gain (43.9, 43.5, 42.6 and 43.1 g/d, resp.) and the 11 days slaughter weight (2964, 2944, 2905 and 2932 g, resp.) tended to improve. Considering also animal well-being, another benefit was the significant ($P<0.05$) decrease in mortality caused by enteritis (3%, 13%, 13% and 20%, respectively) during fattening.

* A kutatást az FVM támogatta (FVM 68-d/2/2002)

BEVEZETÉS

Korábbi vizsgálatunkban a rostbontó *celluláz* és *hemicelluláz* enzimmel kiegészített és a kezelés nélküli kontroll takarmányt fogyasztó, 23. napos korban elválasztott nyulak termelését hasonlítottuk össze (*Eiben és mtsai*, 2002). Megállapítottuk, hogy a kiegészítés kedvezően befolyásolta a termelést: különösen a választást követő kritikus két héten a kezelt tápot fogyasztók esetében javult a táplálóanyagok hasznosítása, ugyanis a nyulak kevesebb takarmány elfogyasztásával hasonló testsúlyt értek el, mint a kontroll csoport. A celluláz kiegészítés optimális dózisáról ugyanakkor kevés az információ.

Jelen célunk, hogy az előző kísérletünkben alkalmazott dózist alapul véve (100%) megvizsgáljuk, hogyan változik a hízónyulak termelése a takarmány 75, 50 és 17%-os szintű celluláz enzimmel való kiegészítésekor.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet Gödöllőn, a kutatóintézet és a Lab-Nyúl Kft. közös üzemeltetésű nyúltelepén, 2002. őszén, egy termékenyítési ciklusból született és 23. napos korban elválasztott új-zélandi fehér nyulakkal (n=120) végeztük. Előző vizsgálatunkhoz igazodva (*Eiben és mtsai*, 2002), ahol a kísérleti csoportban a celluláz enzim aktivitása 7040 FPU/100kg táp (100%) volt, négy csoportot hoztunk létre, amelyekben a takarmány enzim kiegészítésének dózisa magas (5280 FPU/100kg=75%), közepes (3520 FPU/100kg=50%), vagy alacsony szintű (1199 FPU/100kg=17%) volt a kezeletlen kontroll csoport mellett (1. táblázat). A *Trichoderma reesei* Rut C-30 gombatorzs és használt hullámpapír, mint cellulóz szubsztrát segítségével, mesterséges fermentációval előállított folyékony *celluláz-hemicelluláz* enzimkomplex készítményt permetezéssel juttattuk a kereskedelmi forgalomban lévő gyógyszermentes nyúltáp felületére. A pellet táplálóanyag tartalmát MSz szerint határoztuk meg (nyersfehérje 18,0%, nyerszsír 4,4%, nyersrost 14,4%, emészthető energia 10,3 MJ/kg). A nyulak az eltérő dózisban kiegészített, de egyébként azonos összetételű tápokot és az ivóvizet szabadon fogyaszthatták. Kilenc hetes életkortól, valamennyi csoport egyede a kezeletlen kontroll tápot fogyasztotta.

A nyulak tej-, majd takarmányfogyasztását befolyásolhatja a választás előtti alomlétszám (*Scapinello és mtsai*, 1999). A megbízhatóbb eredmény érdekében, ezért a háromféle kezelt és a kontroll csoport kialakításakor arra törekedtünk, hogy a csoportok minél homogénebbek legyenek: átlagos létszámú (5–9-es) almokból, 4-4 átlagos súlyú egyedeket választottunk ki, és a testvéreket arányosan osztottuk szét a csoportokban. Zárt épületben (15–20 °C, 16 óra napi megvilágítás) és drótháló ketrecekben (30x61x28 cm), a ketrec-soron egymás után ismétlődve, 3 kezelt, 3 kontroll állatot egyedileg helyeztünk el, hogy elkerüljük, a soron belüli elhelyezés esetleges hatását. A nyulakat 23. napos korban választottuk el, egyedileg jelöltük és 11. hetes (értékesítési) korukig neveltük. Az állatok egyedi súlyát és takarmányfogyasztását kéthetente mértük (23. nap, 5., 7., 9. és 11. hét), az elhullás okát és tünetét folyamatosan feljegyeztük. Az adatokból kiszámítottuk a súlygyarapodást és a takarmányértékesítést.

A statisztikai értékelést egytényezős varianciaanalízissel és Chi-négyzet próbával, a STATGRAPHICS 6.0 program segítségével végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kontroll csoporthoz hasonlítva a közepes és magas dózisú celluláz kiegészítés, tendenciájában 0,4–1%-kal ($P > 0,05$) növelte a hizónyulak 11. hetes (értékesítési) testsúlyát (2932 g vs 2944 g és 2964 g, 1. táblázat). Ez összhangban van korábbi eredményünkkel (*Eiben és mtsai, 2002*), miszerint a magasabb (7040 FPU/100kg táp) celluláz aktivitású táp fogyasztásakor 3%-kal, nem szignifikánsan, nőtt a 11. hetes élősúly, a kontroll csoporthoz képest (2778 g vs 2692 g).

1. táblázat

A celluláz takarmány-kiegészítés szintjének hatása a növendéknyulak termelésére ($\bar{x} \pm s$) és a hizálás alatti elhullásra (%) (n=30)

| Dózis | Celluláz takarmány-kiegészítés(1) | | | | | | | | P |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|---|--------------------|-------------------------------------|-----------------|-------|
| | Magas (75%)(8) (5280 FPU/100 kg) | | Közepes (50%)(9) (3520 FPU/100 kg) | | Alacsony (17%)(10) (1199 FPU/100 kg) | | Kontroll (0%)(11) (0 FPU/100 kg) | | |
| Élősúly, g(2) | | | | | | | | | |
| 3. hét(7) | 512±8 | | 510±8 | | 513±8 | | 516±8 | | NS |
| 5. hét(7) | 1075±21 | | 1077±21 | | 1070±21 | | 1087±21 | | NS |
| 7. hét(7) | 1792±31 | | 1730±32 | | 1759±33 | | 1753±33 | | NS |
| 9. hét(7) | 2326±36 | | 2300±38 | | 2301±38 | | 2318±40 | | NS |
| 11. hét(7) | 2964±44 | | 2944±45 | | 2905±45 | | 2932±46 | | NS |
| Súlygyarapodás, g/nap(3) | | | | | | | | | |
| 3–5. hét(7) | 40,2±1,3 | | 40,4±1,3 | | 39,6±1,3 | | 40,9±1,3 | | NS |
| 5–7. hét(7) | 50,7±1,3 ^a | | 46,6±1,3 ^b | | 47,9±1,3 ^{ab} | | 46,5±1,3 ^b | | 0,067 |
| 7–9. hét(7) | 38,1±1,2 | | 40,6±1,3 | | 38,3±1,3 | | 41,3±1,3 | | NS |
| 9–11. hét(7) | 45,3±1,4 | | 45,4±1,4 | | 43,2±1,4 | | 43,8±1,4 | | NS |
| 3–11. hét(7) | 43,9±0,7 | | 43,5±0,8 | | 42,6±0,7 | | 43,1±0,8 | | NS |
| Takarmányfogyasztás, g/nap(4) | | | | | | | | | |
| 3–5. hét(7) | 68±2 | | 67±2 | | 68±2 | | 71±2 | | NS |
| 5–7. hét(7) | 131±4 | | 124±4 | | 125±4 | | 131±4 | | NS |
| 7–9. hét(7) | 142±4 | | 138±4 | | 146±4 | | 144±4 | | NS |
| 9–11. hét(7) | 176±3 | | 177±3 | | 175±3 | | 175±3 | | NS |
| 3–11. hét(7) | 130±2 | | 127±2 | | 129±2 | | 130±2 | | NS |
| Takarmányértékesítés, g/g(5) | | | | | | | | | |
| 3–5. hét(7) | 1,69±0,04 | | 1,66±0,04 | | 1,73±0,04 | | 1,75±0,04 | | NS |
| 5–7. hét(7) | 2,59±0,06 ^a | | 2,68±0,06 ^{ab} | | 2,61±0,06 ^a | | 2,85±0,06 ^b | | 0,021 |
| 7–9. hét(7) | 3,81±0,11 ^b | | 3,44±0,12 ^a | | 3,85±0,12 ^b | | 3,56±0,12 ^{ab} | | 0,036 |
| 9–11. hét(7) | 3,96±0,12 | | 3,94±0,12 | | 4,17±0,12 | | 4,08±0,12 | | NS |
| 3–11. hét(7) | 2,97±0,03 ^{ab} | | 2,91±0,04 ^a | | 3,04±0,04 ^b | | 3,03±0,04 ^b | | 0,039 |
| Elhullás(6) | | | | | | | | | |
| | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| 3–5. hét(7) | — | — | 1/30 | 3,33 | 1/30 | 3,33 | 1/30 | 3,33 | NS |
| 5–7. hét(7) | 1/30 | 3,33 | 1/30 | 3,33 | 2/30 | 6,66 | 3/30 | 10 | NS |
| 7–9. hét(7) | — | — | 2/30 | 6,66 | 1/30 | 3,33 | 2/30 | 6,66 | NS |
| 9–11. hét(7) | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3–11. hét(7) | 1/30 | 3,33 ^a | 4/30 | 13,3 ^{ab} | 4/30 | 13,3 ^{ab} | 6/30 | 20 ^b | 0,046 |

Table 1.: Growth traits and rearing loss of fattening rabbits with respect to level of dietary cellulase enzyme addition

dietary level of cellulase enzyme administration(1), body weight(2), daily weight gain(3), daily feed intake(4), feed efficiency(5), mortality rate(6), week(7), high(8), medium(9), low(10), control(11)

Kedvező, hogy a választás utáni első két hétben a közepes és a magas celluláz dózisú tápok a nyulak 4%-kal jobban értékesítették, mint a kontroll

egyedek, de a korábbi 100%-os kiegészítéssel szemben (1,90 vs 2,51 a kezelt és a kontroll csoportban; $P < 0,05$) ezek a különbségek már nem voltak szignifikánsak.

Öt és hét hetes életkor között, a magas kiegészítésű csoport, a 9%-kal kedvezőbb takarmányértékesítésnek köszönhetően, jobban gyarapodott, mint a kontroll, emellett a közepes és alacsony dózisú csoportok takarmányértékesítése is javult.

Hét és kilenc hetes életkorban, a közepes dózisú csoport egyedeinek volt legkedvezőbb a takarmányértékesítése.

Kilenc hetes életkortól, amikor mindegyik csoport a kontroll táp fogyasztására tért át, a közepes és a magas kiegészítésű csoportokban a másik két csoporthoz hasonlítva nagyobb volt a takarmányfogyasztás és kedvezőbb a takarmányértékesítés, ami viszonylag jobb súlygyarapodást eredményezett. Ez a tendencia részben megegyezik korábbi megfigyelésünkkel (*Eiben és mtsai*, 2002), amikor a 100%-os szintű kiegészítésnél, ebben az időszakban, a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan nagyobb volt a takarmányfelvétel (196 vs 133 g/nap), de rosszabb a takarmányértékesítés (3,26 vs 2,59 g/g), ám összességében jelentősen javult a súlygyarapodás (44,1 és 37,9 g/nap).

A teljes, 3–11. hetes hizlalási időszakot tekintve, a korábbi 100%-os enzimkiegészítéshez viszonyítva, amikor a súlygyarapodás 4%-kal javult (41,2 vs 39,6 g/nap), jelen kísérletünkben a magas szintű kiegészítés 1,9%-kal (43,9 g/nap), a közepes pedig 0,9%-kal (43,5g/nap) nem szignifikánsan, de a kontrollhoz képest (43,1 g/nap) növelte a súlygyarapodást. Ennek magyarázata, hogy ezek az állatok ugyanolyan mennyiségű takarmányt fogyasztottak, amit azonban jobban értékesítettek (2,91–2,97 g/g), mint a 0–17% kiegészítésű csoportok (3,03–3,04 g/g). *Gippert és Csíkváry* (1988) is a celluláz kiegészítésnek a takarmányértékesítésre gyakorolt pozitív hatását említik.

A celluláz kiegészítés jelentősen csökkentette az emésztőszervi betegségből eredő elhullást, ugyanis a magas enzim aktivitású csoportban 3%, a közepes és alacsony szintűben 13%, míg a kontroll csoportban 20% volt a hizlalás alatti kiesés, a magas enzimaktivitású csoportban pedig nem volt elhullás a választást követő hetekben (*1. táblázat*).

Megfigyeléseink részben megegyeznek *Gutiérrez és mtsai* (2002) tapasztalataival, akik 25–39. napos életkor között, rostbontó enzimekkel (xilanáz, pektináz) is kiegészített (1 g/kg Porzyme tp 100® komplex enzimkészítmény), majd 60. napos életkorig kontroll táppal takarmányoztak. Esetükben a kiegészítés hatására 25–39. napos korban szintén nem változott a takarmányfogyasztás, de 3,1%-kal kedvezőbbnek volt ($P < 0,08$) a súlygyarapodás, 3,7%-kal javult a takarmányértékesítés ($P < 0,002$), és az első két hétben 7,8%-ról 3,7%-ra ($P < 0,08$), a teljes hizlalási időszakban pedig 13,9 %-ról 6,9%-ra ($P < 0,04$) csökkent az elhullás. Egy másik kísérletben (*El-Mandy és mtsai*, 2002), Kemzyme® enzimkomplex kiegészítéssel, az emésztési együtthatók javulásával szignifikánsan jobb volt a takarmányértékesítés, de a 28. napos korban választott nyulak vágósúlyában és súlygyarapodásában szintén nem volt szignifikáns eltérés. A hathetesen elválasztott nyulakesetében, a Kemzyme® kiegészítésnek, már nem volt hatása (*Tag El-Din és mtsai*, 2002). *Valente és mtsai* (1999) a 40. napon elválasztott nyulaknál a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva csak a 0,05%-os szintű celluláz és proteáz aktivitású enzim-komplex kiegészí-

téskor (0%, 0,05%, 0,1%, 0,15% és 0,20% VEGPRO®) kaptak, kizárólag a takarmányértékesítésben, szignifikánsan jobb eredményt, a dózishatás nem volt kimutatható.

KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeink alapján megállapítható, hogy érdemes a 23. napos korban elválasztott nyulak takarmányát celluláz-hemicelluláz enzimmal, 5280–7040 FPU/100 kg táp aktivitást biztosítva, kiegészíteni. A gazdasági és állatvédelmi szempontokat is figyelembe véve, a kiegészítés kedvező hatása abban jelentkezik, hogy a hatékonyabb rostlebontás által javul a takarmány emészthetősége, azaz a takarmányértékesítés (Gutierrez és mtsai, 2001) és ezzel összefüggésben csökken az emésztőszervi megbetegedés miatti elhullás. Eredményeink is megerősítik, hogy az élelmiszerminőséget tekintve, a különféle emésztő enzimekkel való takarmány-kiegészítés alternatív megoldás lehet a hozamfokozó antibiotikumok kiváltásában.

IRODALOM

- Eiben, Cs. – Szijártó, N. – Mézes, M. – Kustos, K. – Gódor, S-né – Réczey, K.(2002): A celluláz enzimmal való takarmánykiegészítés hatása a korán elválasztott nyulak termelésére. 14. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 77–82.
- El-Mandy, M.R. – Salem, F.A. – El-Homeland, Y.M.(2002): Effect of kemzyme in rabbit rations differing in their protein levels on digestion, blood constituents and carcass traits. Proc. 3rd Conf. on Rabbit Production in Hot Climates, Hurghada, Egypt, 495–505.
- Gippert, T. – Csikváry, L.(1988): Use of the cellulase enzymes „Phylacell” in rabbit feeding. Proc. 6th Symposium on Housing and Diseases of Rabbits, Furbearing Animals and Pet Animals, Celle, 147–157.
- Gutierrez, I. – Espinosa, A. – Carabaño, R. – De Blas, J.C.(2001): Effect of source of starch, heat processing and use of exogenous enzymes in starter diets in rabbits. Abstracts of the 26th Symposium of the ASESCU, Aveiro, Portugal, World Rabbit Sci., 9. 3. 120.
- Gutiérrez, I. – Espinosa, A. – García, J. – Carabaño, R. – De Blas, J.C.(2002): Effects of starch and protein sources, heat processing, and exogenous enzymes in starter diets for early weaned rabbits. Anim. Feed Sci. Technol., 98, 175–186.
- Scapinello, C. – Gidenne, T. – Fortun-Lamothe, L.(1999): Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period according to the milk/solid feed intake pattern before weaning. Repr. Nutr. Develop., 39. 423–432.
- Statgraphics® 1992. Reference Manual, Version 6.0, Manugistics Inc., Rockville, MD, USA
- Tag El-Din, T.H. – Sherif, K.E. – El-Samra, H. – Abo-Egla, H. – Hassan, A.(2002): Effect of using graded levels of Phaseolus vulgaris straw in growing rabbit diets. Proc. 3rd Conf. on Rabbit Prod. in Hot Climates, Hurghada, Egypt, 643–659.
- Valente, S.S. – Ferreira, W.M. – Santiago, G.S. – Dias, J.C.C.A. – Cavalcante, S.G.(1999): Effect of enzymatic supplementation on growth performance of rabbits. Abstracts of the 1st AB-WRSA Conference of the Americas, Montecillo, Mexico, 1998. World Rabbit Sci., 7. 1. 41.

Szerzők címe: Eiben, Cs. – Gódor, S-né: Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
 Authors' address: Institute for Small Animal Research
 H-2100 Gödöllő, Pf. 417.
 Mézes, M. – Kustos, K.: Szent István Egyetem
 Szent István University
 H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
 Szijártó, N.: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
 University of Technical and Economic Sciences, Budapest
 H-1521 Budapest, Pf. 91.

GYÓGYTEA ITATÁS HATÁSA A BROJLER NEVELÉS EREDMÉNYEIRE*

SZÜCSNÉ PÉTER JUDIT — AVASI ZOLTÁN — SÓFALVY FERENC —
VIDÁCS LAJOS — BÍRÓ JÁNOS — HIDEG JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

A fogyasztók egészséges táplálék iránti igénye, valamint az állati termék előállítás egyre szigorú szabályozása, a természetes hozamfokozók alkalmazására irányítja a kutatók, a termelők és a fogyasztók figyelmét. Felderítetlen kincsestár ma még a hazai erdeinkben, legelőinkben, kertjeinkben termő gyógynövények állatok takarmányozásában való felhasználása. Hatásuk és hatásmechanizmusuk megismerése, hozamfokozáshoz szükséges mennyiségük megállapítása stb. körültekintő kutatómunkát igényel.

A kísérletek egy humán fogyasztásra forgalmazott gyógytea keverékek brojlernevelésben való alkalmazására irányultak. A nevelés teljes időtartama alatti teaitatással az volt a cél, hogy étvágyjavító-, nyugtató-, illetve ezek kombinációjával kialakított ún. vegyes teakeverék elősegítse a csirkék nagyobb mértékű növekedését, súlygyarapodását, jobb takarmány hasznosítását és jobb vágottáru minőségét, javítsa a nitrogén és foszfor retenciót, hogy ezáltal a baromfitrágyával okozott környezetterhelést csökkenjen.

400 vegyes ivarú ROSS 308 húshibriddel 4 kezelést 4 ismétlésben állítottak be.

Megállapították, hogy a brojlerek hajlandóak voltak az ivóvízzel azonos mennyiségű teát elfogyasztani a víz helyett.

A gyógyteák növelték a brojlerek takarmányfogyasztását és testsúlygyarapodását és kismértékben javították az értékes húsrészek arányát, de nem javult a takarmányértékesítés az ivóvizet fogyasztókhoz viszonyítva.

A gyógyteaitatás 6. hetes korig elegendő, mert a brojlerek teljesítménye azt követően nem javul a brojler index értéke alapján. A vegyes hatású teakeveréknek kedvezőbb a hatása, mint a kizárólagosan étvágyat javító vagy a nyugtató teáé.

SUMMARY

Szücsné, P.J.Ms. – Avasi, Z. – Sófalvy, F. – Vidács, L. – Bíró, J. – Hideg, J.: EFFECT OF DRINKING HERB-TEA ON THE PERFORMANCE OF BROILER REARING

Consumers' demand for healthy food and increasingly stringent regulations of animal product-production direct the attention of researchers, producers and consumers to the application of natural growth-promoters. Application of medicinal herbs growing in Hungarian forests, gardens and pastures, as well as herb-teas, within animal feeding is as yet unexplored area. The cognition of their effect and effect-mechanisms and the estimation of the amount necessary for growth promotion, require circumspect research work.

The experiment aimed at the application of herb-tea-mixtures — produced for human consumption — in broiler rearing. By drinking with tea — tea-mixtures of appetite promoting, tranquillizing and combined effect — during the whole of the rearing period, we intended to promote greater growth, weight gain, better feed conversion and better carcass quality of broilers, further, to improve retention of nitrogen and phosphorus in order to reduce environment pollution caused by poultry faeces.

4 treatments in 4 repetitions on the 400 mixed-sexed *Ross 308 meat-hybrids* was applied.

The following results were obtained:

Broilers were ready to drink tea — of equivalent amount to their regular water consumption — instead of water.

* A kísérletet az FVM támogatta (K+F 124/4/00)

Herb teas improved the feed consumption, weight gain and rate of precious meat-parts/carcass quality of broilers to a small extent, compared to their water-drinking mates. Differences, however, are not significant. The appetite-promoting effect of teas did not correlate with better food conversion and weight promotion in broilers. It is enough to water broilers with herb-tea until 6 weeks of age, because after having reached this age, the performance of broilers — based on broiler index value — does not improve. Mixed-effect tea-mixtures are more beneficial than teas with exclusively tranquillizing or appetite-promoting effects.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletben felhasznált gyógynövények és azok hatása (*Rápóti és Romváry, 1980; Bernáth, 1993, 2000; Vinczeffy, 1996*):

A *borsmenta* megszáritott virágzó hajtása (*Mentha piperitea herba*), megszáritott levelei (*Mentha piperitae folium*) és a hajtásból nyert illóolaj (*Aetheroleum mentha piperitae*) képezik a drogot. Fokozza a nyál- és epetermelést, gyenge görcsoldó és gyulladáscsökkentő, enyhe helyi érzéstelenítő, hűsítő, antiszeptikus hatású.

A *gyermekláncfű* gyökér (*Taraxaci radix*) epe- és vizelethajtó.

A *párlófű* drogját a növény virágzó leveles hajtásai (*Agrinoniae herba*) szolgáltatták, epehajtó, gyomor- és bélgyulladásra, száj- és torok öblögetésre használják.

A *benedekfű* virágos hajtása (*Cardui benedicti herba*) étvágyjavító, a gyomorsav szekréciót és az epefunkciót előnyösen befolyásolja.

A *macskagyökér* tisztított és szárított gyöktörzséből és gyökeréből (*Valerianae rhizoma et radix*) áll a drog. Hatóanyagai a központi és vegetatív idegrendszert nyugtatják, csökkentik a szorongást és görcsoldó hatásúak.

A *citromfű* drogja, a megszáritott föld feletti virágos, leveles hajtások (*Melissae herba*) és levelei (*Melissae folium*) nyugtató hatásúak.

A *komló* drogja, a nőivarú egyedek kettősbogás füzérvirágzata (*Lupuli*), a toboz (*Strobuli*) és a virágzatból nyert illóolaj (*Aetheroleum humuli*). Nyugtató, vesetisztító, étvágyjavító, baktériumölő anyagként alkalmazzák.

A kísérlet elrendezése: A kísérlet helyszíne a SZTE Mezőgazdasági Főiskolai Kar Takarmányozástani- és Állattenyésztéstani Tanszéke, Tanüzemének állatháza és laboratóriumai voltak.

A teakeverékek, a HERBÁRIA Rt. székktatási üzemének termékei, melyekből a tea főzetet, a humán fogyasztásra javasolt módon és testsúlykilogrammmra számított hatóanyag-tartalommal, naponta frissen készítettünk el, és itattunk önitatóból a brojlerekkel.

400 Ross 308-as húshibrid végtermék vegyes ivarú csibéből, 16 csoportot alakítottunk ki, csoportonként 25-ös létszámmal.

Az alkalmazott kezelések: 1. Kontroll (ivóvíz); 2. Étvágyjavító tea itatása; 3. Nyugtató tea itatása; 4. Vegyes (étvágyjavító és nyugtató) tea itatása.

Az itatásos kezelést véletlenszerű elrendezéssel, 4 ismétlésben alkalmaztuk a felnevelés teljes időtartama alatt, 7 héten keresztül. A csibék a Hód-Mezőgazda Rt által gyártott és forgalmazott indító-, nevelő- és befejező tápot fogyasztották. A brojlerék ivóvíz és tea valamint takarmányfogyasztását csoport-

tonként naponta feljegyeztük. Minden napocsibét egyedi csibeszárnnyjelző számmal láttunk el és a növekedésüket, heti rendszerességgel végzett, egyedi mérlegeléssel ellenőriztük.

A 7. hetes csirkékből kezelésenként 5 kakast és 5 jércét vágópróbával minősítettünk.

Elvégeztük a takarmányok és a bélsár laboratóriumi vizsgálatát. Az adatokat számítógépes statisztikai program alkalmazásával dolgoztuk fel.

EREDMÉNYEK, ÉRTÉKELÉS

A víz és teafogyasztás

A vizet (kontroll csoport) valamint az étvágyjavító, nyugtató-, vagy vegyes teakeveréket fogyasztó csoportok egyedenkénti folyadékfelvételét a táblázat szemlélteti (1. táblázat).

1. táblázat

A vizet vagy gyógyteát fogyasztó brojlerek termelési eredményei

| | Kontroll (ivóvíz) (1) | | Étvágyjav. tea(2) | | Nyugtató tea(3) | | Vegyes tea(4) | |
|---|--------------------------|----------------|--------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | kontroll %-ában(5) | | | | | |
| | 0-6. hét(6) | 0-7. hét(6) | 0-6. hét(6) | 0-7. hét(6) | 0-6. hét(6) | 0-7. hét(6) | 0-6. hét(6) | 0-7. hét(6) |
| Tea/víz fogyasztás, ml/madár(7) % | 7466 100 | 9757 100 | 101,2 | 101,1 | 102,0 | 103,2 | 101,2 | 102,6 |
| Tak. fogyasztás, g/madár(8) % | 4175 100 | 5585 100 | 102,2 | 102,0 | 102,0 | 102,2 | 107,6 | 106,6 |
| Élősúly, g(9) % | 2171 100 | 2742 100 | 101,4 | 100,5 | 101,2 | 99,8 | 102,8 | 101,6 |
| Tak. értékesítés, kg/kg(10) % | 1,96 100 | 2,07 100 | 100,8 | 101,4 | 100,8 | 102,4 | 104,7 | 104,8 |
| Brojler index(11) | 257 100 | 280 100 | 103,5 | 94,6 | 102,3 | 95,7 | 101,6 | 96,4 |

Table 1.: Performance results of broilers consuming water or herb-tea control (drinking water)(1), appetite promoter tea(2), tranquillizer tea(3), mixed tea(4), in percentage of control(5), week(6), tea/water consumption ml/bird(7), forages consumption g/bird(8), live weight(9), feed conversion(10), broiler index(11)

Megállapítottuk, hogy a csirkék a teaféleségeket szívesen fogyasztották, és mindvégig hajlandók voltak a vízzel azonos mennyiséget felvenni. A teafelvétel a nevelés alatt, az étvágyjavító teából 1%-kal a nyugtató- és a vegyes teából 3%-kal volt több mint a kontroll csoport ivóvíz fogyasztása.

A brojlerek takarmányfogyasztása

A brojlerek halmazott takarmány fogyasztását az 1. táblázat adatai tartalmazzák.

A takarmányfelvétel mindvégig a teát fogyasztó csoportokban volt magasabb. Figyelemre méltó a vegyes teát fogyasztó állomány 7–8%-os többlet felvétele.

Az élősúly

Az ivóvizet fogyasztó brojlerok átlagos élősúlyát a 6. és 7. héten, és az összevetést a gyógyteát fogyasztó egyedekkel, szintén az 1. táblázat tartalmazza.

Megállapítottuk, hogy a vegyes teakeveréket fogyasztó csirkék élősúlya minden héten meghaladta a kontroll egyedekét, így a végsúlyuk is a legmagasabb volt (2785 g). Az étvágyjavító és a nyugtató teakeveréket fogyasztók az 5. héten kevesebbet gyarapodtak, de a 6. heti élősúlyuk 1,4%-kal, ill. 1,2%-kal volt több a kontrollnál. Az élősúly különbségek azonban egyetlen esetben sem voltak szignifikánsak.

Takarmányértékesítés

A táblázat adatai tartalmazzák a brojlerok halmozott takarmányértékesítését. Megállapíthatjuk, hogy a takarmányértékesítést a tea itatása — várakozásunkkal ellentétben — nem javította, sőt a vegyes teát fogyasztók közel 5%-kal több takarmányból állítottak elő 1 kg élősúlyt.

Vágópróba

A kezelésként vágásra került csirke (5 kakas, 5 jérce) egyöntetű volt (CV% >5).

Az értékes húsrészek tekintetében (mell, mellfilé, combok súlya) a nyugtató- és a vegyes teát fogyasztó egyedek kismértékben jobbak, míg a többi részparaméterben (pl. hasúri zsírtartalom, vágási veszteség) rosszabbak voltak mint a kontroll egyedek. A testarányok egyikében sem találtunk szignifikáns különbséget a csoportok között.

Brojler index

A brojler index alakulásáról a táblázat adataiból tájékozódhatunk:

$$\text{Brojler index} = \frac{\text{Túlélési százalék} \times \text{vágáskori élősúly (g)}}{\text{Hizlalási napok száma} \times \text{fajlagos takarmányfelhasználás (kg/kg)}} \times 100$$

Túlélési százalék=100 elhullási %

A 6. hetes nevelésig az indexérték 2,57 (kontroll) és 2,66 (étvágyjavító teakeveréket fogyasztók) között változott, ami azt is jelenti, hogy a kontroll százalékában kifejezve, a legjobb teljesítményt (103,5%-ot) az étvágyjavító teakeverék itatásával értük el. A nyugtató és a vegyes teakeverékekkel mérsékeltebben, de egyaránt javítható a brojlernevelés eredményessége.

A bélsár nitrogén és foszfortartalma

A bélsárral ürített nitrogén és foszfor mennyiségét a tea itatásával kis mértékben befolyásolni tudtuk, és ez által a környezet terhelés csökkenthető.

A friss baromfi bélsár nitrogéntartalma az étvágyjavító tea itatásával volt legkevesebb 6,9 g/kg, és a vizet fogyasztóké a legtöbb, 7,3 g/kg. A bélsár legki-

sebb foszfortartalmú (4,5 g/kg) a vegyes tea itatásával, a legnagyobb (4,8 g/kg) a víz itatásával volt. A vizsgálati eredmények mindkét elem esetében jelentős szórást mutattak, és a kezelések között szignifikáns különbség sem adódott.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az emberi fogyasztásra javallott három féle, úgymint étvágyjavító-, nyugtató-, illetve vegyes hatású (étvágyjavító és nyugtató) tea itatásának hatásáról, a 0–7. hetes ROSS 308 hústípusú brojlerek teljesítményére, megállapítottuk:

— A kísérlet elosztatta aggályunkat arra vonatkozóan, hogy a csibék hajlandók-e huzamos ideig kizárólagosan teát fogyasztani vagy nem. Megállapítottuk, hogy a teafelvétel a vízfogyasztáshoz viszonyítva, nemhogy csökkent, de 1–2%-kal növekedett.

— A takarmányfelvétel mindvégig a teát fogyasztó csoportokban volt magasabb a kontrollnál, azonban a takarmányértékesítést a tea itatása — várakozásunkkal ellentétben — nem javította.

— A vegyes teakeveréket fogyasztó csoport átlagos élősúlya a nevelés teljes időszakában felülmúlta a kontroll csoport élősúlyának átlagát. A nyugtató hatású és az étvágyjavító teakeveréket fogyasztó csoportok súlygyarapodásának mértéke a kontrollhoz viszonyítva ingadozott, és nem volt szignifikáns.

— A brojler index, a 6 hetes nevelés alatt a teát fogyasztó csoportokban, 7 hetes korban történő értékesítéskor a vizet fogyasztó csoportban volt kedvezőbb. Tehát a tea itatását 6. hetes korban ajánlatos befejezni.

— A bélsárral ürített nitrogén és foszfor mennyiségét tea itatásával kis mértékben tudtuk befolyásolni, és ez által a környezet szennyezését csökkenteni.

— A vágottáru minősége — az értékes húsrészek aránya a vegyes tea itatásával javítható, azonban ezt az adatok kis száma miatt, a statisztikai számítások nem igazolták.

IRODALOM

Bernáth, J.(1996): Vadon termő és termesztett gyomnövények. Mezőgazda Kiadó Bp.

Bernáth, J.(2000): Gyógy és aromanövények. Mezőgazda Kiadó Bp.

Rápóti – Romváry, R.(1980): Gyógyító növények. Medicina Könyvkiadó. Bp.

Vinczeffy, I.(1998): Lehetőségeink a legeltetéses állattartásban. Tanulmány az MTA megbízásából.

Érkezett: 2003. augusztus

Szerzők címe: Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Főiskolai Kar

Authors' address: University of Szeged College of Agriculture
H-6800 Hódmezővásárhely, Andrassy út 15.

A BIOPLUS 2B[®] PROBIOTIKUM HATÁSA A NÖVENDEKNYULAK TERMELÉSÉRE

KUSTOS KÁROLY — EIBEN CSILLA — KOVÁCS DÉNES — GÓDOR SÁNDORNE

ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérlet célja a BioPlus 2B[®] probiotikum nyári körülmények közötti termelésre gyakorolt hatásának vizsgálata volt, növendéknyulakkal. 120 Pannon Fehér nyulat, a születési alomlétszám és a 35. napos választáskori testsúly szerint, két megegyező csoportba osztották. A kontroll csoportban használt kereskedelmi forgalmú, és gyógyszermentes tápot, a kísérleti csoport takarmányát, 400 mg/kg dózisban, BioPlus 2B[®] probiotikummal egészítették ki, amelyben a pelletálás utáni baktérium spóraszám $1,28 \times 10^6$ CFU/g takarmány, azaz $6,4 \times 10^5$ CFU/g *Bacillus licheniformis* és $6,4 \times 10^5$ CFU/g *Bacillus subtilis* spóra volt. A nyulak, az 5–11. hetes vizsgálati életkorban, a tápot és az ivóvizet tetszés szerint fogyasztották. Az állatokat egyszintes dróthálós ketrecben (30x61x28 cm), egyedileg, szabályozott körülmények között (16 óra napi megvilágítás, 18–23 °C) tartották, de a rendkívül meleg nyár miatt, az istállóban a hőmérséklet elérhette a 23–26 °C-ot.

A BioPlus 2B[®] takarmánykiegészítés nem befolyásolta a 11. hetes vágósúlyt és a nyulak 5–11. hetes kori súlygyarapodását (2427 g és 34,4 g/nap a kísérleti, illetve 2434 g és 34,4 g/nap a kontroll csoportban). A probiotikum hatására a takarmányértékesítés 1,5%-kal kedvezőbbnek tűnt (3,38 vs 3,43; $P > 0,05$). A BioPlus 2B[®] kiegészítés szignifikánsan javította a nyulak egészségi állapotát, elsősorban az 5–7. hetes életkor alatti elhullás csökkent (a kísérleti csoportban nem volt kiesés, míg a kontroll csoportban az összes elhullás 71%-a ekkor történt). A kontroll csoporthoz viszonyítva, a kísérleti csoportban a megbetegedés aránya 3%-kal, a mortalitása 17%-kal, azaz a vizsgált időszakban 20%-kal csökkent ($P < 0,001$) az egészségügyi kockázat (betegség+elhullás). Következtesül javasolható a növendéknyulak takarmányát a kedvezőtlen nyári körülmények között BioPlus 2B[®] probiotikummal kiegészíteni, elsősorban a hizlalás alatti jobb egészségi állapot eléréséhez. Mindamelllett a nyulak takarmányozásában a BioPlus 2B[®] kiegészítés hatékonyságának megállapításához további, más környezeti és tartási feltételek melletti kísérletekre is szükség van.

SUMMARY

Kustos, K. – Eiben, Cs.Ms. – Kovács, D. – Gódor, S-né Ms.: EFFECT OF PROBIOTIC BIOPLUS 2B[®] ON THE PERFORMANCE OF GROWING RABBITS

The objective of the study was to assess the efficacy of probiotic BioPlus 2B[®] dietary inclusion on the performance of growing rabbits in summer conditions. One hundred twenty Pannon White rabbits were homogeneously distributed in two groups considering litter size at birth and 35d body weight at weaning. The control group received a commercial and antibiotic-free pellet and the same diet, but a supplement of 400 mg/kg of BioPlus 2B[®] was offered in the treated group. The inclusion corresponds to 1.28×10^6 colony forming units (CFU) per g feedstuff, i.e. 6.4×10^5 CFU/g of *Bacillus licheniformis* and 6.4×10^5 CFU/g of *Bacillus subtilis* after pelletization. Rabbits had *ad libitum* access to the diet and water from 5 to 11 weeks of age. Animals were individually housed in wire net flat-deck cages (30x61x28 cm) under regulated indoor conditions (16 h daily lighting, 18–23 °C). However, because of the extremely hot summer, the inside temperature sometimes reached 23–26 °C.

Dietary addition of BioPlus 2B[®] did not affect 11 wk final body weight and 5–11 wk daily weight gain of growing rabbits (2427 g and 34.4 g/d in the treated group and 2434 g and 34.4 g/d for the control group, resp.). Feed efficiency tended ($P > 0,05$) to improve by 1.5% in response to probiotic inclusion (3.38 vs 3.43). BioPlus 2B[®] supplementation had a significant beneficial effect on the sanitary status of the rabbits and especially due to the lower rate of mortality observed between 5–7 weeks of age (71% and 0% of all losses occurred in this period in the control and supplemented group, resp.). With a dose of 400 mg/kg BioPlus 2B[®], the ratio of morbidity was by 3% and the mortality rate by 17% lower compared to the control group, resulting in a 20% improvement ($P < 0,001$) with respect to the sanitary risk (morbidity+mortality). In conclusion, it is recommended to

supplement the diet of growing rabbits with BioPlus 2B[®] in adverse summer conditions, primarily in order to reduce the sanitary risk during the fattening period. Nevertheless, further studies are needed to assess the efficacy of BioPlus 2B[®] inclusion in different environmental and housing conditions in rabbits.

BEVEZETÉS

A vakbélben zajló mikrobiális fermentáció jelentősége miatt, a nyúlban, az emésztés egy komplex és sérülékeny folyamat. Emiatt a nyúl meglehetősen fogékony az emésztőszervi betegségekre, és különösen, ha kedvezőtlen hatások érik (pl. választás, hőstressz), megnőhet az elhullás. Antibiotikumokkal e probléma elkerülhető, de azt az általános szándékot követve, hogy az állatok takarmányában csökkentsük, majd megszüntessük a hozamfokozó antibiotikumok használatát a mellékhatások, a rezisztencia kialakulása, illetve az egészséges élelmiszerre vonatkozó mai elvárások miatt, az antibiotikumok kiváltására új alternatívát kell keresni (Marzo, 2001).

A nyúl emésztőszervi megbetegedése probiotikumokkal (élesztőgombák, élő baktériumok, baktérium spórák) is megelőzhető. A hozamfokozó antibiotikumokkal szemben, amelyek elpusztítják a nyúl bélfloájához tartozó néhány hasznos mikroorganizmust is, a probiotikumok a kórokozókkal szembeni kompetitív növekedésükkel és a pH csökkentésével (tejsavtermelés) segítik a béltraktus kolonizációját és fenntartják az emésztőrendszer mikroorganizmusainak egyensúlyi állapotát (eubiózis), valamint az enzim- és vitamintermelésükkel támogatják az emésztést. Mindez erősíti az állat saját nem-specifikus immunvédelmét (Fortun-Lamothe és Drouet-Viard, 2002). A takarmányba kevert probiotikus baktériumok csökkentették az *E. coli* transzlokációjának gyakoriságát (Lee és mtsai, 2000) és az újszülött nyulak belében hatékonyan gátolták az *E. coli* O157:H7 növekedését (Tachikawa és mtsai, 1998). Hamrany és mtsai (2000) egy probiotikus baktérium dóziszfüggő kedvező hatását észlelte az *E. coli* előfordulására a növendék nyulak vak- és vékonybelében. Számos kutatás beszámolt a nyúltakarmányt kiegészítő baktérium (Szabó-Lacza és mtsai, 1988; Jensen és Jensen, 1989; Vörös és Vörös, 1998; Hamrany és mtsai, 2000), baktérium+élesztőgomba (Aquilar és mtsai, 1999), baktérium+élesztőgomba+enzim (Duperray, 1991; Tawfeek és El-Hindawy, 1991; Vörös és Gaál, 1992; Gippert és mtsai, 1992, 1996; Maertens és mtsai, 1994; Abdel-Samee, 1995; Kamra és mtsai, 1996; Kermauner és Štruklec, 1997) és a baktérium+növényi kivonat (Goby és mtsai, 2000, El-Adawy és mtsai, 2002; Zanaty, 2002) termelésre és a nyulak egészségi állapotára gyakorolt jótékony hatásáról.

A BioPlus 2B[®] (Chr. Hansen A/S Hørsholm, Dánia) probiotikum *Bacillus licheniformis* és *Bacillus subtilis* baktériumot tartalmaz. E két spóráképző baktérium előnye, hogy spórái túlélnek a pelletálással járó hőkezelést (Bosch, 1995) és a gyomron való áthaladást, a vékonybélben képesek elszaporodni, ahol a szénhidrátokat felhasználva növekednek és fontos emésztő enzimeket termelnek (amiláz, proteáz, lipáz).

Kutatásunk célja volt a takarmányhoz adott BioPlus 2B[®] probiotikum hatékonyságának vizsgálata a növendéknyulak nyári körülmények közötti termelésében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet, 2002. június-július között, a Lab-Nyúl Kft. és a kutatóintézet közösen fenntartott gödöllői nyúltelepén végeztük. A nyulakat zárt épületben (18–23 °C, 16 óra napi megvilágítás), egyszintes (30x61x28 cm) dróthálós ketrecekben, egyedileg tartottuk. A rendkívül meleg nyár miatt, június 15-től a hőmérséklet az istállóban elérhette a 23–26 °C-ot. Az egyetlen heterospermás termékenyítési ciklusból született és a 35. napos korban elválasztott, 120 Pannon Fehér alomtestvér nyulakat úgy osztottuk szét, hogy a születési alomlétszám és a választáskori egyedi testsúly tekintetében a kontroll és a kísérleti csoport megegyezzen.

A kontroll és a kísérleti nyulak ugyanazt a kereskedelmi forgalmú és gyógyszermentes tápot kapták (nyersfehérje 16%, nyerszsír 2%, nyersrost 15,5%, emészthető energia 10,3 MJ/kg). A kísérleti csoport takarmányát 400 mg/kg dózisban BioPlus 2B[®] probiotikummal egészítettük ki, ami $1,28 \times 10^6$ CFU/g takarmány, azaz $6,4 \times 10^5$ CFU/g *Bacillus licheniformis* CH 200 és $6,4 \times 10^5$ CFU/g *Bacillus subtilis* CH 201 pelletálás utáni spóra kiegészítésnek felelt meg (pelletálás alatt a táp 45 másodpercig 75 °C-nak volt kitéve). A nyulak a takarmányt és az ivóvizet tetszés szerint fogyasztották a választástól a 11. hetes életkor eléréséig.

Az állatok egyedi testsúlyát és takarmányfogyasztását hetente mértük, amikor összesítettük a napi megbetegedést és az elhullást. Az adatokból kiszámítottuk a napi egyedi súlygyarapodást, a takarmányértékesítést és vizsgáltuk az egészségügyi állapotot (megbetegedés+elhullás).

A statisztikai értékelést varianciaanalízissel és Chi-négyzet próbával, a Statgraphics 6.0 program (1992) segítségével végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A BioPlus 2B[®] takarmánykiegészítés nem volt szignifikáns hatással a növendéknyulak élősúlyára és napi súlygyarapodására (DWG) az állatok 5–11. hetes életkorában (1. táblázat). Vörös és Vörös (1998) megfigyeléséhez hasonlóan ugyanakkor a probiotikus kiegészítés a választást követően (6–8. hetes életkor) tendenciájában ($P > 0,05$) javította a DWG-t.

Nyáron, a hőstressznek kitett nyulak belső hőmérséklete és légzésszáma megemelkedik, míg takarmányfogyasztásuk, és ezzel a DWG csökken (Abdel-Samee, 1995; Kamra és mtsai, 1996). Eredményünkkel szemben Abdel-Samee (1995) szerint a hőstressz kedvezőtlen hatását a probiotikumokkal sikerült mérsékelni, kísérletében a kiegészítés 10%-os szignifikáns javulást eredményezett a súlygyarapodásban (26,3–26,9 vs 24,3 g/nap). Gippert és mtsai (1992) a probiotikus kiegészítéskor azonban csak 3%-os DWG javulást tapasztaltak kedvezőtlenebb feltételek mellett (termelő telep és nyári időszak: 29,5 vs 28,7), viszont a DWG a jobb tartási körülmények esetén náluk 8%-kal javult (kísérleti farm: 31,2 vs 29,3 g/nap). Másik kísérletükben (Gippert és mtsai, 1996) a probiotikum hatására az egyedileg tartott nyulak a DWG-je a kontrollhoz képest, nem szignifikánsan nőtt (36,8 vs 34,8 g/nap). Maertens és mtsai (1994) optimális körülmények között (18 °C, 3 nyúl/m²) szintén viszonylag jobb DWG-t (43,4

vs 42,3 g/nap) és a nyulak nagyobb 70 napos kori vágósúlyát említik (2418 vs 2387 g), míg a DWG és a vágósúly kisebb és nem szignifikáns mértékben tért el a rosszabb feltételek mellett (14 állat/m²) a probiotikus kiegészítés javára (sorrendben 41,8 vs 41,7 g/nap és 2350 vs 2348 g). A probiotikus kezelés (Aquilar és mtsai, 1999) 6 hizónyúl/ketrec telepítési sűrűségénél sem befolyásolta a DWG-t (31,4–33,2 g/nap és 32,7 g/nap).

1. táblázat

A BioPlus 2B[®] probiotikum takarmánykiegészítés hatása a Pannon Fehér növendéknyulak termelésére és egészségi állapotára (n=60)

| | Takarmány(1) | | P |
|------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------|
| | kontroll | BioPlus 2B [®] 400 mg/kg | |
| Élősúly(2), g | $\bar{x} \pm s$ | $\bar{x} \pm s$ | |
| 5. hét(8) | 984±9,92 | 983±9,92 | NS |
| 6. hét(8) | 1274±13,7 | 1267±13,6 | NS |
| 7. hét(8) | 1558±16,9 | 1544±15,4 | NS |
| 8. hét(8) | 1773±18,5 | 1759±16,7 | NS |
| 9. hét(8) | 1999±19,9 | 1974±17,8 | NS |
| 10. hét(8) | 2251±21,9 | 2238±19,8 | NS |
| 11. hét(8) | 2434±23,3 | 2427±20,7 | NS |
| Súlygyarapodás(3), g/nap | | | |
| 5–6. hét(8) | 41,5±1,28 | 40,5±1,27 | NS |
| 6–7. hét(8) | 39,3±1,32 | 39,6±1,20 | NS |
| 7–8. hét(8) | 30,4±1,23 | 30,7±1,11 | NS |
| 8–9. hét(8) | 31,9±1,15 | 30,6±1,03 | NS |
| 9–10. hét(8) | 36,1±1,10 | 37,3±0,99 | NS |
| 10–11. hét(8) | 26,2±1,25 | 27,3±1,11 | NS |
| 5–11. hét(8) | 34,4±0,54 | 34,4±0,48 | NS |
| Takarmányfogyasztás(4) g/nap | | | |
| 5–6. hét(8) | 89,8±1,86 | 87,3±1,85 | NS |
| 6–7. hét(8) | 105±2,62 | 102±2,39 | NS |
| 7–8. hét(8) | 119±2,20 | 118±1,99 | NS |
| 8–9. hét(8) | 120±1,83 | 117±1,64 | NS |
| 9–10. hét(8) | 147±2,90 | 142±2,61 | NS |
| 10–11. hét(8) | 126±2,48 | 128±2,21 | NS |
| 5–11. hét(8) | 118±1,54 | 116±1,38 | NS |
| Takarmányértékesítés(5), g/g | | | |
| 5–11. hét(8) | 3,43±0,03 | 3,38±0,03 | NS |
| 5–11. hét(8) | % | % | |
| Elhullás(6) | 18,3 (11/60) | 1,67 (1/60) | <0,002 |
| Megbetegedés(7) | 5,00 (3/60) | 1,67 (1/60) | ns |
| Egészségi kockázat(6+7) | 23,3 (14/60) | 3,33 (2/60) | <0,001 |

Table 1.: Effect of BioPlus 2B[®] dietary supplementation on production and sanitary risk in pannon white growing rabbits
 diet(1), body weight(2), daily weight gain(3), feed intake(4), feed efficiency(5), mortality(6), morbidity(7), sanitary risk (6+7), week(8)

Bonanno és mtsai (1999) eredményeivel megegyezően, a BioPlus 2B[®] kiegészítéskor, a kontrollhoz viszonyítva, a takarmányértékesítés 1,5%-os relatív javulását észleltük (3,38 vs 3,43; P>0,05). Ez a tendenciájában kisebb takar-

mányfogyasztással függ össze (1. táblázat), ami viszont a baktériumok enzimtermelésével, és ezáltal a táplálóanyagok jobb emésztésével lehet kapcsolatban. Mások ugyanis a nyersrost és a nyersfehérje látszólagos emészthetőségének javulását igazolták, amikor a probiotikumokat emésztő enzimekkel együtt használták (Gippert és mtsai, 1992, Kamra és mtsai, 1996, Kermauner és Štruklec, 1997). Abdel-Samee (1995) a probiotikumokkal kezelt növendéknyulaknál nyáron 8%-os szignifikáns javulást tapasztalt a takarmány hasznosításában (3,9–4,1 vs 4,3).

A BioPlus 2B[®] kiegészítés szignifikánsan javította a nyulak egészségi állapotát, különösen az elhullás aránya csökkent (1. táblázat), elsősorban 5–7. hetes életkor között (az összes elhullás 71%-a ekkor fordult elő a kontroll, míg a kísérleti csoportban 0% volt). A 400 mg/kg szintű kiegészítéskor, a kontroll csoporthoz viszonyítva, a megbetegedés aránya 3%-kal, a mortalitása 17%-kal csökkent, ami az egészségi állapot tekintetében (megbetegedés+elhullás) 20%-os javuláshoz vezetett ($P < 0,001$). Ez a megfigyelés megegyezik azokkal a közleményekkel (Hollister és mtsai, 1990; Tawfeek és El-Hindawy, 1991; Abdel-Samee, 1995; Hamrany és mtsai, 2000), amelyek probiotikus baktérium kiegészítéskor a nyulak 2–16%-kal jobb életképességéről számolnak be. Malacoknál kedvezőtlen egészségügyi tartás mellett, a 10^8 – 10^7 élőspóra/g takarmány *B. licheniformis* (LSP 122) kiegészítéskor javult a súlygyarapodás és a takarmányértékesítés, valamint csökkent az enterotoxikus *E coli* törzsek okozta választást követő hasmenéses szindróma (PWDS) előfordulása és súlyossága (Kyriakis és mtsai, 1999).

KÖVETKEZTETÉSEK

Amikor a hozamfokozó antibiotikumok helyett probiotikumot használnak, a termelési tulajdonságok ugyan többnyire csak kis mértékben javulnak, de a vakbélflóra kialakulásának és fenntartásának elősegítésével javul az állatok egészségi állapota.

A gazdasági, és jóléti szempontokat is figyelembe véve, eredményeink alapján javasolt az elválasztott nyulak takarmányát a kedvezőtlen nyári időszakban a hizlalás alatt BioPlus 2B[®] probiotikummal kiegészíteni, elsősorban az egészségi kockázat és az elhullási arány csökkentése céljából.

Mindazonáltal, a nyúl takarmányozásában, a BioPlus 2B[®] probiotikum különböző környezeti és tartási feltételek melletti hatékonyságának megállapításához, újabb vizsgálatokra van szükség.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönik a CHR. HANSEN A/S és az AGRIBANDS EUROPE HUNGARY támogatását.

IRODALOM

- Abdel-Samee, A.M.*(1995): Using some antibiotics and probiotics for alleviating heat stress on growing and doe rabbits in Egypt. *Wrlld. Rabbit Sci.*, 3. 2. 107–111.
- Aguilar, E. – Le Roux, J.F. – Máté, Cs.*(1999): Effect of feed energetic level and probiotics on rabbit zootechnical performance. *Proc. 11th Hung. Conf. Rabbit Prod.*, Kaposvár, 51–55.
- Bonanno, A. – Alabiso, M. – Di Grigoli, A. – Leto, G. – Alicata, M.L.*(1999): Effetto della somministrazione di diete addizionate con *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* sulle prestazioni di crescita dei conigli dalla nascita alla macellazione. *Coniglicoltura*, 7/8. 47–53.
- Bosch, A.*(1995): Estabilidad y germinación de los biorreguladores probióticos. *XX. Symposium de Cunicultura ASESCU*, Santander, Spain, 84–89.
- Duperray, J.*(1991): Effects of Paciflor® on performances, digestive microflora and sanitary conditions of rabbit. *Proc. 3rd Hung. Conf. Rabbit Prod.*, Kaposvár, 191–206.
- El-Adawy, M.M. – Borhami, B.E. – Salwa, G. – Qota, E.M.A.*(2002): Effect of diet supplementation with biogen on digestibility and growth performance of growing rabbits. *Proc. 3rd Sci. Conf. Rabbit Prod. in Hot Climates*, Hurghada, Egypt, 525–539.
- Fortun-Lamothe, L. – Drouet-Viard, F.*(2002): Review: II.-Diet and immunity: current state of knowledge and research prospects for the rabbit. *Wrlld. Rabbit Sci.*, 10. 1. 25–39.
- Gippert, T. – Virág, Gy. – Nagy, I.*(1992): Lacto-Sacc in rabbit nutrition. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15., 1101–1104.
- Gippert, T. – Bersényi, A. – Szabó, L. – Farkas Zs.*(1996): Development of novel feed concentrates supplemented with Salinomycin and Lacto-Sacc for growing rabbit nutrition in small scale farms. *Proc. 6th Wrlld. Rabbit Congr.*, Toulouse, France, 1. 187–190.
- Goby, J.P. – Rochon, J.J. – Lasbat, J.*(2000): The results with an alternative dietary supplement (Digeston) for antibiotics on the reproduction and fattening performances of rabbits housed in open air. *Proc. 7th Wrlld. Rabbit Congr.*, Valencia, Spain, C. 241–247.
- Hamrany, M. – Balherby, M. – Bepro, H.*(2000): Use of *Lactobacillus plantarum* „BJ 0021” in growing local rabbit rations, under Algerian conditions. *Proc. 1st Int. Conf. Indigenous versus Acclimatized Rabbits, 1999, El-Arish – North Sinai, Egypt* (abstract in *Wrlld. Rabbit Sci.*, 8. 1. 48.)
- Hollister, A.G. – Cheeke, P.R. – Robinson, K.L. – Patton, N.M.*(1990): Effect of dietary probiotics and acidifiers on performance of weaning rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 13. 6–9.
- Jensen, N.E. – Jensen, J.F.*(1989): *Bacillus subtilis* in the feed for growing rabbits. *Statens Husdybrugsforsøg*, 756.
- Kamra, D.N. – Chaudhary, L.C. – Singh, R. – Pathak, N.N.*(1996): Influence of feeding probiotics on growth performance and nutrient digestibility in rabbits. *Wrlld. Rabbit Sci.*, 4. 2. 85–88.
- Kermauner, A. – Štruklec, M.*(1997): Effect of some probiotics on digestibility of nutrients in rabbits. *Proc. 10th Symp. Housing and Diseases of Rabbits, Furbearing Animals and Pet Animals*, Celle, Germany, 118–124.
- Kyriakis, S.C. – Tsiloyiannis, V.K. – Vlemmas, J. – Sarris, K. – Tsinas, A.C. – Alexopoulos, C. – Jansegers, L.*(1999): The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Res. Vet. Sci.*, 67. 3. 223–228.
- Lee, D.J. – Drongowski, R.A. – Coran, A.G. – Harmon, C.M.*(2000): Evaluation of probiotic treatment in a neonatal animal model. *Pediatric Surgery Int.*, 16. 4. 237–242.
- Maertens, L. – Van Renterghem, R. – De Groote, G.*(1994): Effects of dietary inclusion of Paciflor® (*Bacillus CIP 5832*) on the milk composition and performances of does and on caecal and growth parameters of their weanlings. *Wrlld. Rabbit Sci.*, 2. 2. 67–73.
- Marzo, I.*(2001): New strategies in rabbit feed: Additives and alternatives to antibiotic use. *Proc. 26th Symp. ASESCU*, Aveiro, Portugal, 51–68.
- Tachikawa, T. – Seo, G. – Nakazawa, M. – Sueyoshi, M. – Ohishi, T. – Joh, K.*(1998): Estimation of probiotics by infection model of infant rabbit with enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *J. Jap. Assoc. Infect. Diseases.*, 72. 12. 1300–1305.
- Tawfeek, M.I. – El-Hindawy, M.M.*(1991): Reproduction and growth performance of NZW and Cal rabbits as affected by supplementation with Lacto-Sacc during summer. *Egyptian J. Rabbit Sci.*, 1. 2. 124–135.
- Statgraphics*®(1992): Reference Manual, Version 6.0, Manugistics Inc., Rockville, MD, USA
- Szabó-Lacza, S. – Gippert, T. – Hullár, I. – Virág, Gy. – Kustos, K.*(1988): Application of „*Streptococcus faecium* M-74” in fattening of rabbit. *Proc. 4th Wrlld. Rabbit Congr.*, Budapest, 3., 181–190.

- Vörös, G. – Gaál, Cs.(1992): Effect of Bacillus CIP 5832 and enrofloxacin on performance and aerob faecal flora of growing rabbits. Deviation of *in vitro* situation from *in vivo* one. J. Appl. Rabbit Res., 15. 1153–1159.
- Vörös, G. – Vörös, A.(1998): Effect of ToyoCerin® on performance, mortality and caecum flora in growing rabbits. Proc. 10th Hung. Conf. Rabbit Prod., Kaposvár, 81–88.
- Zanaty, G.A.(2002): The use of biogen as a natural growth promoter for growing New Zealand White rabbits. Proc. 3rd Scientific Conf. on Rabbit Prod. in Hot Climates, Hurghada, Egypt, 507–523.

Érkezett: 2003. augusztus
Szerzők címe: Kustos, K. – Kovács, D.: Lab-Nyúl Kft.
Authors' address: Lab-Nyúl Ltd.
H-2100 Gödöllő, Malomtó u. 8.
Eiben, Cs. – Gódor, S-né: Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Institute for Small Animal Research
H-2100 Gödöllő, Pf. 417.

AZ EURÓPAI ÁLLATTENYÉSZTŐK SZÖVETSÉGÉNEK (EAAP) 55. TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

2004. szeptember 5–9., Bled (Szlovénia)

Az EAAP következő tudományos ülésszakát és közgyűlését 2004. szeptember 5–9. között, Bledben (Szlovéniában) tartja. A programról és a jelentkezési feltételekről bővebb tájékoztatást az Agro Europe Kft-től (Bányai Júlianna) vagy közvetlenül a rendezőktől (Organizing Secretariat Marija Klopčič, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department, Groblje 2, 1230 Dobzala Slovenia, Tel.: +386-1-7217-855, Fax: +386-1-7211-701, e-mail: EAAP2004@bfro.uni-lj.si lehet kérni.

Részvételi díj: 500 Euro (2004. máj. 31-ig), ill. 600 Euro

Kísérők részére: 250 Euro (2004. máj. 31-ig), ill. 300 Euro

Diákok részére (25 év alatt): 250 Euro (2004. máj. 31-ig), ill. 300 Euro

Az előadások címét és rövid összefoglalóját 2004. március 1-ig, a hivatalos nyelvek egyikén (angol, német, francia), egy eredeti és egy másolatban, valamint mágneslemezen (diszketten), vagy digitális formában (e-mail) kell megküldeni. Bővebb felvilágosítás: Wageningen Academic Publishers P.O. Box 220. 6700 AE Wageningen, The Netherlands, Tel.: +31-317-476516; Fax: +31-317-453417;

E-mail: eaap2004@WageningenAcademic.com;

Web: www.WageningenAcademic.com/eaap/

A tárgyalásra kerülő témák összefoglaló táblázata lapunk 514-515. oldalán található.

Szatelit szimpóziumok:

| | | Before | After |
|---------------|--|----------|-------|
| | | May 31st | |
| | | Euro | |
| szept. 2–4. | Animal Science Days – „Animal Production According to Ecological, Ethological and Ethical Norms” | 100 | 120 |
| szept. 2–3. | Animal Genetic Resources – AnGR” | 100 | 120 |
| szept. 2–4. | „Molecular Genetic Methods and Research on the Biodiversity of Autochthonous Domestic Animal Breeds” | 100 | 120 |
| szept. 4. | „Sustainable Re-cultivation and Land Use on Karst and Mountainous Regions by Use of Animals” | 80 | 100 |
| szept. 4. | „Farm Management and Extension Needs in CEE under the Restrictions of the EU Milk Quota” | 50 | 70 |
| szept. 4. | „Animal Nutrition Teaching” | 50 | 70 |
| szept. 9–10. | „Preparing and Presenting Scientific Papers” | 100 | 150 |
| szept. 9–10. | „Biology of Lactation in Farm Animals” | 150 | 180 |
| szept. 11–13. | „Estimation of Covariance Components and Breeding Values with the VCE 5 Package” | 250 | 280 |

Fiatalkutatók (38 éves korig) részére a szokásos ösztöndíj megpályázható (határidő: 2004. február 1.).

EAAP 55. TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKÁNAK PROGRAMJA BLED (SZLOVÉNIA), 2004.

| Plenary Sunday 5 Sept. 08.30–09.00 | Session 1 Sunday 5 Sept. 09.15–13.00 | Session 2 Sunday 5 Sept. 15.00–18.30 | Session 3 Monday 6 Sept. 08.30–12.30 |
|---|--|--|---|
| „Societies needs in relation to animal production systems” | Animal health and welfare in intensive and extensive systems (M*+C+L) | Management of grasslands for production, environment and landscape benefit (L*+N+C+S) | Management of genetic variation (G) |
| | Antinutritional factors and mycotoxins (P*+N+H) | Large-scale pig farmint systems (P*+M+L+N) | Indicators of environmental impact in livestock systems (L*+P+M) |
| | Genomics of lactation (G*+Ph) | Genetics of disease resistance (G*+M) | Regulation of food intake (Ph*+N) |
| | Economics and profitability of sheep and goat production under new support regimes and market conditions (S) | Free Communications in Genetics (G) | Rare Breeds: global genetic distance (H*+Rare Breeds International) |
| | Effect of globalisation on livestock systems (L) | Mammary gland health (Ph) | Sustainable Aquaculture (M+SEFABAR) |
| | | Growth and bone disorders in Horses (H) | Use of hormones for reproduction in sheep and goats impact and alternatives (S) |
| | | | Implementation of new management practices + excursion (C) |

EAAP 55. TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKÁNAK PROGRAMJA BLED (SZLOVÉNIA), 2004.

| Session 4 Tuesday 7 Sept. 08.30–12.30 | Session 5 Tuesday 7 Sept. 14.00–18.00 | Session 6 Wednesday 8 Sept. 08.30–12.30 |
|--|--|---|
| Business meetings and Free Communications (G) | Ethical issues in animal agriculture (M*+L) | Low-input-systems (Ph*+L) |
| Business meetings and Free Communications (N) | | Sheep and Goat behaviour-relevance to welfare and management (S*+M) |
| Business meetings and Free Communications (M) | Alternative protein sources (N*+C+S) | |
| business meetings and Free Communications (Ph) | International genetic evaluation (H*+G) | Longitudinal data in genetics (P*+G) |
| | Genetics of disorders (G) | |
| Business meetings and Free Communications (C) | Herd modelling for improved management (P*+L) | Horse production in Slovenia (H) |
| Business meetings and Free Communications (S) | | |
| Business meetings and Free Communications (P) | (Ph) | Harmonisation of feeding standards (N) |
| Business meetings and Free Communications (H) | | Development in biometrical methods (G) |
| Business meetings and Free Communications (L) | | Indicators of milk and meat quality (C) |

Key: G=Genetics; N=Nutrition; Ph=Physiology; P=Pig Production; C=Cattle Production; S=Sheep and Goat Production; M=Management and Health; H=Horse Production; L=Livestock Farming Systems; (*) denotes organising commission; * Organising Commission; Bold-Sessions contributing to the theme of the meeting-Sustainability of Livestock Systems

ÉRTESÍTÉS

Értesítjük Tisztelt Előfizetőinket, hogy 2004. évben az Állattenyésztés és Takarmányozás című kiadvány éves előfizetési díja:

4000,- Ft
(ÁFA tartalma: 10,71%)

Szerkesztőség

ÚTMUTATÓ A KÉZIRATOK ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat, foglalkozik az állattermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állaffajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az élelfolyamatokkal kapcsolatos minden kérdéskört. Közül elsősorban eredeti tudományos közleményeket, de egyes esetekben a tárgykörhöz tartozó szakirodalmi áttekintéseket és szükség szerint időszerű termeléspolitikai koncepciókat, szemle cikkeket. Tájékoztató céllal ismertet disszertációkat, beszámolókat tudományos rendezvényekről, összefoglalókat az egyetemek és a kutatóintézetek kiadványaiból. A cikkeket magyar vagy angol nyelven, az összefoglalókat, a táblázatokat és az ábraszövegeket mindkét nyelven közli.

A kéziratokat három példányban, nem szerkesztett változatban, írógéppel, vagy nyomtatóval jól olvashatóan leírva kell a szerkesztőség címére megküldeni. A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektoráltatja, és amennyiben szükséges (ugyan-csak anonim) visszaküldi a szerző(k)nek a végleges változat elkészítése érdekében.

Az elfogadott közlemények végső változatát elektronikus verzióban (3,5 HD/DD floppy vagy e-mail) és két kinyomtatott példányban kell a szerkesztőség címére beküldeni. A közlés költségmentes, az első szerző 50 különlenyomatot kap.

Felvilágosítás a közléssel kapcsolatban, a szerkesztőségben:

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Tel.: 23-319-133/225; FAX: 23-319-133/120; E-mail: jgundel@atk.hu vagy szerk@atk.hu

Az útmutató teljes szövege az Állattenyésztés és Takarmányozás, 2000. 49. 2. 189–192. számában olvasható, illetve az Internetről letölthető:

<http://www.atk.hu/magyar/MagyHaszUt.htm>

GUIDE FOR AUTHORS

The Hungarian Journal of Animal Production is a bimonthly scientific journal dealing with all of the branches of animal production, including all of the species, their breeding, keeping and feeding, and the whole sphere of question's connected to their vital processes. Mainly original scientific papers, but in some cases also review articles and up-to-date production political conceptions are published. Information is given on dissertations, scientific meetings and on reports of universities and research institutes. Articles are published in Hungarian or English, summaries, texts of tables and figures in both languages.

Manuscripts should be sent in three copies, written in well readable in non-reduced form by typewriter or printer to the address of the editorial office. Manuscripts are anonymously reviewed, and if necessary (also anonymously) returned to the author(s) for the formation of the final version.

The final versions of the accepted publications should be submitted in electronic version (3.5 HD/DD floppy or E-mail) plus in two printed copies to the address of the editorial office. Publishing is free of charge, 50 reprints are sent to the first author.

Publication related information may be obtained from the editorial office: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition, H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Phone: +36-23-319-133/225; FAX: +36-23-319-133/120; E-mail: jgundel@atk.hu or szerk@atk.hu

Full text (in English) of guide for authors see on the Internet:

<http://www.atk.hu/english/AngHaszUt.htm>

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

Főszerkesztő (Editor-in-chief): GUNDEL János (Herceghalom)

Szerkesztő (Editor): REGIUSNÉ MÖCSÉNYI Ágnes (Herceghalom)

A szerkesztőség tanácsadó testülete (Editorial advisory board):

Elnök (President): BODÓ Imre

BREM, G. (Ausztria)

HABE, F. (Szlovénia)

HAN, In K. (Korea)

HODGES, J. (Ausztria)

JUST, A. (Dánia)

KRÄUSSLICH, H. (Németország)

MARTIN, T.G. (USA)

VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)

BALTAY Mihály (Budapest)

DEMETER János (Budapest)

DOHY János† (Budapest)

FÉSÜS László (Herceghalom)

HORN Artúr (Budapest)

HORN Péter (Kaposvár)

INCZE Kálmán (Budapest)

KÁRPÁTI József (Kaposvár)

KESERŐ János (Budapest)

KOVÁCS József (Keszthely)

MARTON István (Budapest)

MÉZES Miklós (Gödöllő)

MIHÓK Sándor (Debrecen)

RAFAI Pál (Budapest)

SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)

SZABÓ Ferenc (Keszthely)

SZAKÁLY Sándor (Pécs)

SZALAY István (Gödöllő)

VERESS László (Debrecen)

**Szerkesztőség,
kiadóhivatal
(Editorial and
publisher office):**

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

T/F: (36) 23–319–133 E-mail: szerk@atk.hu <http://www.atk.hu>

Felelős kiadó (Publisher): FÉSÜS László, főigazgató

HU ISSN: 0230 1814

A lap a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata

This is a scientific bimonthly journal of the Ministry of Agriculture and Regional Development

A kiadást támogatja: Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium
(Sponsored by)

Megjelenik évente hatszor

Előfizetési díj: 1 évre 3800,- Ft (ÁFA-val)

Kiadja és terjeszti Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással az MNB 232–90174–0808 pénzforgalmi jelzőszámra

Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., 1011 Budapest, Szilágyi Dezső tér 6.

T/F: 1–201–8891; 1–212–5303 E-mail: batthyany@kultur-press.hu.

Orders may be placed with Batthyány Kultur-Press Ltd., Szilágyi Dezső Square 6. H-1011 Budapest,
or with any of its representatives abroad

Készült az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben, Herceghalom (29/23)

A nyomda felelős vezetője: Kurucz István
