

(Hungarian Journal of) ANIMAL PRODUCTION

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

TAKARMÁNYOZÁS — ÉLELMISZERMINŐSÉG ÉS BIZTONSÁG
(Animal nutrition — food quality and safety)

tudományos konferencia a
Magyar Tudományos Akadémia Székházában
2006. november 15.

Különszám/Supplement

ENGLISH SUMMARIES

Vol. 55.

2006.

ANIMAL NUTRITION — FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY

Scientific Conference at the
Hungarian Academy of Science

on November 15. 2006

Organizers:

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

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

Association of Hungarian Animal Breeders

TAKARMÁNYOZÁS — ÉLELMISZERMINŐSÉG ÉS -BIZTONSÁG

tudományos konferencia a
Magyar Tudományos Akadémia Székházában

2006. november 15.

Rendezők:

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

a MAE Állattenyésztők Társasága

Magyar Állattenyésztők Szövetsége

A RENDEZVÉNY TÁMOGATÓI

ABO-Mix Zrt.

Alltech Biotechnology Hungaria

Bábolnai Takarmányipari Kft.

Gallicoop Pulykafeldolgozó Rt.

Lohmann Animal Health Hungaria Kft.

Magyar Állattenyésztők Szövetsége

SOLUM Rt. (Komárom)

VITAFORT Első Takarmánygyártó és Forgalmazó Rt.

ELŐSZÓ

Amióta az MTA Állatnemesítési- Állattenyésztési- és Takarmányozási Bizottsága és a MAE Állattenyésztők Társasága, később kiegészülve a Magyar Állattenyésztők Szövetségével, 1999 óta az őszi Tudományos Napok rendezvény sorozatát, immár nyolcadik alkalommal találkozhatnak az állattenyésztés tudományának és gyakorlatának művelői az MTA Székházában. Eddigi témáink voltak: az állattenyésztés kitörési pontjainak meghatározása, a húsmarha tenyésztés, majd a tejtermelés helyzetének elemzése, nemzetközi integrációk és a nemzeti identitás kapcsolata, a genomikai kutatások, az antibiotikum és állati fehérjementes takarmányozás, és végül a képkötő eljárások használhatósága az állattenyésztési kutatásokban. Ez évi témánk a takarmányozás, valamint az élelmiszerminőség és -biztonság kapcsolatát kívánja körüljárni.

Egészség és annak megfelelő táplálkozás! Mindennapjaink széleskörűen vitatott nagy témája élelmiszereink mennyisége és minősége, ebből eredően az emberiség és általában az emberek életminősége, táplálkozásának korszerűsége, végeredményben egészségének mindenkori állapota. Sajnos, a tudományosan megalapozott ismeretanyag sokszor nem jut el a fogyasztókhoz, de a látványos, áltudományos megállapítások, a bulvársajtó, és általában a média hathatós támogatásával, a laikus közönség szimpátiájára mindig számíthatnak. Ebből következik, hogy nekünk, akik a humán és állattáplálás tudományával foglalkozunk, többet kellene tennünk jó szándékú, de hozzá nem értő embertársaink táplálkozással kapcsolatos ismereteinek bővítésével, az áltudományos eszmék leleplezésével. Ennek fontos része az élelmiszerek (ezen belül az állati eredetűek) minőségével kapcsolatos kérdések megvitatása, elhelyezése azon a széles palettán, ami végeredményben minden nemzet kultúrájának meghatározó jellegű része, ami egy ország, egy nép étkezési kultúráját jelenti. Felismerve mindezeket, döntött úgy az MTA Állatnemesítési-, Állattenyésztési- és Takarmányozási Bizottsága, hogy hagyományos éves rendezvényét, a Magyar Tudomány Napja alkalmából, az állati eredetű élelmiszerek minőségét és biztonságát befolyásolni képes takarmányozási eljárások tárgyában tartja. Az óriási területet egyetlen előadásban lehetetlen áttekinteni, ezért azt, két általános bevezetőn (minőség, illetve biztonság) kívül, állatfajonként részletesen, négy előadás tárgyalja, illetve egy előadás a toxinterhelés témáját dolgozza fel.

A konferencia szervezői remélik, hogy az előadások olyan új összefüggésekre és lehetőségekre fogják a résztvevők figyelmét felhívni, melyek elősegítik, mind a humán, mind az állat-táplálkozástudomány, mind pedig az élelmiszer-előállításal foglalkozó K+F, illetve gyakorlat, továbbá a kereskedelem jövőbeni eredményes tevékenységét e téren. Szeretnénk, ha az előadások hozzájárulnának a tudományosan megfogalmazott minőség fogalmának a korábbinál jobb kommunikációjához.

Gundel János
az Állatnemesítési- Állattenyésztési-
és Takarmányozási Bizottság titkára

TARTALOM — CONTENT

Előszó (Preface).....	3
<i>Gundel, J.</i> : Takarmányozás és élelmiszerminőség. (Animal nutrition and food quality).....	5
<i>Szabó, J.</i> : Az állati eredetű élelmiszerek biztonsága. (Safety of animal origin foods).....	15
<i>Schmidt, J.</i> : Takarmányozás és a tej minősége. (Feeding and milk quality).....	33
<i>Mézes, M. – Tóth, T.</i> : A takarmányozás hatása a sertés- és nyúlhús minőségére és biztonságára. (Effect of nutrition on the quality and safety of pig and rabbit meat).....	41
<i>Husvéth, F. – Pál, L. – Magyar, B.L.</i> : A takarmányozás hatása a kérődzők húsának minőségére. (Nutritional effects on meat quality of ruminants).....	53
<i>Dublecz, K. – Pál, L. – Bartos, Á. – Zsédely, E.Ms. – Wágner, L. – Kovács, G. – Bányai, A.Ms. – Tóth, Sz.</i> : A takarmányozás hatása a baromfitermékek minőségére. (Effect of nutrition on the quality of poultry products).....	71
<i>Kovács, M.Ms. – Kovács, F. – Szeitzné Szabó, M.Ms. – Horn, P.</i> : A takarmányok mikotoxin tartalma és az élelmiszer-biztonság. (Mycotoxin contamination of feeds and its food safety relation).....	89

SZEMLE (Miscellaneous):

In memoriam Kállay Kristóf (1916–2006).....	52
Dr. Kecskés Sándor (1907–2006).....	88
Könyvismertetés (Book review)	
<i>Balikó, S. – Bódis, L. – Kralovánszky, U.P.</i> : A szója termesztése. (Soya bean production).	102

Ebben a lapszámban „Takarmányozás — élelmiszerminőség és biztonság” c. konferencia anyaga, szerkesztve, de lektorálás nélkül kerül közlésre.

In this issue, the papers of the conference on “Animal nutrition — food quality and safety” are edited but not supervised.

TAKARMÁNYOZÁS ÉS ÉLELMISZERMINŐSÉG

GUNDEL JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi másfél-két évtizedben, a táplálkozástudomány fejlődésének köszönhetően, és a fogyasztók egészségtudatos magatartásának kialakulása és megerősödése következtében, egyre nagyobb jelentőségűvé válik az élelmiszerek, közöttük a húсок és hús-készítmények, a tej és tejtermékek, a tojás táplálkozásbiológiai értéke (zsírtartalom, zsírsavösszetétel, koleszterintartalom, vitamin- és ásványianyag-tartalom, bioaktív anyagok, stb. mennyisége és aránya). Ezen túlmenően, vagyis a termék-előállítás oldaláról pedig, a fenntartható fejlődés környezet-, és állatvédelmi szempontjai, valamint a minőségtudatosság fokozódása, a nemzeti tradíciók és az eredetvédelem előtérbe kerülése, válnak mind jelentősebbé, és e hatások összeadódása végül is az élelmiszerek minőségében testesül meg. Az egész folyamatban kiemelkedő szerep jut a takarmányozásnak, mint a termelési feltételek közül annak, amelyiknek legnagyobb hatása lehet a genetikailag rögzített képességek kihasználhatóságára, illetve, a termelési lánc bármely lépcsőfoka igényeinek kielégíthetőségére.

A jelen közleményben a szerző megkísérli bemutatni a minőség lehetséges megfogalmazásait, illetve összefoglalni a takarmányozás és az állati termékminőség közötti összefüggéseket. Több esetben rámutat az érdekegyezőségre és az érdeellentétekre egyaránt. Az állati termék előállításból jelenleg többnyire hiányzó vertikális integráció miatt, jól lehet az ismeretek rendelkezésre állnak, még sem adható válasz arra kérdésre, hogy egy jó minőség elérése érdekében miként takarmányozzuk állatainkat.

Szükségesnek tartja a szerző, hogy a humán- és állat-táplálkozástudomány képviselői, közösen elfogadott elvek alapján tegyenek meg mindent a táplálkozástudományban laikus társadalom, érdekektől, és divatoktól mentes, magas szintű felvilágosítása érdekében az élelmiszerek kívánatos minőségéről és ennek alapján az egészséges táplálkozásról.

SUMMARY

Gundel, J.: ANIMAL NUTRITION AND FOOD QUALITY

For the past one and a half – two decades due to the development of nutrition science and to the creation and strengthening of consumers' health consciousness nutrition biological value of food products especially that of meat and meat products, milk and dairy products and eggs has become more significant (quantity and rate of fat, fatty acids, cholesterol, vitamin and mineral and other bioactive agents). In addition to this, from the production side sustainable development, animal protection aspects, striving for quality consciousness, national traditions and origin protection have come to the fore and become more important. All these trends result in quality improvement of food products. In the whole process feeding has a decisive role since it can have a major effect on the exploitation of genetically set abilities and on fulfilling the demands of any stages of the production chain.

In this present work the author tries to present the possible wordings of quality and the correlation between feeding and animal product quality. In several cases the author underlines the identity or the clash of interests. How to feed our animals to achieve good quality? The answer is still missing to the question. This is mainly due to the lack of vertical integration in the field of production of animal products.

Finally the author states that all the representatives of human and animal nutrition science have to inform the unprofessional society about the required quality of food products according to mutually accepted principles free from interests and trends.

Egészség és annak megfelelő táplálkozás! Ez a legvalószínűbb kritérium annak, ahogyan az életminőséget meghatározzuk, és oka annak, hogy a táplálkozás befolyása az egészségre nagyon fontossá válik. Tudva azt, hogy az életkilátások növekednek, ezért sokkal hosszabb ideig szeretnénk fenntartani egészségünket és aktivitásunkat, mint azt őseink tehették. Figyelembe véve ezeket a tényeket, nagyon egyszerűnek tűnik megfelelni a minőségi követelményeknek. Elméletben! Mert a hazai és nemzetközi gyakorlat egészen más! Éppen ezért, amennyiben az előadás címében megadottakkal kívánunk foglalkozni, akkor előbb néhány fogalmat tisztázni kell. Elsőként azt, hogy mit értünk minőségen, ugyanis befolyásolni, módosítani csak olyan dolgokat lehet, amelyeket pontosan ismerünk. Esetünkben nyilvánvalóan az állati eredetű élelmiszerekről van szó, a húsról, a tejről és a tojásról. Az biztos, hogy az élelmiszerek jó minőségének alapvető kritériuma, hogy bárminemű kockázat nélkül elégtse ki a korszerű táplálkozás támasztotta igényeket, még pedig a nemzeti táplálkozáskultúra mindenkorai figyelembe vétele mellett.

Azt, hogy az előadás címében megfogalmazottak újdonsága legalább is kétséges jól bizonyítja, hogy *Nagyváty János*, már 1822-ben a következőket írta: „A' disznónak minden részei hasznosok a' Gazdaságban; mindazáltal a' **Szalonna és a' 'Sódar legbetsesebb** részek; a' 'Sódar, és Sunka eltsinálásához ezek kívántatnak:

1). Hogy a' Disznó két esztendősnél legfellebbis idősebb ne legyen. 2). **Hogy az jóféle eledellel tápláltassék.** 3). Hogy a bésózásban semmi fogyatkozás ne legyen. 4). **A' Süldők Sunkája legbetsesebb. A' göndör Rátzdisznóké igen kövér.**”

Máshol pedig: „A' mi a' marha legeltetését illeti, tudjuk hogy a' **jó eledelnek nagy ereje van a testnek formálására**, még is épen még növésben van a' marha, addig legsoványabban tartjuk őket. Innen a növés megáll, és így a' marha kitsiny és törpe marad. **A' rossz eledel, ha annál bővebben adatik is a' marha elejébe, nem használ, nem táplál semmit**, sótt a' megtsőkött marhát a legjobb tartás sem teszi többé nagygyá.” (Kiemelések G.J.)

Bár gazdasági előrejelzések szerint, a világ fejlett régióiban, a húsfogyasztás nem fog számottevően bővülni a közeli jövőben, de a minőségi követelmények emelkednek és változnak, ezért a különleges igények kielégítését célzó készítmények további jelentős térnyerése várható.

Az utóbbi másfél évtizedben, a táplálkozástudomány fejlődésének és a fogyasztók egészségtudatos magatartásának kialakulása és megerősödése következtében, egyre fontosabb tulajdonsággá válik az élelmiszerek, közöttük a húsok és húskészítmények, a tej és tejtermékek, a tojás táplálkozásbiológiai értéke (zsírtartalom, zsírsavösszetétel, koleszterintartalom, vitamin- és ásványianyag-tartalom, bioaktív anyagok, stb. mennyisége és aránya). Ezen túlmenően, vagyis a termék-előállítás oldaláról pedig, a fenntartható fejlődés környezet-, és állatvédelmi szempontjai, valamint a minőségi tudatosság fokozódása, a nemzeti tradíciók és az eredetvédelem előtérbe kerülése következtében, világszerte nagy figyelem fordul a természetes, illetve az azt közelítő tartásmódokra, továbbá az őshonos állatfajok megismerésére, megőrzésére és nem utolsósorban hasznosítására. A nagy állattartó országok túlnyomó többségében kiemelt, új kutatási téma, a hagyományos tartásmódokkal és állatfajtákkal elérhe-

tő táplálkozás-életteni előnyök megállapítása, azok realizálása különleges termékekben, és végül a lakosság széleskörű tájékoztatása.

A szabadtartással együtt járó takarmányozási mód, a több mozgás, módosíthatja az izmok anyagcseretípusát, ezáltal a szövetek zsírsavösszetételét, koleszterintartalmát, az antioxidáns enzimek és bioaktív anyagok mennyiségét, továbbá változatosabb táplálkozást tesz lehetővé. Például a fűfélék fogyasztásával — legnagyobb mértékben — a linolénsav felvétele nő, csökkentve az n-6/n-3 zsírsavarányt. Az extenzíven tartott állatok hújának oxidatív stabilitását növeli, hogy antioxidánsokból (E-vitamin, karotinoidok, polifenolok) és gyógynövényekből több jut az állat szervezetébe, mint zárt tartás esetén.

Kémiai szempontból, minden állati eredetű termék víz+szárazanyag. Ez utóbbiban vannak fehérjék (Nx6,25, ezen belül aminosavak), zsírok (éterrel kivonható anyagok, köztük a zsírsavak), szénhidrátok (cukor, keményítő, rost, stb.), hamuanyagok (makro- és mikroelemek), vitaminok, enzimek, hormonok.

Ezekon kívül, mint minden más élelmiszerben, vannak olyan tulajdonságok, mint az íz, a szag, a szín, a porhanyósság és mások, összességében az élvezeti érték (ami viszont rendkívül szubjektív, hiszen az, akár egyetlen családon belül is, lényegesen különbözhet).

Azt is figyelembe kell venni, hogy a például a hús egy bizonyos faj/fajta (sertés, marha, juh, nyúl, baromfi) fiatal vagy öreg egyedéből származhat, amelyik lehetett hím (kan, bika, kos, bak, kakas) vagy nőivarú (emse, koca, üsző, tehén, toklyó, anya, jérce, tojó), esetleg ivartalanított (ártány, tinó, ürü, kappan). A tej is többféle lehet, hiszen a tehéntej mellett megjelent a piacon a juh és a kecsketej is, sőt előrehaladott kísérletek eredményei ismertek már a funkcionális élelmiszerek közé sorolható különleges anyagokat tartalmazó tejről is.

Ezen a körön belül kellene a kívánatos minőséget meghatározni, hangsúlyozva és figyelembe véve azt az alapvető tény, miszerint egy élelmiszernek semmiféle az egészségre ártalmas anyagot tartalmaznia nem szabad

Az előbbieken megfogalmazottak egyértelműen bizonyítják, hogy nincs, és nem is lehet, egyetlen, jól körülhatárolható (jó vagy rossz) minőség. A gyakran emlegetett jelszó, amennyiben „az a jó minőség, amelyikért a piacon megfelelő árat lehet elérni”, csak a kérdések újabb özönét indítja el: pl. melyik piacon (itt-hon vagy külföldön, és ha itthon, akkor hol, a vágóhídon, a nagyáruházban vagy kis boltban, a nagyvárosban vagy falun?), és ki a vásárló (a vágóhíd, a kereskedő, a háziasszony, a szakács?). Tehát a válasz nem olyan egyszerű, mint ahogyan az első pillanatban gondolhatnánk.

A nemzetközi és a hazai szakirodalom napjainkban arról szól, hogy nagy hozzáadott értékű, márkázott állati eredetű élelmiszerekre van igénye a fogyasztóknak. Ehhez azonban — különösen hazánkban — kiterjedtebb vertikális integrációra lenne szükség, hogy a kereskedő (de végül is a fogyasztó) igényei nagyobb hangsúllyal jelenhessenek meg egy meghatározott minőségű termék előállításában. Ennek az igénynek, hosszú távon és megbízhatóan kellene kifejeződnie a termelőnek fizetett árban (prémiumban), hogy azután az ő boldogulása attól a képességétől függjön, ahogyan meg tud felelni ennek a kihívásnak. A márkázott termékek két új, különleges és tényleges táplálkozási minőséget garantáló csoportja az ún. PGO (Protected Geographical Indication – Védett Földrajzi Jelzés), amelyben adott, jól körülhatárolható területen történik a termék-előállítás folyamatának valamennyi lépése — tartás, döntően helyben ter-

melt takarmányok felhasználása, feldolgozás — és a termék valamelyik tulajdonsága jellemzően a földrajzi környezetnek tulajdonítható. A másik csoport, az ún. TSG (Traditional Speciality Guaranteed – Garantáltan hagyományos és különleges termék), amelyben a termék neve különleges, vagy kifejezi speciális jellemzőit. A termék legyen hagyományos (az EU által elfogadott termékleírás alapján hagyományosnak minősített), ami a hagyományos nyersanyagból történő előállítását és/vagy a hagyományos technológia használatát jelenti. Mind a kétféle termék előállításában meghatározó szerepe van a takarmányozásnak.

Úgy tűnhet, hogy elmúlt harminc-negyven évben egyetlen könnyen teljesíthető cél volt: csökkenteni az állati test zsírtartalmát (vagyis főként a hátszalonnát), illetve ezzel növelni a relatív színhús arányt. A különböző osztályba sorlási módszerek jól ösztönözték a gazdákat erre, és a genetikai munka, együtt az új biotechnikai eljárásokkal (takarmányozás, tartás), rendkívül hatékonyan segítette őket ebben, például legalább 30%-kal nőtt a sertésekben a színhús aránya. Ezzel együtt, miután a fehérje beépülés energia igénye csak mintegy harmada a zsírbeépülésnek, a takarmányhasznosulás javulásával, a takarmányozási költségek is csökkentek (Webb, 2003).

Változott/változik a zsírosság megítélése is. A történelmi időkben a zsír fogyasztása a gazdagságot, az éhség elkerülésének a lehetőségét jelentette (Montanari, 1999). Az 1950-es években, különböző okok miatt, szinte kíméletlen harc indult az állati eredetű zsíradékok fogyasztása ellen, beleértve ebbe a vajat is.

A tej zsírtartalma, az elmúlt félévszázadban állandó vita tárgya volt. A tehéntartók mindent megtettek mennyiségének növelése érdekében (tenyésztés, tartás, takarmányozás), mert ennek alapján premizálta őket az ipar. Azután egyrészt „vajhegyek” nőtték és jött a kvóta rendszer, valamint egy új feladat, takarmányozási módszerekkel csökkenteni a zsírtartalmat (Griinari és Bauman, 2003, részletesebben lásd később). Másrészt pedig, egy a napjainkra már bebizonyosodott tévedés, egy túlzásba vitt koleszterin elleni fellépés (valamint a margarínipar érdekei) nem csak a vaj, hanem a teljes tej fogyasztásának csökkentését is sürgették.

A zsírtartalom pedig hozzájárul a hús (és sok készítmény) szaftosságához (lédúságához), ezért a zsír teljes eltávolítása nem kívánatos, sőt még a mostani mennyiség további csökkentése is esztelenség (Darling, és mtsai, 1998). A zsírsavaknak döntő szerepe van a húсок ízének kialakításában, minthogy ezek forrásai mind az avas íznek (Selke és mtsai, 1980), mind pedig a sütés közben kialakuló kívánatos íznek (Mottram és mtsai, 1982). A juhhús jellegzetes ízeért és szagáért is a zsírsavak felelősek (Gower és mtsai, 1981).

Ilyen és ehhez hasonló megállapításokat azonban nem csak az újabb, és csak a külföldi irodalomban olvashatunk. Enesei Dorner, korábbi tapasztalatokra hivatkozva, már 1925-ben a következőket írta: „A tengeri hibája az, hogy a tisztán tengerivel hizlalt sertés szalonnája magas oleintartalma miatt sárgás színűvé és lággyá változik, s nem lesz olyan fehér, finom és kemény, mint pl. árpaetetés után..... Az árpa....finom és ízletes húst és fehér, keményszemcséjű (>kernig<) szalonnát termel.” Máshol azt írja, hogy „...tisztán etetett tengeri a szalonna oleintartalmát jelentékenyen fokozta (90–92%-ig), ...míg tiszta borsódara etetése után igen kemény szalonna (csak 67 % oleintartalmú) termelő-

dött." Arra is felhívja a figyelmet, hogy „...mellékízt adnak a bükköny, lóbab, a vérliszt, a húsliszt, a halliszt és az összes olajpogácsák...”

Viszonylag könnyű módosítani a sertészsír zsírsav profilját (különösen a subcutan-ét, a hátszalonnáét) a takarmány zsírsavtartalmának a módosításával (*Ellis és Isabel*, 1926, és azóta sokan mások) növényi olajok vagy halolaj adagolásával. Az intramuscularis zsír (márványozottság) kevésbé reagál a takarmány kiegészítésre, mert több ún. strukturális lipidet tartalmaz (saját még nem közölt adatok).

A takarmányozással növelt telítetlen zsírsavhányad tudatában boldogabb a fogyasztó, mert „egészségesebb” húst vásárolhat, azonban ez a hús inkább hajlamos az oxidációra, ami a friss hús avas ízét okozza, illetve sütés közben egy nem kívánatos íz változást idéz elő. De miként már szó volt róla, ugyan ezek a zsírsavak befolyásolják a hátszalonna keménységét, ami pedig különböző sertéshústermékek előállításának fontos feltétele (pl. bacon szalonna), de fokozza a főzési veszteséget is. Tehát a telítetlen zsírsavak mennyiségének emelése nem csak táplálkozás élettani előnnyel, hanem ezzel a kockázattal is jár (*Darling és mtsai*, 1998).

A tej, zsír- (és fehérje-) tartalmának módosítása, szintén egy minőség befolyásoló folyamat, de ez sem igazán új. Egy 1943-ban megjelent tankönyv (NN, 1943) így ír: „...Zsírban gazdagabb takarmányok etetésével a tej zsírtartalmát nem fokozhatjuk, minőségét azonban már befolyásolhatjuk. Zsírban gazdag és lágy zsírokat tartalmazó takarmányok lágy, zsírban szegények és kemény zsírokat tartalmazók kemény tejsírt, illetőleg vaját szolgáltatnak. A takarmányok megválogatása által tehát a tejsírnak és így a belőle készülő vajnak a minőségét befolyásolhatjuk, lágyabbá vagy keményebbé tehetjük. ...A takarmányok közül kemény vaját szolgáltatnak: a savanyú füvek és azok szénei, az őszi legelő, a későn kaszált széna, az összes szalmafélék, a répa, répaszelet, répalevél, a burgonya, az abraktakarmányok közül a bükköny, a borsó és egyéb hüvelyes magvak, a pálmamag-, gyapotmag- és kókuszpogácsa. Nagyobb mértékben lágyítják a vaját: a búzakorpa, kukorica, zab, köles, valamint a repce-, napraforgó-, tökmag- és szezám pogácsa”.

Ismert az előbbiekkal ellentétes cél is, mert *Griinari és Bauman* (2003) egy, a takarmányozás és az élelmiszerminőség tárgyában kicsit váratlan kutatásról számolnak be, nevezetesen arról, hogy amint erről már szó volt, szükség lehet a tej zsírtartalmának csökkentésére (ez is egy bizonyos „minőség”). Ennek oka, hogy sok országban szeretnének kevesebb zsírt és több fehérjét termelni. A szerzők saját kísérleteik, és szinte valószínűtlenül nagy szakirodalom feldolgozása alapján bemutatják ennek a lehetőségét, ami részben a takarmány rost tartalmának a változtatásán, részben pedig, telítetlen zsírsavak (elsősorban CLA) etetésén alapul.

Nem lehet kétséges, hogy a tojás sárgájának színe kulcskérdés a fogyasztó döntésekor, ha minőségről akar dönteni. Azonban az biztos, hogy ez a szín függ az adott ország, vagy terület igényétől, szokásaitól, mert pl. a tiszta sárga szint részesítik előnyben az angolok és a hollandok, míg a németek, egyes spanyol területek és mi magyarok is inkább a narancssárgába hajlót. Éppen ezért figyelmet kell fordítani a pigment anyagok forrására, a színanyag etetésének hosszára, a karotinoid összetételére (pl. hazánkban, egy esetleg etetendő paprika színanyagaira, vagy a paradicsom likopinjára), hasznosulásának mér-

tékére, stabilitására, stb. Ezért célszerű a tojásokat ebből a szempontból gyakran és a gyakorlatban ellenőrizni (Soto-Salanova, 2003).

Nem tudni, hogy jó-e, de van olyan vélemény, miszerint a fogyasztói igényeknek megfelelő minőség elérésében, a jövőben, nagyobb szerepe lehet a takarmány kiegészítőknek (pl. CLA, E-vitamin, stb.), mint az állat fajtájának (Aalhus és Dugan, 2001), de ez (és az ún. élelmiszer kiegészítők) napjaink olyan új, és hangsúlyos sokat vitatott problémaköre, ami egy másik tudományos tanácskozás tárgya lehetne.

Röviden összefoglalva, talán három fő gondolat mentén beszélhetünk minőségről.

Az első egy elméleti csoportosítás: a hasznosság (a termék szubjektív tulajdonságai) mint minőség, a termelésfüggő (a termék termeléstechológia szerinti tulajdonságai) minőség, és a termékfüggő (a termék fizikai tulajdonságai) minőség (Grunert és mtsai, 2002; Mau és Mau, 2004).

A második lehetőség, csoportosítás a termelési lánc több lépcsőjét átívelő különböző szempontok alapján, például a technológia (tartás, takarmányozás, szállítás, vágás, feldolgozás), a higiéniai megfelelés, a táplálóanyag-tartalom, az élvezeti érték, és nem kevésbé a termelési (állat-jólléti/védelmi) etika szerint.

Végül van egy harmadik, és nagyon fontos csoportosítási lehetőség, miszerint kinek a számára „minőség”: az állattartó, a vágóhid, az élelmiszerkereskedő, a háziasszony vagy a táplálkozástudományi szakember részére?

A gyakorlat azonban egész más: a végső felhasználó (pl. a háziasszony, vagy egy szakács) az érzékszerveivel megszereshető benyomások alapján dönt, míg a termelési lánc különböző fokain, mindig, és csak a következő fokon állók igényei döntenek.

Ezek után feltehető a kérdés: ki fogja megmondani, hogy miként takarmányozunk, vagy hogy a hús/tej/tojás melyik tulajdonságát próbáljuk meg befolyásolni takarmányozással. Erre a kérdésre a jelenlegi körülmények (a termelési integrációk ez idő szerinti fokán) nincs, vagy alig van válasz, pedig a takarmányozásnak nagyon sok lehetősége van az állati eredetű termékek minőségének (beleértve a kémiai összetételt) módosítására az adott fajta genetikai képességeinek határain belül.

Minőségi jellemzők, amelyek takarmányozással befolyásolhatók:

- hús:zsír arány,
- a hús és a zsír mennyisége,
- a zsírtartalom zsírsav összetétele, koleszterin tartalom,
- vitamin és ásványianyag-tartalom,
- íz és szag,
- „bio” minőség,
- élelmiszer biztonság.

Minőségi jellemzők, amelyek takarmányozással nem befolyásolhatók:

- a húsfehérje összetétele,
- a feldolgozás technológiára visszavezethető hibák, és csak részben
- az élvezeti érték (mert az többnyire genetikailag szabályozott, illetve sok tulajdonság összeadó hatása).

E szinte áttekinthetetlenül nagyszámú, részleteiben és összességében egyaránt a minőséget meghatározó értékelési szempont mindegyike értelmezhető lenne takarmányozási (akár táplálkozás-élettani, akár a gyakorlati takar-

mányozás) szempontok alapján. Mégis, az egyszerűség és áttekinthetőség érdekében, most csak az előbbieken másodikként tárgyalta csoportosítás alapján mutatunk be néhány takarmányozási lehetőséget a hús/tej/tojás összetételének, minőségének módosítására.

Technológiai minőségről, az állatok tartójának, vagy a terméket feldolgozóknak (vágóhid, tejüzem) a nézőpontja alapján beszélhetünk.

A hizlaló befolyásolhatja a színhús arányát (a beépült fehérje mennyiségét), vagyis a megfelelőséget az (S)EUROP minősítési rendszernek (sertés, marha, juh), és tulajdonképpen ezzel együtt a zsír mennyiségét, továbbá a zsírszövet összetételét. Nincs lehetősége a fehérje összetételének módosítására, mert az, genetikailag determinált. A színhús aránya, természetesen a genetikailag rögzített határon belül, egy takarmány összeállításakor, legegyszerűbben az ún. ideális fehérje (*ideal protein*) koncepció alkalmazásával maximalizálható (sertés, brojler). Ebbe bele tartozik az energiaértékelési rendszer (sertés és nyúl: jelenleg DE, várhatóan NE; baromfi-félék: AME, TME; kérődzők: NEm, NEI, NEg) éppen úgy, mint a fehérje (kérődzők: MEF) vagy az aminosavak értékelési módja (fekális vagy ileális, látszólagos vagy valódi emészthetőség — sertés, baromfi, újabban kérődzők). Fontos, hogy a napi „táplálóanyag-szükséglet” vagy az etetni kívánt takarmány tervezett táplálóanyag-szintje, továbbá a potenciális takarmány alapanyagok táplálóanyag-tartalma, ugyanabban a rendszerben megállapított adatokon alapuljon. A zsírok (zsírszövet, tejszír, tojássárgája) zsírsavösszetétele pedig, a zsírsavak különleges metabolizmusának köszönhetően, az etetett zsírsavak megválasztásával közvetlenül módosíthatók (a gyakorlatban, megfelelő takarmányok megválasztásával, szinte bármilyen zsírsav összetétel előállítható, más kérdés ennek a költsége — megtérül-e az elérhető értékesítési árral —, továbbá az így előállított termék (hús/szalonna, tej, tojás) élvezeti értéke!).

A vágóhid és a tejüzem szempontjai mások. Őket, a feldolgozhatóság hatékonyságának növelése vezeti. A vágóhid számára fontos, többek között a hús víztartó kapacitása, pH-ja, a fehérje állapota, a kötőszövet-tartalom, a zsírtartalom jellemzői, a darabolhatóság, stb. Ezen jellemzők befolyásolására takarmányozási módszerekkel gyakorlatilag nincs lehetőség, mert azok vagy genetikailag determináltak, vagy a szállítási stressz következményei, illetve jelentős hatása van még a vágás körülményeinek (ami valójában szintén stresszhatás). A tejüzem számára a zsír és a szomatikus sejt-tartalom kívül (amiért leggyakrabban fizetnek) fontos még néhány kémiai mutató, köztük a fehérjetartalom, amittől a sajtermelés hatékonysága függ, továbbá néhány, az elfogyasztott takarmányoktól függő kívánatos vagy nem kívánatos íz megelérése (például egy defektes szilázs zsírsavainak íze), amiért viszont általában nem fizetnek.

A *higiéniai minőség* fogalmába a mikrobiológiai állapot, a maradékanyag-tartalom és egyéb szennyezések tartoznak (melyek egy része már az élelmszerbiztonság tárgykörének része). A takarmányozási lehetőség kevés, ezek a jellemzők általában nem befolyásolhatók vele. A hibák egy része emberi gondatlanság (pl. a törvények be nem tartása), más része pedig technológiai hiba (pl. inhomogén vagy hibás összetételű takarmány etetésének, vagy helytelen állategészségügyi kezeléseknél) következménye.

A *hús/tej/tojás táplálóértéke* (pl. a benne található fehérje mennyisége és minősége, a zsírtartalom és annak összetétele, az ásványianyagok és vitamini

nok mennyisége, valamint emészthetősége, stb.) már közvetlenül a humán táplálkozás szempontjából fontos mutató. A takarmányozási lehetőségek, ugyancsak a genetikailag rögzített határokon belül, megegyeznek a technológiai minőség esetében bemutatottakkal. Tudni kell azonban, hogy azonos takarmányozás esetén is lehetnek jelentős különbségek egyrészt a fajták, azon belül az ivarok, másrészt testtájak, illetve szövet típusok (pl. a hátszalonna és a combizom zsír/zsír-sav vagy koleszterin tartalma) szerint.

Az *élvezeti érték* az a tulajdonság, ami a hús/tej/tojás fogyasztás mértékét alapvetően meghatározza. Jóllehet ez egy nagyon viszonylagos jellemző (megjelenés, szín, szag, porhanyósság, márványozottság, stb.), és mert alapvetően szokások és divatok alakítják, mégis kétségtelenül fontos. Befolyásolására takarmányozási lehetőség kevés van, de például az íz módosítható. Miután a vágáskori életkornak és az élősülynak is lényeges hatása van az élvezeti értékre, az utóbbi pedig a takarmányozás intenzitásának módosításával szintén befolyásolható, ezért ezt a lehetőséget is kihasználhatjuk.

Újnak tekinthető fogalom az ún. *etikai minőség*, amit ma sok fogyasztó számon kér az állattartó gazdától. Bizonyos fenntartásokkal, de ide sorolhatjuk a biotermelést, az ökológiai állattartást, és nem utolsósorban az állat jólléti (*animal welfare*) megfelelést. Ezekben a technológiákban a takarmányozási változatok sok lehetősége benne van, de ugyancsak nagyon sok a közkeletű félreértés is. Például nem eléggé köztudott, hogy nem minden fajta alkalmas bio-, illetve ökológiai állattartásra, és hogy a szabad tartás nem automatikusan egyenlő a biotermeléssel. A gyógyszermentes felnevelés is általában csak annyit jelent, hogy nem adunk ún. nutritív gyógyszereket (a takarmányba nem keverünk gyógyszert preventív céllal).

Az *élelmiszerbiztonság*, mint a jó minőség alapvető feltétele, minimális követelmény, amikor egy élelmiszer – most az állati eredetűek – minőségéről beszélünk. *Hangsúlyozni kell azonban, hogy megléte nem garanciája, hanem csak feltétele egy minőségi megfelelésnek.* Takarmányozási összefüggései sok esetben nyilvánvalóak, és elsősorban EU rendelkezések szabályozzák, de ellenőrzése és szankcionálása EU (EFSA) ill. nemzeti (NFSA) hatáskörben egyaránt történik.

Az élelmiszerminőség legújabb kategóriáját jelentik az ún. *funkcionális élelmiszerek*, amelyek természetesen lehetnek állati eredetűek is, és azok előállításában gyakran jut a takarmányozásnak meghatározó szerep. Előállítására (minőségére) vonatkozóan mindazok a kérdések feltehetőek, mint a szokásos élelmiszerek (ebben az előadásban az állati eredetűek) minőségi követelményei és annak kielégíthetősége esetében. A lehetséges válaszok is azonosak.

Összefoglalóan megállapítható, hogy sokféle húsminőség létezik, azt sokféle módon lehet takarmányozási módszerekkel befolyásolni, módosítani. Ennek ellenére, a takarmánygyártással, a takarmányozással foglalkozó gyakorlat szinte kilátástalan helyzetben van, mert hiába van tudományos ismeretek birtokában, nagyon sok résztvevő a termelési lánc, bonyolultak az érdekeltségi viszonyok. Amire szükség lenne (egész Európában), az a minőség (takarmány és élelmiszer) tudományosan megalapozott, korrekt, kereskedelmi érdekektől mentes (garantáltan nem bulvár jellegű) kommunikációja az emberekkel. Ezt, a humán és állat táplálkozástudomány képviselőinek együtt, közös véleményt

kialakítva, és szintén közösen kellene, valamennyi lehetséges fórumot (tudományost és népszerűsítőt, írott, hang- és képi médiát) kihasználva, hangoztatni.

Van azonban valami, amire jelenleg nincs válasz, és ezért ez az előadás sem kínál rá megoldást. Még pedig az, hogy miként lehetne a táplálkozástudomány által megfogalmazott, és valóságos fogyasztói igényeket, a termelési lánc valamennyi fokán elismertetni (azt e szerint működtetni), és nem utolsó sorban, de ennek (és nem csak a lánc második szereplőjének!) érdekében állatainkat takarmányozni.

És amiről nem beszéltünk, de nagyon fontos lenne, nevezetesen, hogy mi történik, ha jó minőségű (még nyers) élelmiszerünkkel megérkezünk a konyhába. Sajnos csak remélhetjük, hogy szakácsunk, háziasszonyunk, vagy házigazdánk technológiája nem fogja azt elrontani, mert például egy helytelen sütési móddal (gondoljunk csak a hőkezelés és fehérjék emészthetőségének összefüggéseire) ez bizony lehetséges. (Sajnos be kell vallani, hogy a konyhatechnikai hatások következményeire nincs, vagy alig van kísérletesen megalapozott adat). De az előbbiektől függetlenül, nem szabad elfeledkeznünk az élelmiszerek minőségéről beszélve, hogy családunkat, „...vendégünket nem csak táplálni akarjuk, hanem arra is törekszünk, hogy az evésben örömet, élvezetet találjon, meg legyen óva minden veszedelemtől, és hogy meg tudjuk szerezni számára az életnek azt a tiszta kis örömet, amelyet a fehér asztal mellett, jó étvággal elvárhat” (Gundel Károly, 1940).

IRODALOM

- Aalhus, J.L. – Dugan, M.E.R.(2001): Improving meat quality though nutrition. *Advances in Pig Nutr.*, 12. 145–150.
- Darling, F.M.C. – Wiseman, J. – Taylor, A.J.(1998): Developments in assessment of aroma and flavour. In: *Progress in Pig Science*. Ed.: Wiseman, J. – Varley, M.A. – Chadwick, J.P., Nottingham University Press, Nottingham
- Ellis, N.R. – Isabel, H.A.(1926): Soft pork studies: 2. The effect of food fat upon body fat, as sown by the separation of the individual fatty acids of the body fat. *J. Biol.Chem.*, 69. 239–248.p. In: Darling, F.M.C. és mtsai (1998)
- Enesei Dorner, Béla(1925): A sertés tenyésztése és hizlalása. 2. kiadás, Athenaeum Irodalmi és Nyomdai RT., Budapest, 568.
- Gower, D.E. – Hancock, M.R. – Bannister, L.H.(1981): In: *Biochemistry of taste and olfaction*. Eds. Cagan, R.H. – Kave, M.R., Academic Press, New York In: Darling, F.M.C. és mtsai (1998)
- Griinari, J.M. – Bauman, D.E.(2003): Update on theories of diet-induced milk fat depression and potential applications. *Recent Advances in Animal Nutrition*. Eds.: Garnsworthy, P.C. – Wiseman, J., Nottingham University Press, Nottingham, 115–156.
- Gundel, K.(1940): „Akikre az életünket bízuk...”. *Budinszky Károly rádió riportja*
- Mau, N. – Mau, M.(2004): Globalisierung der Ernährung. *Lohmann Information*, 3. 25–33.
- Mottram, D.S. – Edwards, R.A. – MacFie, H.J.H.(1982): A comparison of the flavour volatiles from cooked beef and pork meat systems. *J.Sci.Food Agr.*, 33. 934–944.
- Nagyváty, János(1822): *Magyar practicus tenyésztető*. 234. (Reprint. Állami Könyvterjesztő V., 1984)
- NN.(1943): Részletes állattenyésztés, állategészségügyi ismeretek. In: *Gazdaságtan*. IV. rész. Pátria Rt., 179.
- Selke, E. – Rohwedder, W.K. – Dutton, H.J.(1980): Volatile compounds from trilinolein heated in air. *J. Am. Oil Chem Soc.*, 57. 2530.

Soto-Salanova, M.F.(2003): Natural pigments: practical experiences. Recent Advances in Animal Nutrition. Eds.: *Garnsworthy, P.C. – Wiseman, J.*, Nottingham University Press, Nottingham, 67–75.

Webb, J.(2003): How we produce a uniform high quality market pig. Proc. London Swine Conference – Maintaining Your Competitive Edge, 105–111.

Érkezett: 2006. szeptember

Szerző címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Author's address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMISZEREK BIZTONSÁGA

SZABÓ JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben a szerző összefoglalja a BSE, a gombás szennyeződés, a mikotoxinok, a növényi toxinok, az állatgyógyászati szerek, a mezőgazdasági és más eredetű kémiai szennyezők, a nehézfémek, a takarmányadalékok, az ivóvizet szennyező anyagok, a mikrobiális szennyeződés és a GMO-k takarmány- és élelmiszer-biztonsági jelentőségét. A közlemény ismerteti a HACCP rendszer alapvető lépéseit és felhívja a figyelmet az élelmiszerterrorizmus kockázatára.

SUMMARY

Szabó, J.: SAFETY OF ANIMAL ORIGIN FOODS

The present review article describes the feed and food safety significance of BSE, fungal contaminants, mycotoxins, plant toxins, veterinary drugs, agricultural and other chemicals, heavy metals, feed additives, drinking water contaminants, microbial contaminants and GMOs. The article also gives a short review of the basic steps of HACCP feed safety system. At the end of this paper the author calls the reader's attention to the risk of food terrorism

Az utóbbi időben a BSE (Bovine spongiform encephalopathy, magyarul a szarvasmarhák szivacsos agyvelősorvadása) és az élelmiszer dioxin-szennyezettségéről napvilágot látott sajtóközlemények ráirányították a közérdeklődést az élelmiszerbiztonságra, különös tekintettel az állati eredetű élelmiszerek biztonságára.

Az *élelmiszer-biztonság* (a „food safety” angol kifejezés szó szerinti fordítása) a fogyasztó biztonságát jelenti, a táplálékkal közvetíthető ártalmakkal szemben. Nem azonos fogalom az élelmiszer-higiéniával.

Magyarországon, a 2003. évi LXXXII. törvény 2.§ (18.) pontjában, az alábbiak szerint határozzák meg a jogi fogalmat: az élelmiszer-biztonság „annak biztosítása a termelés, az élelmiszer-előállítás, a tárolás és a forgalomba hozatal teljes folyamatában, hogy az élelmiszer nem veszélyezteti a végső fogyasztó egészségét, ha azt az élelmiszert a rendeltetési célnak megfelelően készíti el és fogyasztja”. Az élelmiszer-biztonság jogi fogalma az elsődleges élelmiszer-termelő, az előállító, a forgalmazó és a fogyasztó együttes és különálló felelősségét rögzíti, megvalósítása vállalkozói feladat (Kovács és Szieberth, 2005).

Az *élelmiszer-higiéncia* jogi fogalmát az 1995. évi törvény 2. § 19. cikkelye a következők szerint fogalmazza meg. „Az élelmiszer-higiéncia az élelmiszer előállításának, forgalomba hozatalának a fogyaszthatóságra való alkalmassággal összefüggő követelményrendszere, az élelmiszer útján terjedő fertőzés és egyéb ártalom megelőzése és elhárítása”. Jogi értelemben az élelmiszer-higiéncia feltétel- és követelményrendszer, érvényesítése igazgatási feladat (Kovács és Szieberth, 2005).

A fentiekből kiderül, hogy az élelmiszer-biztonság magába foglalja az állati eredetű élelmiszerek előállításának teljes folyamatát, az istállótól a fogyasztó asztaláig. Ebben a folyamatban az állatok tartási és takarmányozási körülményeiből adódó kockázati tényezők felismerése, és a termelés folyamatából való kiküszöbölése, az egyik fontos feladat. Ebből következik, hogy az élelmiszer-biztonság megvalósítása nem lehet egyetlen szakma (pl. élelmiszer-higiénikus), illetve termelői szektor (pl. vágóhíd) feladata. Jó eredményt elérni csak az élelmiszer-előállítás teljes folyamatában dolgozó valamennyi szakember összehangolt erőfeszítésével lehet.

Két további fogalom bevezetése és értelmezése is célszerűnek látszik. Az első a *takarmány-biztonság*, ami a háziállatok védelmét szolgálja a takarmánnyal közvetíthető ártalmakkal szemben. A takarmány-biztonságnak magába kell foglalnia a vetéstől a vályúig terjedő valamennyi takarmány-előállító folyamatot.

A második fogalom a *takarmány-higiéncia*, ami a takarmány előállításának, forgalomba hozatalának a fogyaszthatóságra való alkalmassággal összefüggő követelményrendszere, a takarmány útján terjedő fertőzés és egyéb ártalom megelőzése és elhárítása érdekében.

Természetesen a takarmány-biztonság és a takarmány-higiéncia az élelmiszer-biztonságnak és az élelmiszer-higiénciának szerves része, hiszen az előbbieket nélkül nem lehet garantálni az élelmiszer-biztonságot sem.

Mivel az élő állat, a takarmány és az élelmiszerek kereskedelme globális méreteket ölt, az élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos kockázatok felismerését, felmérését és a védekezés rendszerét is nemzetközi szinten kell szabályozni. Ezt a szükségszerűséget az Európai Unió is felismerte és a Maastrichti szerző-

désben (1993. november 1.) a magas szintű egészségvédelemhez szükséges intézkedések meghozatalát írja elő. Az európai élelmiszerbiztonság szabályozására létrehozták a Fogyasztóvédelmi és Élelmiszer-biztonsági Főigazgatóságot (1997. április 1. DG XXIV). 1997. április 30-án kiadták a „Zöld könyv”-et, majd 2000. január 12-én a „Fehér könyv”-et. 2003-ban létrehozták az Élelmiszer-biztonsági Hivatalt (European Food Safety Authority, EFSA).

A felsorolt lépések egy egységes és az Unió országait átfogó élelmiszerbiztonsági politika kialakításának részei. A „Fehér könyv”-ben (CEC, 2000) rögzített alapelvek előírják az élelmiszerlánc résztvevőinek feladatait és felelősségét, a szabályozás és az ellenőrzés szempontjait, a fogyasztók tájékoztatásának módját, a nemzetközi vonatkozásokat és a következtetéseiket. Kimondják, hogy biztosítani kell a takarmányok és élelmiszerek, valamint összetevőik teljes követhetőségét.

Az állatok takarmányával és takarmányozásával kapcsolatos potenciális élelmiszer-biztonsági kockázatokat a FAO huszonkettedik regionális konferenciáján (FAO, 2000) vitatták meg és elkészítették az ajánlásaikat az Európai Unió számára. A takarmánnyal kapcsolatos potenciális élelmiszer-biztonsági kockázatok a következők szerint csoportosíthatók.

A takarmány gombás szennyezettsége

A takarmányok gombás fertőzöttsége az egész világon probléma. Takarmánybiztonsági szempontból a gabonának, az *Aspergillus*, a *Penicillium*, a *Fusarium* és az *Alternaria* fajokkal (*D’Mello* és *mtsai*, 1993) való fertőzöttsége jelenti a legnagyobb kockázatot, elsősorban a toxintermelésük miatt. E mellett a penészes szilázs, széna, cukorrépaszelet, vagy sörgyári melléktermék etetésekor a spórák emésztőcsatornába jutása vagy belégzése mikózisokat okozhat. Különösen, ha valamilyen parazita (pl. orsóféreg) okozta nyálkahártya-sérülés utat nyit a gombák számára.

A takarmány toxinokkal való szennyezettsége

Mikotoxinok

A mikotoxinok és az élelmiszerbiztonság témakörét *Kovács* (1998), *Rafai* (1998), *Zomborszky-Kovács* és *mtsai* (2000), *Mesterházy* (2002), és mások közleményei alapján az alábbiakban foglalhatjuk össze.

A mikotoxinok takarmánynövényeinken élősködő különböző fajú gombák másodlagos anyagcseretermékei, amelyek képesek az állatok egészségét és termelését károsítani (*D’Mello* and *Macdonald*, 1998). Korábban a gabonaszemekből izolálható gombákat — attól függően, hogy hol történik a fertőződés és a toxintermelés — szántóföldi és raktári penész elnevezéssel két csoportba sorolták be. A legfontosabb toxintermelők a *Fusarium*, az *Aspergillus*, a *Penicillium* és az *Alternaria* nemzetségek fajai. A gabonaféléken az első három okoz toxikológiai problémákat.

A gombák növekedését és toxintermelését, külső és belső tényezők befolyásolják. Külső tényező a relatív páratartalom, a hőmérséklet és az oxigén, belső tényező a vízaktivitás, a pH és a redox potenciál. Az ismert gombaanyagcsere-termékek száma ma több ezerre becsülhető és ezeknek mintegy 10%-a

lehet toxikus. Ma 6-800 féle toxikus gombaanyagcsere-termékkel kell számolni (Mesterházy, 2002)

A mikotoxinok lehetnek rákkeltők (pl. aflatoxin B₁, ochratoxin A, fumonisin B₁), ösztrogén hatásúak (zearalenon), neurotoxikusak (fumonisin B₁), nefrotoxikusak (ochratoxinok, citrinin, oosporein), bőrelhalást okozók (trichotecének) és/vagy immungátlók (aflatoxin B₁, ochratoxin A, T-2 toxin).

A gombatoxinok klinikai hatását főként állatokon tanulmányozták, ezért a leírt tünetek és a toxicitás mértéke nem feltétlenül érvényes az emberre. A különböző toxinok kombinált hatását még állatmodelleken sem tanulmányozták elégségesen. A gombákkal fertőződött gabonaféléknél azonban még más káros hatással is számolnunk kell. A gombák az anyagcserejükhez felhasználják a gabonában lévő esszenciális anyagokat (pl. E-vitamin). Emiatt már sem az állatok, sem az ember számára nem tekinthető teljes értékűnek a gombával erősen fertőzött, de esetleg toxint nem tartalmazó gabona sem (Szigeti, 1997).

A mikotoxinok általában rendkívül stabil vegyületek, a takarmányok ipari kezelése (pl. extrudálás, granulálás) nem ártalmatlanítja azokat sőt, esetenként még fel is dúsulhatnak a termékben (pl. korpa). A mikotoxinok és anyagcsere-termékeik felszívódhatnak az emésztőcsatornából és bekerülhetnek az állati eredetű termékekbe (hús, zsigerek, tej, tejtermékek, tojás). Az állati eredetű termékekben rendszerint alacsonyabb a mikotoxinok koncentrációja, mint a gabonában, ezért akut toxikus tünetek előidézésében valószínűleg nagyon kicsi a jelentőségük. Vannak olyan toxinok, amelyek lassan ürülnek ki a szervezetből, és tartós fogyasztásuk esetén felhalmozódhatnak a szervezetben. A rákkeltő mikotoxinok, mint pl. az aflatoxin B₁, és a tejben kimutatható metabolitja az M₁- és az ochratoxin A, veszélyt jelenthetnek az ember egészségére, jelenlétüket és koncentrációjukat rendszeresen kellene vizsgálni az élelmiszerekben. Sajnos Magyarországon sem a gabonafélék, sem az állati eredetű élelmiszerek toxintartalmát nem vizsgálják rendszeresen, csak szűrőpróbaszerűen. Ezáltal a lakosság ki van téve a gombatoxinok káros hatásának, különösen azokban az években, amikor jelentős a gabonafélék gombás fertőzöttsége. A takarmányokban leggyakrabban előforduló elsődleges mikotoxinokat az 1. táblázat foglalja össze.

Az aflatoxinokat (B₁, B₂ és a G₁, G₂) a raktári penészként számon tartott *Aspergillus*-gombák termelik. A gomba szaporodásához és a toxintermeléshez magas hőmérsékletre, páratartalomra és nedvességre van szükség. Ezért hazánkban elsősorban a trópusi országokból importált takarmányok (pl. földdidióda, gyapotmagdara, esetleg kukorica), illetve élelmiszer (amerikai mogyoró, pisztácia, stb.) esetében kell a jelenlétükre gondolni.

Az ochratoxinokat (ochratoxin A és B) az *Aspergillus ochraceus* és legalább két *Penicillium* faj képes termelni. A gabonafélékben, és az ilyen gabonával etetett állatokból előállított termékekben, elsősorban az OA-t találjuk. Gyakran az ochratoxinnal együtt fordul elő egy másik mikotoxin, a citrinin. Mindkettő vesekárosító (nephrotoxikus).

Magyarországon, a gabonafélékben és a keveréktakarmányokban, leggyakrabban a fuzárium toxinok fordulnak elő (2. táblázat). Bizonyos fuzáriumfajok a trichotecének mellett még ZEN-t (zearalenon) is képesek szintetizálni. A takarmányban gyakran többféle mikotoxin is van, amelyeknek még nem ismerjük

kielégítően az állat-egészségügyi és élelmiszer-biztonsági jelentőségét, ezeket intenzíven kellene vizsgálni.

1. táblázat

A takarmányban előforduló mikotoxinok

Mikotoxin(1)	Gomba(2)
Aflatoxinok (B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂ , M ₁)	<i>Aspergillus flavus</i> ; <i>A. parasiticus</i>
Ciklopiazonsav	<i>A. flavus</i>
Ochratoxin A	<i>A. ochraceus</i> ; <i>Penicillium viridicatum</i> ; <i>P. cyclopium</i>
Citrinin	<i>P. citrinum</i> ; <i>P. expansum</i>
Patulin	<i>P. expansum</i>
Citreoviridin	<i>P. citreo-viride</i>
Deoxynivalenol	<i>Fusarium culmorum</i> ; <i>F. graminearum</i>
T-2 toxin	<i>F. sporotrichoides</i> ; <i>F. poae</i>
Zearalenon	<i>F. culmorum</i> ; <i>F. graminearum</i> ; <i>F. sporotrichoides</i>
Fumonizinek; moniliformin; fuzárium-sav	<i>F. moniliforme</i>
Tenuazonsav; alternariol; alternariol- metiléter; altenuen	<i>Alternaria alternata</i>
Ergopeptin alkaloidok	<i>Neotyphodium coenophialum</i>
Lolitre alkaloidok	<i>N. lolii</i>
Ergot alkaloidok	<i>Claviceps purpurea</i>
Phomopsinek	<i>Phomopsis leptostromiformis</i>

Table 1.: Mycotoxins found in feeds
mycotoxins(1), fungus(2)

2. táblázat

A gabonafélékben leggyakrabban előforduló fuzárium toxinok

Trichotecének (A típusúak)(1)	T-2 HT-2 Neosolaniol Diacetoxyscirpenol (DAS)
Trichotecének (B típusúak)(2)	Deoxynivalenol (DON, más néven vomitoxin)(4) Nivalenol Fusarenon-X
Zearalenon (ZEN)	
Fumonizinek(3)	Fumonizin B ₁ Fumonizin B ₂ Fumonizin B ₃

Table 2.: Most frequently occurring fusarium toxins in grains
trichothecenes (Typ A)(1), trichothecenes (Typ B)(2), fumonisins(3), Deoxynivalenol (DON, also know as vomitoxin)(4)

Az ochratoxinak és a fumonisin B₁-nek, az emberi vérben és kolosztrum-ban való előfordulását és koncentrációját hazánkban *Zomborszky-Kovács és mtsai (2000)* vizsgálták. Megállapították, hogy az OA a vizsgált emberi vérmin-ták 52%-ában, a kolosztrumminták 41%-ában van jelen. Mivel az ochratoxin A teratogén, mutagén és rákkeltő hatású, jelentős kockázati tényezőnek kell tekin-teni mind a felnőtt lakosság, mind a csecsemők számára. A fumonizin B₁ toxin jól felszívódik az emésztőcsatornából, kimutatható volt a kísérleti állatok húsá-ban és a tejében is. A szerzők elsősorban a toxin magzatkárosító hatását tartják kiemelendőnek. A 3. táblázat az állati eredetű élelmiszerek mikotoxin-tartalmára vonatkozóan ismertet néhány példát.

**Természetes úton mikotoxinokkal szennyeződött állati eredetű élelmiszerek toxintartalma
(FAO, 1997)**

Mikotoxin(1)	Lehetséges hatás (emberre)(2)	Előfordulás(3)	Az eddig ismert maximális koncentráció(4)	Referencia(5)
Aflatoxin B ₁	májrák(6)	tojás(8) sertésmáj(9) sertéshús(10) sertésvese(11)	0,4 ppb 0,5 ppb 1,04 ppb 1,02 ppb	<i>Fukai and Sova</i> (1988) <i>Honstead és mtsai</i> (1992) <i>Sova és mtsai</i> (1990) <i>Sova és mtsai</i> (1990)
Aflatoxin M ₁		lehéntej(12)	0,33 ppb	<i>Patterson és mtsai</i> (1980)
Ochratoxin A	vesekárosodás(7)	sertésmáj(9) sertésvese(11) kolbászfélék(13)	98 ppb 89 ppb 3,4 ppb	<i>Sheuer</i> (1989)
Zeralenon	oestrogén	sertésmáj(9) sertéshús(10)	10 ppb 10 ppb	<i>Sawinsky és mtsai</i> (1989)

Table 3.: Food of animal origin which may be naturally contaminated with mycotoxins mycotoxins(1), potential effects on men(2), incidences(3), till now known max. conc.(4), references(5), cancer of liver(6), lesion of kidneys(7), egg(8), swine-liver(9), pork(10), swine-kidney(11), cow milk(12), sausages(13)

Élelmiszer-biztonsági szempontból fontos, hogy a kísérleti körülmények között adagolt toxin csak lényegesen nagyobb koncentrációban idéz elő klinikai tüneteket, mint természetes körülmények között. Ezért nehéz megállapítani az élelmiszere vonatkozó határértéket.

Határértéknek általában a klinikai tüneteket még elő nem idéző legnagyobb koncentrációt szokták választani. Ez a szint azonban nem veszi figyelembe a klinikai tünetekkel még nem járó, de a szervezet számára már nem közömbös hatásokat, mint pl. az immunrendszer gátlását. Az emberi immunrendszert már 80%-ban gátolja, ha 50 ppb DON, T-2 toxin, fusarenon-X, vagy nivalenol (*Berek és mtsai*, 2001) van a táplálékban. Ez a koncentráció lényegesen alacsonyabb, mint a búza szemtermésére vonatkozóan a magyar egészségügyi normában megadott toxinszint (1,2 ppm).

Élelmiszer-biztonsági szempontból sürgető feladat annak felderítése, hogy két vagy több mikotoxin együttes előfordulása hogyan befolyásolja a toxinhatótást. Meg kell említeni, hogy biotermékekben — a gombafertőzések elleni védekezés hiánya miatt — a gombatoxin koncentrációja esetenként nagyobb lehet, mint a nem biotermékekben.

Az élelmiszer- és takarmánybiztonság alapja az állatfajonként és az emberre megállapított toxin-határértékek előírása, ellenőrzése és betartatása lehet. Magyarországon az élelmiszeripari termékekben megengedhető határértékeket a 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet 4. sz. melléklete, a takarmányokra vonatkozó kötelező előírásokat pedig az FVM 47/2001. (VI. 25.) rendelete tartalmazza.

Endofita alkaloidák

A *Neotyphodium coenophialum* gomba az élő csenkeszfélékkel szoros kapcsolatban fordul elő, míg a *N. lolii* az élő fűféléken él. Az *N. coenophialum*-mal fertőzött csenkeszeken az ergopeptin alkaloidák, főként az ergovalin mutatható ki, míg az isoprenoid lolitrem alkaloidák, főként a lolitrem B,

az *N. lolii*-vel fertőzött fűben található. Az ergopeptin alkaloidok csökkentik a borjak növekedését, valamint a tehenek szaporodásbiológiai teljesítményét és a tejtermelését. A lolitrem toxinok idegrendszeri tüneteket okoznak kérődzőkben (D'Mello, 2002).

Növényi toxinok

A takarmánybiztonsági szempontból jelentős növényi toxinoknak, antinutritív anyagoknak az állati eredetű élelmiszerekbe való átjutásáról kevés ismerettel rendelkezünk, az élelmiszer-biztonsági kockázat becsüléséhez nincs elegendő adat. Különösen nagy jelentőségű lenne a genetikailag módosított takarmánynövények toxinjainak vizsgálata.

Állatgyógyászati szerek a takarmányban

Az élelmiszer-biztonság egyik fontos feladata az állati eredetű élelmiszerekben esetleg előforduló, az ember egészsége szempontjából kockázati tényezőnek számító, gyógyszer-maradékanyagok előfordulásának ellenőrzése, illetve az élelmiszerekbe jutásának megelőzése. E gyógyszerek élelmiszertoxikológiai vonatkozásait részletesen Laczay (2004) foglalta össze a Magyar Állatorvosok Lapjában. Az állatgyógyászati készítmények hatóanyagainak határértékét az Európai Unióban, az Állatgyógyászati Készítmények Bizottsága (Committee of Veterinary Medicinal Products – CVMP) határozta meg [2377/90EEC rendelet, amelynek hazai megfelelője a 2/1999. (II. 5.) EüM rendelet]. Hat csoportba sorolták a hatóanyagokat (1. Fertőzés elleni szerek; 2. Parazitaellenes szerek; 3. Idegrendszerre ható anyagok; 4. Gyulladáscsökkentő anyagok; 5. Kortikoidok; 6. Antimikotikumok).

Az állatgyógyászati szereket gyakran takarmányhoz keverve adagolják. Nagy gondot kell fordítani arra, hogy a piacra kerülő termékekben ne legyen az engedélyezett maradékanyag-szintet (MRL – Maximum Residue Limits) meghaladó mennyiségben állatgyógyszer, vagy annak toxikus anyagcsere-terméke.

Az organikus élelmiszerek megjelenése óta a fogyasztók előnyben részesítik azokat a készítményeket, amelyekben nincs, vagy csak nagyon kevés kémiai maradékanyag van.

Az antibiotikum-rezisztencia elkerülése érdekében, 2006. január 1. óta, hazaművelésre nem szabad antibiotikumot használni az Európai Unióban. A terápiás célból engedélyezett antibiotikumok esetében csak megfelelő várakozási idő után lehet az állatokat vágóhídra szállítani, illetve az állati eredetű termékeket (tej, tejtermékek, tojás stb.) fogyasztásra bocsátani.

A takarmány, valamint az ivóvíz szennyezettsége mezőgazdasági vagy más eredetű kémiai anyagokkal

Takarmány

A takarmányok potenciális szennyezői lehetnek a peszticidek, a fungicid anyagok, ipari eredetű, vagy más környezeti szennyezők, mint a poliklórozott bifenilek (PCB), a dioxin és a nehézfémek (pl. kadmium, ólom, higany, réz, cink stb.). Különleges figyelmet érdemelnek a környezetbe baleset (pl. Csernobil), vagy kísérleti robbantás útján kijutó sugárzó anyagok (cézium, stroncium).

A *dioxin* és a *PCB* mindenütt előfordulhat a környezetünkben. Mindkét anyagnak nagy az affinitása a zsírokhoz, ezért leginkább a növényi és állati zsírokban található. Mindkét anyag stabil és zsírban oldódó, ezért felhalmozódik az élelmiszerláncban. Az ember leggyakrabban az állati eredetű élelmiszerekkel veszi fel. Az állatok viszont a takarmánnyal jutnak hozzá, főként a takarmányhoz adagolt dioxin és/vagy PCB tartalmú zsírokkal vagy olajokkal. Ipari környezetben, a levegőbe jutott dioxin vagy PCB, a legelő füre leülepedve, vagy a talajból a fűbe, és azzal a legelő állat szervezetébe juthat. Az ilyen környezetben előállított tej, hús, tojás is tartalmazhatja ezeket az anyagokat. Gyenge összefüggést mutattak ki a dioxin felvétel és a tüdőrák között. Mivel a dioxin a környezetünkben mindenütt jelen van, nem lehet az élelmiszerláncból teljesen kiküszöbölni. Az anyatejjel is kiválasztódik. Élelmiszer-biztonsági szempontból a dioxin (kivéve a véletlen, vagy szándékos szennyezést) általában nem okoz problémát, mert az élelmiszerbe jutó mennyiség lényegesen kevesebb a megengedett szintnél. Gondos takarmány- és élelmiszer-előállítás esetén gyakorlatilag elhanyagolható kockázat.

Napjainkra, az 1970-es szinthez képest, jelentősen (mintegy 90%-kal) csökkent a dioxin felvétel (CFSAN, 2006). A takarmányiparnak figyelmet kell fordítani arra, hogy a felhasznált zsírok és olajok dioxintartalma a megengedett szint alatt maradjon (az Európai Közösség által a WHO-PCDD/F-TEQ-ban előírt határérték 0,4–4 pg).

A *poliklórozott bifenilek*, *poliklórozott dibenzofuránok*, és *poliklórozott quaterfenilek* (PCB-k) — hasonlóan a dioxinhoz — mindenütt jelen vannak a környezetben. Ezek a táplálékláncban feldúsuló anyagok, az állati zsírokban 20–240 µg/kg, halakban 10–500 µg/kg, halmájban mg/kg-os koncentrációban is előfordulhatnak (ANTSZ, 2004). Néhány országban maximális megengedhető szintet állapítottak meg az állati eredetű élelmiszerek számára.

A *poliklórozott vegyületek* (pl. DDT, HCH, stb.) még ma is kimutathatók a talajban és az azon termelt takarmányban. Feldúsulnak a táplálékláncban. Az állati eredetű élelmiszerekben koncentrációjuk, zsírra számítva, 10 µg/kg körül van. Az emberi tej DDT-tartalma még mindig 25 µg/kg (ANTSZ, 2004).

Az *ólom* elsősorban az állati eredetű élelmiszerekkel (rákok, halak, belsőségek) jut az emberbe. Növények esetében a gyümölcs, a zöldség- és a gabonafélék sorrendjében nő az ólomtartalom. A hatóságok rendszeresen vizsgálják, a kifogásolt minták aránya 1–2% (ANTSZ, 2004). Számítások alapján a heti átlagos ólombevitel, a tolerálható szint kb. 70%-a.

A *kadmium* a gabonafélékkel jut az állatok takarmányába. Az állati eredetű élelmiszerek közül a tej és a tojás 5 µg/kg-ot tartalmaz. A halakban 10, a hússokban 15 µg/kg az átlagos kadmiumkoncentráció. A legtöbb a vesében van (500 µg/kg). Hazánkban a számított kadmium-felvétel kb. a fele a megengedett értéknek (ANTSZ, 2004).

Amióta a vetőmagok csávázására nem használnak *higany*tartalmú anyagokat, még balesetszerűen sem fordul elő higanymérgezés. A takarmány higany-

tartalma nagyon alacsony, következésképpen a hazánkban előállított állati eredetű élelmiszerekben nem található meg. A takarmány higanyszennyezettsége nem jelent jelentős élelmiszer-biztonsági kockázatot (ANTSZ, 2004).

A rézsulfátot (Cu 250 ppm) és a cinkoxidot (Zn 2-3000 ppm) hozamnövelekként használja/ta a takarmányipar a legutóbbi időkig. Ez a magas koncentráció azonban nem okoz lényeges élelmiszer-biztonsági kockázatot (takarmány-biztonsági kockázatok jelentős lehet), mert az állati eredetű élelmiszerekben a réz, és a cink gyakorlatilag nem éri el az emberi egészségre nézve veszélyt jelentő mennyiséget. Az Európai Unió, környezetvédelmi okokból, betiltotta e két anyag hozamnövelekként való felhasználását. A réz esetében indokolt ez az óvatosság, hiszen a magas réztartalmú trágyával kezelt legelő fűvét fogyasztó juhok rézmérgezése ismert probléma. A cink esetében azonban sokkal árnyaltabb a kép.

Magyarországon a kukoricatermő talajok rendszerint cinkhiányosak. Hektáronként évente 30 kg Zn (műtrágya) felhasználása engedélyezett. Ugyanezt a mennyiséget hígtrágyával is ki lehet juttatni. Óvatos számítások szerint még a malacnevelőben képződött hígtrágya esetében sem a Zn-tartalom a felhasználást limitáló tényező, hanem a trágya N-tartalma.

Rádióaktív szennyezés az atomerőművek környezetében fordulhat leginkább elő. Baleset, vagy katasztrófa esetén (Csernobil) nagy mennyiségű sugárzó anyag juthat a környezetbe, amit felvesznek a növények, és az állatok takarmányán át, az állati eredetű élelmiszerekbe kerülhet. Magyarországon a paksi atomerőmű előírt védőkörzetén kívül még soha nem emelkedett a sugárzó anyag szintje aggályos mértékben (ANTSZ, 2004) A környezet sugárzó anyagokkal való szennyezettségének jó indikátorai a bogyós gyümölcsök és a nagylevelű zöldségek. A vadonélő állatokban a radioaktív szennyezettség nagyobb és hosszabb ideig mutatható ki, mint a háziállatokban.

Az Európai Unió szabályozza a *takarmányadalékok* felhasználását is (EPCR, 2004) az alábbi kategóriákban.

— Technológiai adalékok:

- tartósítószeresek, antioxidánsok, emulzifikáló anyagok,
- stabilizáló anyagok, aciditás szabályzók, szilázsadalékok.

— Íz- és aromaanyagok;

— Vitaminok, makro és mikroelemek, aminosavak;

— Emésztésjavítók, bélflóra-stabilizálók;

— Kokcidium- és hisztomónászgátlók.

Ezek az anyagok a takarmánnyal juthatnak az állati szervezetbe. Azok jelentik a legnagyobb élelmiszer-biztonsági kockázatot, amelyek felhalmozódhatnak az állati termékekben.

Ivóvíz

Ha élelmiszer-biztonságról beszélünk, akkor a jó minőségű, fertőző és szennyező anyagoktól mentes, makro- és mikroelemeket optimális mennyiségben tartalmazó ivóvízről sem szabad elfelejtkeznünk. Az ivóvíz az élőlények, így a háziállatok és az emberi szervezet legfontosabb vegyülete. Ezen túlmenően a

főzés, és az ipari élelmiszer-előállítás nélkülözhetetlen alapanyaga. A víz jelen van a termelés minden pontján. Élelmiszer-biztonsági szempontból meghatározó jelentőségű. Humán- és állat-egészségügyi szempontból a vízminőséget rontó tényezők sorrendje a következő: arzén, bakteriális szennyezés, nitrát, nitrít, nátrium- (kalcium) hiány, klórozási melléktermékek, bór, ólom, peszticidok. Az ivóvíz élelmiszer- és takarmánybiztonsági jelentősége nagyon nagy, elegendő utalni a miskolci (2006. tavasz) vízszennyezés következményeire. A 4. táblázat az országos ivóvíz-minőségi helyzetképet foglalja össze.

4. táblázat

Országos ivóvíz-minőségi helyzetkép az ÁNTSZ 1998-2000. évi mérési adatai alapján, az ivóvízminőség-javító program prioritási listája szerint

Vízszennyezők előfordulása(1)	Érintett települések száma(2)	Érintett lakosság száma(3)
Arzén (>50 µg/liter)	7	10012
Arzén (30–50 µg/liter)	65	145972
Arzén (10–30 µg/liter)	379	1252618
Bór (B)	48	85819
Nitrít (NO ₂ ⁻)	50	43086
Nitrát (NO ₃ ⁻)	7	5965
Fluorid (F ⁻)	11	25397
Jodid (I ⁻)	30	142172
Vas (Fe)	551	1168996
Szerves anyag(4)	8	28294
Mangán (Mn)	326	719335
Ammónium (NH ₄)	217	673507
Kémiai szennyezők összesen(5)	1699	4301173
Bakteriológiai szennyeződés(6)	237	254088

Table 4.: National water quality situation on the basis of survey data of ANTSZ between 1998–2000, according to the priority of drinking water improving program

potential water contaminants(1), amount of concerned settlements(2), amount of concerned population(3), organic matter(4), chemical contamination, all(5), bacteriological contamination, all(6)

A takarmány szennyezettsége fertőzőágenssel (vírusok, prionok, baktériumok, paraziták)

A takarmány és az állati eredetű élelmiszerek, emberre és állatra egyaránt fertőzettek lehetnek kórokozó képességű mikroorganizmusokkal is. Az állatok esetében, ennek egyik forrása a takarmány lehet. Az élelmiszertermelő állatokban és az emberben egyaránt előforduló kórokozó baktériumokat Novick (1981) összefoglalása alapján az 5. táblázat, a takarmánnyal átvihető, élelmiszerbiztonsági szempontból fontos kórokozókat pedig a 6. táblázat ismerteti.

A fertőző agyvelősrövidadásokat [BSE – Bovine Spongiform Encephalopathy, TSE Transmissible Spongiform Encephalopathy, CJD – Creutzfeldt Jakob Disease (átlagos halálozási életkor 68 év), vCJD – Variant Creutzfeldt Jakob Disease (az átlagos halálozási életkor 28 év)] valószínűleg a cellularis prion prekursor protein (PrPc) kóros módosulása okozza.

Az élelmiszertermelő állatokra és emberre vonatkozóan egyaránt kórokozó baktériumok

Fajta(1)	Kórokozó-képesség(2)		Atvihetőség állat- ról emberre(5)
	ember(3)	állat(4)	
Escherichia coli	+	+	+
Bélfertőzést okozó E. coli(6)	+	+	+
Shigella sp.	+	+	+
Pseudomonas sp.	+	+	+
Klebsiella-Aerogenes csoport	+	+	
Yersinia enterocolitica	+	+	
Yersinia pseudotuberculosis	+	+	+
Brucella sp.	+	+	+
Pasteurella multocida	+	+	+
Listeria	+	+	+
Erysipelotrix	+	+	+
Bacillus anthracis	+	+	+
Mycobacteriumok	+	+	+
Leptospira sp.	+	+	+
Staphylococcus aureus	+	+	+
Staphylococcus agalactiae	+	+	
Bacillus anthracis	+	+	+
Clostridium perfringens	+	+	+
Chlamydia ósittacii	+	+	+
Mycoplasma sp.	+	+	

Table 5.: Germs pathogen for human and livestock animals species(1), virulence(2), human(3), animal(4), possible transmission from animal to human(5), E. coli caused intestine infection(6)

A fertőzés az állatok esetében állati eredetű fehérjét tartalmazó takarmánnyal (hullalisztt – elsősorban marhából és juhból), emberbe pedig, feltételezhetően, a fertőzött állatokból készült élelmiszerekkel (a legtöbb kórokozót az idegrendszer, a nyirokcsomók és az emésztőcsatorna tartalmazza), gyógyszerekkel (hormonkészítmények) és kozmetikumokkal juthat.

A betegség lappangási ideje hosszú (30 hónaptól 8 évig), lassan kifejlődő, degeneratív, halálos betegség, amely a központi idegrendszert károsítja. A kórokozó/k ellenáll/nak a hőnek. A takarmány hőkezelése (pl. extrudálása, granulálása), illetve az élelmiszer főzése, sütése nem pusztítja el. Magyarországon, szarvasmarhák között még sohasem fordult elő a BSE. Emberben évente 10–15 esetben diagnosztizálják a Creutzfeldt Jakob betegséget.

A Magyarországon nevelt és levágott szarvasmarha hújának fogyasztásakor gyakorlatilag nincs élelmiszer-biztonsági kockázat, mert a hazai szarvasmarha-állomány mentes ettől a betegségtől. Külföldön eddig nem sikerült kórokozót kimutatni a beteg állatok tejéből, így valószínűleg tejjel nem terjed a betegség.

Salmonella

A Salmonella baktérium emberi és állati megbetegedéseket egyaránt okozhat. Nagyon elterjedt kórokozó mind a házi, mind a vadon élő állatok között. Több mint 2400 Salmonellatörzset vagy szerotípust izoláltak. Nedves és hűvös környezetben több héten át is életben maradhatnak. A takarmány is gyakran fertőzött lehet velük.

A takarmánnyal átvihető, élelmiszer-biztonsági szempontból fontos kórokozók és a fertőzést leggyakrabban közvetítő élelmiszerek

Ok(1)	Élelmiszerek, melyekhez leggyakrabban köthetőek(5)
Prion (TSE)	Kérődzők idegrendszere (agy), nyirokcsomói, bélcsatornája, esetleg húsa(6)
Baktériumok(2)	
Salmonella enteritidis	Nem átsült húсок, kagylók, saláták, tojás és tejtermékek(7)
Escherichia coli (E. coli)	Saláták nyers zöldségek, nem elegendően megsült húсок, pasztörizálatlan tej, sajt(8)
Listeria monocytogenes	Forralatlan tej és tejtermék, lágy sajtok, nyers hús, baromfihús, tengeri halak, zöldségek, pástétomok, füstölt halak, nyers káposztasaláta(9)
Yersinia	Fertőzött hús, tojás(10)
Staphylococcus aureus	Baromfihús, -tojás, sonka, fagylalt, sajtok, saláták, krémek, krémmel töltött pékárúk, mártások(11)
Clostridium perfringens	Ételmaradékok, újramelegített ételek, húсок, hüvelyesek, mártások, raguk és levesek(12)
Clostridium botulinum	Konzervek (húсок, kolbászfélék, hal, és zöldség)(13)
Bacillus anthracis	Fertőzött állati termékek(14)
Bacillus cereus	Főtt hús, halak, felmelegített főtt rizs, pudingok, zöldségek(15)
Campylobacter jejuni	Nyers tej, szárnyasok(16)
Paraziták(3)	
Trichinella spiralis	Nem megfelelően megsütött sertéshús(17)
Toxoplasma gondii	Nem megfelelően megsütött húсок, baromfi, nyers tej(18)
Taenia solium és saginata (galandféreg)(4)	Nyers sertés-, juh- és marhahús (sertés- és marhaborsóka)(19)
Echinococcus	Kutya bélsarával fertőzött élelmiszer(20)

Table 6.: Pathogen germs transmissible by feedstuffs with food safety significance and the foods which may transmit the infection

cause(1), germs(2), parasites(3), tapeworm(4), foods, to which mostly can bound(5), nervous system (brain), lymphatic gland, intestinal canal, possibly meat of ruminants(6), not underdone meats, shell-fishes, salads, egg and milk products(7), salads, raw vegetables, not underdone meats, not pasteurized milk or cheese(8), not pasteurized milk and milk products, row meat, poultry meat, salt water fish, vegetables, pastes, smoked-fish, row cabbage-salad(9), contaminated meat or egg(10), poultry meat, egg, ham, ice-cream, cheeses, salads, creams, with cream stuffed baker's ware, sauces(11), scrapings, reheated meals, meats, legumes, sauces, stews, soups(12), tinned foods (such as meats, sausages, fishes, vegetables)(13), contaminated products of animals(14), cooked meat, fish, reheated and cooked rice, puddings, vegetables(15), row milk, poultry(16), not underdone meats(17), not underdone meats, poultry, row milk(18), row meats of swine, sheep, and cattle (measles)(19), food contaminated by dog faces(20)

A *Salmonella* törzseket három csoportba oszthatjuk. Az elsőbe a fajspecifikus szerotípusok tartoznak (pl. *S. dublin* – borjú, *S. gallinarum* és *pullorum* – baromfi), a második csoportba azokat soroljuk, amelyek szeptikémiát okozhatnak (pl. *S. enteritidis*, *S. typhimurium*). A harmadik csoportba azok a szerotípusok tartoznak amelyek nem okoznak szeptikémiát. Az első csoportnak nincs jelentősége az élelmiszer által közvetített betegségek szempontjából. A harmadik csoport a legnagyobb és ennek tagjai okoznak leggyakrabban szubklinikai fertőzést a háziállatainkban. Ezek esetenként emberi megbetegedést okozhatnak és az élelmiszermérgezők okozói. A szalmonellózis elsősorban bélgyulladás formájában jelentkezik, de a betegek egy részében szeptikémia is kialakulhat.

Az emberi megbetegedések döntő többségét a *S. enteridis* és a *S. typhimurium* okozza. Ezek a törzsek a tömegesen tartott sertés- és baromfi-állományokban gyakran megtalálhatók. Az utóbbi években a figyelem a *S. virchow*, a *S. infantis* és a *S. hadar* szerotípus jelentőségére is ráirányult. Az EU ezekre is kiterjesztette a Salmonellamentesítési programot.

Élelmiszer-biztonsági szempontból a *S. enteritidis* és a *S. typhimurium* mellett ezek jelentik a legnagyobb kockázatot. Hazánkban, 2001-ben, a brojlerállományok 18,3%-a volt Salmonellákkal fertőzött, és ez 2005-re már 31,5%-ra emelkedett (Szigeti és mtsai, 2006).

Escherichia coli

Az *E. coli* az ember és az állatok bélflórájának normális tagja. Van azonban néhány kórokozó törzs, amelyik betegséget okozhat a háziállatokban és az emberben. Ételmérgezést leggyakrabban az *E. coli* O157:H7-es törzs okoz. A fertőzés forrása állatokban a takarmány, az ivóvíz és a beteg állatok bélsara, emberben az ivóvíz és az *E. coli*-val fertőzött állati eredetű élelmiszer lehet. A takarmány, illetve az étel hőkezelése elpusztítja a kórokozót.

Lisztéria

Mindenütt, így a talajban és a takarmányban is előfordulhat. Elsősorban juhokban okoz megbetegedést. A betegség lappangási ideje néhány naptól két hónapig tarthat. Terhes anyákban a méhlepényen keresztül, megbetegedhet a magzat is, vetélést okozhat. A fertőzött gyermekek leggyakrabban idegrendszeri tüneteket mutatnak. Az újszülöttek a legérzékenyebbek, náluk a lisztéria-fertőzés gyakran halálos kimenetelű (~5%). Fő forrása állatok esetében a fertőzött takarmány, emberben pedig az élelmiszer (tej, tejtermékek, sonka, nyers zöldségfélék, stb.).

Yersinia

Az állati eredetű élelmiszerekben gyakran kimutatható kórokozó. Mivel az ember, a sertés és a madarak emésztőcsatornájában élhet, bekerülhet az élelmiszerláncba. A vékony- és a vastagbélre is kiterjedő bélgulladás, esetleg ízületi bántalmakat okozhat.

Staphylococcus

A *Staphylococcus aureus* által termelt toxin gyakran okozhat ételmérgezést. A fertőzött étel elfogyasztása után 1–3 órán belül hányás, hasmenés, esetleg idegrendszeri tünetek jelentkezhetnek. A gyógyulás gyorsan, kezelés nélkül is bekövetkezhet. A toxint a hőkezelés nem pusztítja el az ételben.

Clostridium

A *Clostridium perfringens* a háziállatok és az ember emésztőcsatornájában megtalálható baktérium, gyakran okozhat enyhe lefolyású ételmérgezést. A legsúlyosabb ételmérgezést a *Clostridium botulinum* (nevét a kolbászról kapta; botulus = kolbász) baktérium toxinja okozza. Ez az embereket és az állatokat is megbetegíti. A legmérgezőbb toxinok közé tartozik, ember esetében már 1 µg halálos. Az első emberi esetet *Justinius Kerner* publikálta 1822-ben. A vízimadarak botulizmusáról már az 1910-es évektől kezdődően jelentek meg publiká-

ciók. Régebben „nyugati kacsabetegség“ néven volt ismert. Húsz év kellett ahhoz, hogy a felismerjék a valódi kórokozót. Ember esetében idegrendszeri tüneteket okoz. Megfelelő kezelés hiányában halálos kimenetelű is lehet.

Bacillus anthracis

Az anthrax, vagy lépfene a *Bacillus anthracis* által okozott fertőző betegség. Természetes körülmények között elsősorban a kérődzőket, de minden melegvérű állatot veszélyeztet. A betegség zoonózis, ami beteg állatokkal, vagy fertőzött állati termékekkel való közvetlen érintkezés révén betegítheti meg az embert. A fertőzés a bőrön (bőranthrax), a légutakon (tüdőanthrax), vagy a gyomor-bélrendszeren (bélanthrax) keresztül történhet. Emberről emberre nem terjed. Hazánkban az állategészségügy immunizálja a veszélyeztetett állatokat. Ha felmerül annak gyanúja, hogy valamely élelmiszer anthraxspórával szennyeződött, a spóra hőkezeléssel ártalmatlanítható. A *Bacillus anthracis* spórája 80 °C-on 180 perc alatt, 85 °C-on 31 perc alatt, 90 °C-on 8–9 perc alatt pusztul el. Élelmiszer-biztonsági kockázata a fejlett országokban nagyon kicsi.

Bacillus cereus

Ez a baktérium többnyire enyhébb lefolyású ételmérgezést okozhat. Az étel elfogyasztását követő 2–8 órán belül jelentkeznek a klinikai tünetek (heveny, súlyos hányinger, hányás, hasi görcsök, hasmenés, esetenként fejfájás, láz, súlyos esetben, csecsemők és idősek megbetegedésekor kiszáradás, elesettség). A betegség rövid ideig, leggyakrabban csak 3–6 óráig tart. A legfontosabb hordozók a tej, a fűszerek és a húsok.

Campylobacter

A *Campylobacter jejuni* a kérődzők, a szárnyasok és a húsevők emésztőcsatornájában előforduló baktérium. Az USA-ban évente 1–6 millió ételmérgezést okoz. Leginkább az egyévesnél fiatalabb gyermekek betegednek meg. A lappangási idő 2–5 nap az étel elfogyasztása után. Hasmenést (néha véreset), hasi fájdalmakat, lázat, izomfájdalmat, fejfájást és hányást okoz. A fertőző anyagot a nyers tej, a tisztítatlan víz, a nyers hús (baromfi, sertés) hordozza. A betegség 7–10 napig tart. A sertések emésztőcsatornájában stressz hatására (pl. koplattatás és szállítás) jelentősen megemelkedik a *Campylobacter* csírák száma (Harvey és mtsai, 2001).

Toxoplasma gondii

Apró egysejtű parazita, amelynek végleges gazdája a macska. A háziállatok és az ember macskaürülékkel, esetleg rágcsálók ürülékével fertőzött takarmány, illetve élelmiszer (sertés, juh, kecske és ló húsa nyersen, vagy félig nyersen) fogyasztásával fertőződhet (a bárányhús 10%-a, a sertéshús 25%-a tartalmazhat cisztákat). A betegség ép immunrendszerű emberben enyhe lefolyású. Gyakran csak a nyirokcsomók duzzanata az egyetlen tünet, de okozhat lázat, éjszakai izzadást, torokfájást, izomfájást vagy bőrkiütést. Ha terhes anya fertőződik, a toxoplazma átjut a placentán, és a magzat központi idegrendszere, illetve a látása károsodhat. Elvetélést, vagy koraszülést is okozhat. Különösen veszélyes lehet, ha gyenge immunitású ember fertőződik. A fertőzésen átesett ember már védett az újabb fertőzéssel szemben, de a gyenge immunitású

egyének fehérvérsejtjében még évek múlva is kimutatható. Az emberi fertőzöttség aránya igen nagy. Felmérések szerint Hollandiában a népesség 75%-a találkozott a kórokozóval, anélkül, hogy tudna róla. A hazai lakosság 52,9%-a esett át 60 éves koráig a toxoplazmás fertőzésen. A fertőzések zöme a 15 és 25 év közötti szülőképes nőkre (reprodukciós időszak) esik. Spontán vetélést, halvaszületést vagy veleszületett toxoplasmosist okoz. A kórokozó hatása a terhesség első harmadának végén és a második harmadában a legsúlyosabb. Ebben az időszakban 50% az esélye annak, hogy az anyát érő fertőzés megtámadja a magzatot is. Ezeknek az eseteknek 2–10%-ában alakul ki veleszületett toxoplasmosis.

Trichinella spiralis

Az emlősállatok, elsősorban a sertés emésztőcsatornájában élősködő parazita. A lárvája betokozódik az izomzatban. Az ilyen állatból származó hús nem megfelelő sütés, vagy főzés esetén okozhat emberi megbetegedést. A klinikai tünetek: láz, izomfájás, agyvelőgyulladás, agyhártyagyulladás, szívizomgyulladás. A betegség ritkán, de halálos is lehet. Fagyasztás (–18 °C) és hőkezelés (sütés, főzés) elpusztítja a lárvát.

Horgasfejű (Taenia solium) és simafejű (Taenia saginata) galandféreg

Köztigazdája a sertés, a juh, illetve a szarvasmarha, az ember által ürített, és a takarmánnyal felvett petékből ezen állatok izomzatában úgynevezett borsóka fejlődik, ami az emberbe az állatok húásával jut vissza.

Echinococcus

Az *Echinococcus* lárvá veszélyes az emberre, csak a kutyák bélsarával terjed. A róka bélsarával az *Echinococcus multilocularis*, népies nevén a róka galandféreg májban pseudo-rákos tüneteket okozhat. Szennyezett erdei növényekkel juthat az emberbe, vagy más állatba. A kutyákban található *Echinococcus* lárvá nem jelent súlyos ételmiszerbiztonsági problémát. A kutyákat és a macskákat rendszeresen féregteleníteni kell.

Genetikailag módosított szervezetek (GMO)

Bár az Európai Unióban a genetikailag módosított takarmány-alapanyagok felhasználása jelenleg nem engedélyezett, nyilvánvalónak tűnik, hogy a teljes elzárkózás nem ésszerű megközelítése az úgynevezett „GMO problémának”.

Genetikailag módosítottak tekintjük azokat a szervezeteket, amelyekben a DNS mesterséges, a természetben elő nem forduló beavatkozás következtében módosult. Ezt az eljárást géntechnológiának, vagy biotechnológiának szokták nevezni. Az ételmiszer-biztonsági vizsgálatok tanulmányozzák a

- GM-ételmiszer közvetlen egészségre gyakorolt hatását (toxicitás),
- van-e allergizáló hatása,
- van-e benne olyan speciális alkotórész, ami táplálkozási, vagy toxicitási szempontból nem kívánatos,
- stabil-e a bevitt gén,
- van-e a genetikai módosításnak valamilyen táplálkozási hatása,

— van-e bármilyen nem szándékosan létrehozott változás, ami káros lehet a fogyasztóra.

Az emberi egészség szempontjából az alábbiak a legfontosabb tényezők.

— Allergizálóképesség: elméletileg az allergizálóképességű növények génkészletéből történő génátvitel tovább viheti az allergizáló tulajdonságot is. Ezért a FAO és a WHO minősítette a GM-élelmiszerek allergizáló hatásának vizsgálatára használt tesztek. A jelenleg forgalomban lévő GM-élelmiszerek az eddigi vizsgálatok és tapasztalatok szerint nem allergének.

— Génátvitel: elméletileg a GM-élelmiszer génei átjuthatnak a fogyasztó szervezetének sejtjeibe (ennek az esélye azonban elhanyagolhatóan kicsi), vagy az emésztőcsatornában élő baktériumokba és ezzel nem kívánt, az emberi egészségre esetleg ártalmas tulajdonságot juttathatnak be egy másik szervezetbe. Ennek a kérdésnek a felvetése azért is ésszerű, mert a GMO-k előállításakor jelző génként, antibiotikum-rezisztenciát hordozó géneket is használnak. A FAO arra ösztönzi a kutatókat, hogy az antibiotikum-rezisztenciát közvetítő géneket ne használják a GMO-szervezetek előállításakor.

— Átkeresztezés: az átkeresztezés reális veszélynek tekinthető. Előfordulhat, hogy a GM növény génei átjuthatnak a hagyományos növényekbe vagy a vadon élő fajtatársaikba. Éppen ezért a GM-növények termelését engedélyező hatóságnak ezt a környezetvédelem szempontjából fontos tényezőt is figyelembe kell venni.

Arra a kérdésre, hogy a GM élelmiszer biztonságos-e, azt válaszolhatjuk, hogy nem lehet általánosan egyértelmű választ adni. Minden egyes GM-szervezetet (élelmiszert) egyedileg kell elbírálni. A nemzetközi kereskedelemben jelenleg forgalmazott GM-szervezetek gondos vizsgálatokon és kockázatbecslésen estek át, amelynek eredménye szerint nem valószínű, hogy fogyasztásuk humán-egészségügyi kockázatot jelent. Folyamatos ellenőrzés és megfigyelés szükséges ahhoz, hogy kiszűrjük az elméletileg lehetséges kockázatokat. A növényi eredetű GM-élelmiszerek biztonsági vonatkozásait megvitatták a FAO/WHO szakemberei és közzétették a javaslataikat (FAO, WHO, 2000)

Mivel a GM szervezetek (pl. növények, baktériumok) továbbadhatják a mesterségesen beléjük ültetett tulajdonságot, a gyakorlati felhasználásuk bevezetése előtt rendkívül óvatosnak kell lenni, nagyon gondosan mérlegelni kell a takarmánybiztonsági és az élelmiszer-biztonsági kockázatok mellett, a környezetvédelmi veszélyeket is. Az első balesetekről már az amerikai sajtó is beszámolt. Golf pályák részére olyan fűvet állítottak elő, amely ellenáll a gyomnövények pusztítására használt vegyszereknek. Ez a tulajdonság átkerült a GM fű 3–4 km-es körzetében élő más fűfélékbe (*New York Times*, 2006). 2006. augusztus 19-i számában a *Washington Post* arról számolt be, hogy emberi fogyasztásra nem engedélyezett GM rizsszel szennyeződött az amerikai lakossági fogyasztásra szánt rizs (*Washington Post*, 2006).

Az élelmiszer-biztonsági kockázatok ellenőrzési rendszere

Mivel az állati eredetű élelmiszerek biztonsága és a takarmánybiztonság között szoros kapcsolat van, könnyű belátni, hogy a biztonságos élelmiszer-előállítás a takarmány-előállítással kezdődik és az egész termelési folyamatot a talaj, a növény, az állat és az ember összefüggés-rendszerben értelmezi. Ebből

következik, hogy a takarmány-előállítást is az élelmiszer-előállításban bevezetett minőségbiztosítási rendszerben kell végezni. A jó élelmiszer-biztonság gyakorlata feltételezi az alábbi irányelvek bevezetését.

- GAP (Good Agricultural Practice – jó mezőgazdasági gyakorlat),
- GHP (Good Hygienic Practice – jó higiéniai gyakorlat),
- GMP (Good Manufacturing Practice – jó gyártási gyakorlat),
- HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points – a kockázatanalízis kritikus kontrollpontjai).

A HACCP-rendszer olyan (élelmiszerbiztonsági) rendszer, melyben az egészség vezetőinek és dolgozóinak kötelessége azt átgondolni, tudatosítani, hogy veszélyeztetheti-e a fogyasztót az általuk készített termék, ha igen, akkor hogyan, és mit kell tenni a veszély elhárítására. A HACCP rendszer alapvető lépései takarmány előállítás esetén a következők:

- A lehetséges kockázat felismerése;
- A gyártási folyamat megfigyelése, a kritikus ellenőrző pontok megállapítása érdekében;
- Megfelelő ellenőrző eljárás létrehozása;
- Figyelő rendszer/szolgálat bevezetése (monitoring);
- A megállapított kritikus szinttől való eltérés megszüntetésére, létre kell hozni egy eljárási tervet;
- Létre kell hozni a rendszer működését tanúsító eljárási rendszert.

Az élelmiszer-terrorizmus

2001. szeptember 11-i terrortámadást követő anthrax fenyegetések ráirányították a figyelmet a hagyományostól eltérő, biológiai és/vagy kémiai módszerekkel végrehajtott terrorcselekmények lehetőségére. Minden országnak, közösségnek alapvető érdeke, hogy felkészüljön a biológiai/kémiai terrorizmus elhárítására. Az esetleges támadás kockázatának meghatározása, a kockázat karakterének felismerése, a szóba jöhető betegségek és halálesetek, gazdasági és politikai következmények felbecsülése mind élelmiszer-biztonsági, mind nemzetbiztonsági szempontból fontos, azonban meghaladja e dolgozat kereteit.

IRODALOM

- ANTSZ(2004): IV. Európai környezet és egészség miniszteri konferencia, 8. Az élelmiszerbiztonság megteremtésének környezet-egészségügyi szempontjai. Az élelmiszerekben előforduló legfontosabb környezeti szennyező anyagok. <http://www.antsz.hu/oki/4min/html/118.html>
- Berek, L. – Pető, I.B. – Mesterházy, Á. – Téren, J. – Molnár, J.(2001): Effect of mycotoxins on human immune functions *in vitro*. *Toxicology in vitro*, 15. 25–30.
- CEC(2000): White Paper on Food Safety (2000): Commission of the European Communities. Brussels, COM, 719 final.
- CFSAN(2006): Dioxin Analysis Results/Exposure Estimates. CFSAN/Office of Plant & Dairy Foods March 2004; Updated November 2004, June 2005, and June 2006. www.cfsan.fda.gov/~lrd/dioxdata.html
- D'Mello, J.P.F.(2002): Contaminants and toxins in animal feeds. <http://www.fao.org/agrippa/publications/ToC3.htm>
- D'Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C.(1998): Fungal toxins as disease elicitors. In: Environmental toxicology: current developments. Ed.: Rose, J., Amsterdam, The Netherlands, Gordon and Breach Sci. Publishers, 253–289.

- D'Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C. – Cochrane, M.P.(1993): A preliminary study of the potential for mycotoxin production in barley grain. *Aspects of Applied Biology*, 36. 375–382.
- EPCR(2004): European Parliament and Council Regulation 1831/2003, applicable as
- FAO(1997): Animal feeding and food safety (FAO Food and nutrition paper – 69). Report of an FAO Expert Consultation, Rome, <http://www.fao.org/docepw/w8901e00.htm>
- FAO(2000): Food Safety and Quality as Affected by Animal Food (2000): Twenty Second FAO Regional Conference for Europe. Porto, Portugal
- FAO/WHO(2000): Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology. <http://www.fao.org/es/esn/ffod/gmreport.pdf>. *Med.*, 33. 657–681.
- Harvey, R.B. – Anderson, R.C. – Young, C.R. – Swindle, M.M. – Gempvse, L-K. – Hume, M.E. – Droleskey, R.E. – Farrington, L.A. – Ziprin, R.L. – Nisbet, D.J.(2001): Effects of feed withdrawal and transport on cecal environment and *Campylobacter* concentrations in a swine surgical model. *J. Food Protect.*, 64. 5. 730–733.
- Honstead, J.P. – Dreesen, D.W. – Stubblefield, R.D. – Shotwell, O.L.(1992): Aflatoxins in swine tissues during drought conditions: an epidemiological study. *J. Food Protect.*, 55. 182–186.
- Kovács, F.(1998): A környezet szennyeződése penészgombákkal és mikotoxinokkal. In: Agrártermelés, környezetvédelem, népegészségügy. (szerk): Kovács F., „Magyarország az ezredfordulón” stratégiai kutatások az MTA-n
- Kovács, J. – Szieberth, I.(2005): Élelmiszer-higiéna – élelmiszer-biztonság. 2. Követelmények – felelősség. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 127. 314–315.
- Lacszay, P.(2004): Állati eredetű élelmiszereink kémiai-toxicológiai biztonsága. 1. Állatgyógyszer- és peszticidmaradékok élelmiszer-toxicológiai jelentősége. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 126. 167–175.
- Mesterházy, Á.(2002): A mikotoxinok és az élelmiszer-biztonság, a megoldás lehetőségei. A táplálkozástudomány és az élelmiszerbiztonság aktuális kérdései. Az MTA Kémiai Tudományok Osztályának 2002. májusi közgyűléséhez kapcsolódó tudományos ülései. www.kfki.hu/chemonet/osztaly/eloadas/mesterhazya.html
- New York Times* (2006): *New York Times* (August 16, 2006.)
- Novick, R.P.(1981): The development and spread of antibiotic-resistant bacteria as a consequence of feeding antibiotics to livestock. *Ann. NY. Acad. Sci.*, 368. 23–59.
- Patterson, D.S.P. – Glancy, E.M. – Roberts, B.A.(1980): The 'carry over' of aflatoxin M₁ into the milk of cows fed rations containing a low concentration of aflatoxin B₁. *Food Cosmet. Tox.*, 18. 35–37.
- Rafai, P.(1998): A toxinszennyezés előfordulása és jelentősége Magyarországon. 78–111. In: Mikotoxinok a táplálékláncban. (szerk): Kovács, F., „Magyarország az ezredfordulón” Stratégiai kutatások az MTA-n
- Sawinsky, J. – Halász, A. – Borbíró, N. – Mácsai, G.(1989): A sertéshús mikotoxin tartalmának vizsgálata. *Élelmezési Ipar*, 43. 298–299.
- Sheuer, R.(1989): Investigation into the occurrence of ochratoxin A. *Fleischwirtschaft*, 69. 1400–1404.
- Sova, Z. – Fibir, J. – Reisnerova, H. – Mostechy, J.(1990): Aflatoxin B₁ residue in muscle and organs of pigs reared in the pig fattening testing station. *Sbornik Vysoke Skoly Zemedelske v Praze, Fakulta Agronomica. Rada B, Zivocisna Vyroba*, 52. 3–8.
- Szigeti, G.(1997): Az állategészségügyi jelentőségű gombák. (Az állatorvosi mikológia alapja). Egyetemi jegyzet. Kiadó: Europharma, Budapest, 95.
- Szigeti, G.(2006): A Magyar Zoonózis Társaság Konferenciája, Szombathely, (a kiadvány megjelenés alatt)
- Washington Post* (2006): *Washington Post Staff Writer*; Page A07.
- Zomborszky-Kovács, M. – Kovács, F. – Horn, P.(2000): Toxic substances in the food chain – Risk assessment. *Agriculture*, 6. 12–15.

Érkezett: 2006. szeptember
 Szerző címe: Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
 Author's address: Szent István University, Faculty of Veterinary Science
 H-1077 Budapest, István u. 2.

TAKARMÁNYOZÁS ÉS A TEJ MINŐSÉGE

SCHMIDT JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

Az állati eredetű élelmiszerek összetételét a monogasztrikus állatok esetében eredményesen lehet takarmányozással a humán igényekhez közelíteni. A tej összetétele ezzel szemben nehezebben módosítható ilyen módon, ami a bendőben zajló mikrobás fermentációval áll összefüggésben. A tejszír zsírsavösszetételének módosítását a bendőben folyó bakteriális biohidrogénezés nehezíti. A tej telítetlen zsírsavtartalma takarmányozással ugyan növelhető, de az n-3 és n-6 zsírsavak mennyisége a tejszírban csak kismértékben változtatható. A biohidrogénezés során transz zsírsavak is keletkeznek, amelyek élettani hatásairól ma még megoszlik a kutatók véleménye.

A tejben található konjugált linolsavak közül a c9,t11-C18:2 változat nagyszámú állatkísérlet eredményei szerint kifejezett antikarcinogén hatású. A tej c9,t11-C18:2 tartalma takarmányozási módszerekkel növelhető, ehhez azonban olyan takarmányozási technológiákat szükséges kialakítani, amelyek a tej transz-C18:1 tartalmát a konjugált linolsavénál kisebb mértékben növelik.

Takarmányozással a tej α -tokoferol tartalma is növelhető, a konverzió azonban nagyobb adagú kiegészítés esetén gyenge.

SUMMARY

Schmidt, J.: FEEDING AND MILK QUALITY

The nutrient composition of foods of animal origin can be altered by dietary manipulations in monogastric animals to meet the consumers' needs. On the other hand, it is more complicated to change the composition of milk because of the microbial fermentation in the rumen. For instance, the biohydrogenation by rumen bacteria makes difficult to modify the unsaturated fatty acid content of milk. Although the unsaturated fatty acid concentration in milk can be increased by nutrition, the amount of milk n-3 and n-6 fatty acids can only be increased slightly. There are *trans* fatty acids produced during the biohydrogenation as well, but their metabolic role is not yet clearly understood by scientists.

Among the conjugated linoleic acids present in milk, the *cis*-9, *trans*-11-C18:2 form has a clear anticarcinogenic effect, which has been proven by the results of many animal trials. The *cis*-9, *trans*-11-C18:2 concentration in milk can be increased by dietary manipulations, and the feeding method should increase the *trans*-C18:1 content less compared with the rise in the milk conjugated linoleic acid content.

The α -tocopherol content of milk can be increased by nutritional ways as well, but the conversion has a low efficiency in case of large supplementation.

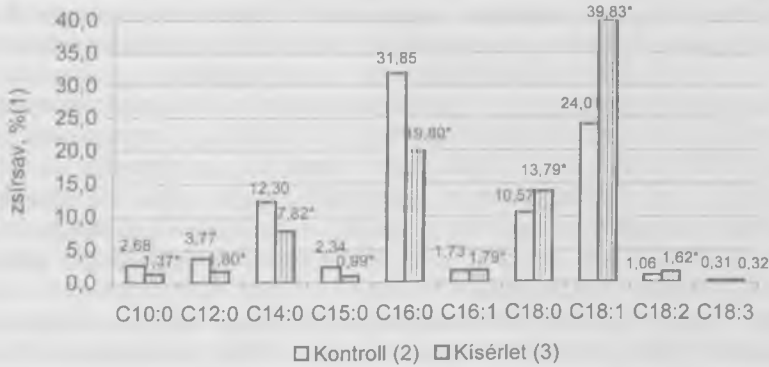
Az utóbbi másfél évtizedben felerősödtek azok a törekvések, hogy az állati eredetű élelmiszerek összetételét takarmányozás útján közelítsék a humán igényekhez. A legtöbb kísérletet az élelmiszerek zsírsavösszetételének módosítása, továbbá vitamintartalmának növelése céljából végezték. A monogasztrikus állatok esetében a kísérletek többsége pozitív eredménnyel zárult, ugyanis csaknem valamennyi monogasztrikus gazdasági állatfaj (sertés, brojlercsirke, tojótyúk, liba, házinyúl) termékeiben sikerült a zsírsavösszetételt takarmányozással érdemben módosítani és lehetséges volt a termékek vitamintartalmát is növelni.

A kérődzők esetében ezzel szemben kevésbé voltak sikeresek a kísérletek, ami a bendőben zajló mikrobás erjedésre vezethető vissza. A mikrobás fermentáció során ugyanis a bendőbe kerülő táplálóanyagok jelentős része lebomlik, átalakul és más kémiai formában áll az állatok rendelkezésére, mint ahogyan azt a takarmány tartalmazta.

Tejelő tehenekkel is számos kísérletet végeztek a tej zsírsavösszetételének módosítására. A kísérleteket az motiválta, hogy a tejsír zsírsavösszetétele nem minden tekintetben felel meg a legújabb táplálkozási ajánlásoknak. Így pl. az új ajánlás telített zsírsavakból maximálisan mintegy 10%-ot tart szükségesnek (Antal és Gaál, 1998). Ezzel szemben a tejsír zsírsavainak a tehenek takarmányozásától függően 66–72%-a telítetlen zsírsav. További kifogás a tejszírral kapcsolatban, hogy a szükségesnél kevesebb többszörösen telítetlen zsírsavat (PUFA), főleg kevés α -linolénsavat tartalmaz. A tej kis PUFA tartalma a bendőben zajló mikrobás bihidrogénezéssel áll összefüggésben. A takarmánnyal a bendőbe jutó trigliceridek ugyanis először hidrolizálódnak, majd a szabad zsírsavak telítődnek. Ezért, ha a tejsír telítetlen zsírsav hányadát takarmányozás útján érdemben növelni kívánjuk, úgy a zsírokat ettől a folyamatától meg kell védeni. Ezt a védett zsírok egyik csoportjának, Ca-szappanoknak az etetésével tudjuk megtenni. A hidrogenált zsírok döntően telített zsírsavakat tartalmaznak, ezért ezek etetése eleve kedvezőtlen a tejsír zsírsavösszetételére. Bizonyos fokú védettsége van a full-fat magvak zsírjának, mert annak hidrolizise, illetve biológiai hidrogénezése csak késleltetve, a zsírokat körbevevő keményítő matrix bendőbeli lebomlását követően játszódhat le. Az 1. ábra adatai is azt igazolják, hogy Ca-szappan etetésével érdemben növelhető a tejsír telítetlen zsírsav hányada. Az adatok azonban arra is felhívják a figyelmet, hogy a tej PUFA tartalmának jelentős növelése még Ca-szappan etetésével sem lehetséges. A Ca-szappanok bendőbeli stabilitása ugyanis függ attól, hogy mennyi telítetlen zsírsavat tartalmaznak, mert az a telítetlen zsírsav hányadának növekedésével csökken. A nagy telítetlen zsírsavhányadú (70–80%) és egyben sok linolsavat (50–55%) tartalmazó Ca-szappanok bendőbeli stabilitása 60–65% körüli, amiből következően, telítetlen zsírsavainak — benne a linolsavnak — jelentős része biológiai hidrogénezéssel több lépésben olajsavvá (C18:1), illetve sztearinsavvá (C18:0) alakul át.

A nagy telítetlen zsírsavhányadú Ca-szappanok részleges bihidrogénezése során transz zsírsavak is keletkeznek, amelyek természetesen a tejben is megjelenhetnek. Ezt igazolják az 1. táblázat adatai, amelyek egy nagy telítetlen zsírsavhányadú (90%) és egyúttal sok α -linolénsavat (58%) tartalmazó Ca-szappan etetésének a tejsír zsírsavösszetételére gyakorolt hatását mutatják be.

1. ábra: Napraforgóolaj alapú Ca-szappan etetésének hatása a tejszír fontosabb zsírsavainak alakulására



A kontroll értékekhez viszonyítva: min. *P<0,05(4)

Fig. 1.: Effect of feeding Ca-soap made from sunflower oil on the fatty acid composition of milk fat fatty acid(1), control group(2), experimental group(3), levels of significance compared to control: *P<0,05(4)

1. táblázat

Lenolajalapú Ca-szappan etetésének hatása a tejszír zsírsavösszetételére (Ribács és Schmidt, 2006)

Zsírsav, %(1)	Kontroll(2)	Kísélet(3)
	csoport(4)	
Kaprinsav (C10:0)	2,80±0,25	1,81±0,01*
Laurinsav (C12:0)	5,11±0,71	2,60±0,46***
Mirisztinsav (C14:0)	13,67±1,53	10,10±1,15***
Mirisztoleinsav (C14:1)	1,85±0,37	1,48±0,40NS
Pentadekánsav (C15:0)	1,34±0,12	1,28±0,05NS
Palmitinsav (C16:0)	35,57±2,80	23,13±2,56***
Palmitoleinsav (C16:1)	1,97±0,32	2,04±0,42NS
Margarinsav (C17:0)	0,85±0,02	0,70±0,02***
Sztearinsav (C18:0)	8,32±1,34	8,42±2,06NS
Transz C18:1	0,43±0,11	1,13±0,25***
Olajsav (C18:1-c9)	17,08±3,07	22,57±3,20***
Linolsav (C18:2 – c9,c12)	3,78±1,14	4,76±1,70NS
CLA (C18:2 – c9,t11)	0,23±0,03	1,02±0,19***
Linolénsav (C18:3)	0,37±0,14	0,83±0,34***
Eikosaénsav (C20:1)	0,26±0,01	0,84±0,05**
Arachidonsav (C20:4)	0,18±0,03	0,26±0,4NS
Egyéb nem azonosított zsírsav(5)	6,19±2,13	17,03±5,52***

* P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

Table 1.: Effect of feeding Ca-soap made of linseed oil on the fatty acid composition of milk fat fatty acid(1), control(2), experimental(3), group(4), not identified fatty acids(5)

Mint látható, a tej α-linolénsav tartalma, a szappan jelentős α-linolénsav hányada ellenére is csak kismértékben növekedett meg. Az ok, ebben az esetben is, a szappan nem kielégítő stabilitása miatt bekövetkező biohidrogénezés. Megállapítható az adatok alapján az is, hogy a biohidrogénezés közbülső termékeként transz-C18:1 zsírsavak is keletkeztek. Hagemeister és Voigt (2000) a

takarmány zsírral történő kiegészítésekor ugyancsak transz zsírsavak megjelenését figyelték meg a tejszírből.

A transz zsírsavak hatásáról megoszlik a kutatók véleménye. A transz C18:1 zsírsavak egyik káros hatásának azt tartják, hogy csökkentik a tej zsírtartalmát. Ezt hivatkozott kísérletünkben mi is megfigyeltük, ugyanis a nagy α -linolénsav tartalmú Ca-szappant fogyasztó csoport tejének zsírtartalma (2,42%) 1,16 abszolút %-kal volt kisebb a kontroll csoport tejében mért zsírnál (3,58%). A transz zsírsavak tejszír csökkentő hatását más szerzők is igazolták (Baumgard és mtsai, 2000, Männer, 2002, Várhegyi és mtsai, 2004). Gaynor és mtsai (1994) kísérletében napi 700 g, transz zsírsavakban gazdag zsír etetésekor 0,86 abszolút %-kal csökkent a tej zsírtartalma. A vizsgált zsír valamennyi transz-C18:1 izomert tartalmazta.

Egyes irodalmi adatok szerint nem minden transz-C18:1 változat csökkenti a tej zsírtartalmát. Így pl. Rindsig és Schultz (1974) kísérletében napi 25 g elaidinsav (t9-C18:1) adagolása nem csökkentette a tej zsírtartalmát. Baumgard mtsai (2000), valamint Männer (2002) véleménye szerint a vakcénsavnak (t11-C18:1) sincs ilyen hatása. Szerintük a tejszír csökkenésért a t10-C18:1 tehető felelőssé.

A különböző transz-C18:1 izomereknek az emberi egészségre gyakorolt hatása ma még vitatott kérdés. Mensink és Zock (1998) véleménye szerint a napi élelem transz zsírsavtartalmának 1 en%-kal történő növekedésekor 1 mg/dl értékkel nő az LDL koleszterin mennyisége. Ezzel szemben Williams (2000) azon az állásponton van, hogy az eddig rendelkezésre álló humán kísérletek vajmi kevés bizonyítékot tartalmaznak arra vonatkozóan, hogy a transz zsírsavak növelnék a szív- és érrendszeri betegségek előfordulásának kockázatát. Hagemester és Voigt (2000) véleménye ugyancsak az, hogy ma még nincs elegendő adatunk a különböző transz-C18:1 izomerek elkülönített hatásáról. Egyes szerzők szerint a növényi eredetű olajokból származó transz izomerek fogyasztásakor nőtt a koszorúér megbetegedések száma, míg az állati eredetű élelmiszerek transz zsírsavainak esetében nem volt ilyen összefüggés kimutatható (Willett és mtsai, 1993). A fennálló számtalan bizonytalanság ellenére a tej transz zsírsavtartalmát sok országban maximálják.

Az utóbbi évtizedben kerültek az érdeklődés középpontjába a konjugált linolsavak, amelyek a természetben csak a kérődző állatok bendőjében keletkeznek, és ebből következően, csak a kérődzők termékeiből készült élelmiszerekben fordulnak elő érdemleges mennyiségben. A monogasztrikus állatok szervezetében, illetve a belőlük készült élelmiszerekben található kismennyiségű konjugált linolsav a kérődzőkből származik (pl. tejport tartalmaz malactápszert etetése), de az sem zárható ki, hogy a monogasztrikus állatok béllakó baktériumai között is vannak olyanok, amelyek képesek a linolsavból konjugált linolsavat előállítani (Parodi, 1994). A különböző konjugált linolsav izomereket a kérődzők bendőjében élő egyik baktérium, a *Butyrivibrio fibrisolvens* állítja elő a takarmányokkal a bendőbe jutó linolsav biohidrogénezésével.

A konjugált linolsavak közül a legnagyobb mennyiségben a c9,t11-C18:2 izomer keletkezik a bendőben, ennek megfelelően ez a változat fordul elő a legnagyobb mennyiségben a tejben is (Ha és mtsai, 1987; Griinari és Bauman, 1999; Parodi, 1999) és ennek a változatnak tulajdonítják a legkifejezettebb antikarcinogén hatást. A konjugált linolsavak rákellenes hatására Pariza és

Hargraves (1985) figyeltek fel először. Azóta nagyszámú állatkísérlet eredménye erősítette meg az említett megfigyelést. Ha és mtsai (1987) szerint a bőrrák és gyomorrák, Ipp és mtsai (1991) szerint pedig az emlőrák kialakulásának gyakoriságát csökkenti. Schultz és mtsai (1992) úgy találták, hogy a konjugált linolsav mérsékeli a melanóma és a vastagbélrák kifejlődését.

A konjugált linolsav említett kedvező hatásainak ismeretében számos kísérlet végeztek annak megállapítására, hogy lehet-e a tej konjugált linolsavtartalmát takarmányozással érdemben növelni. Dhiman és mtsai (1996) azt találták vizsgálataik során, hogy a legeltetett tehenek tejének konjugált linolsavtartalma szignifikánsan nagyobb a szilázst és szénát fogyasztó tehenek tejének c9,t11-C18:2 tartalmánál. Precht és Molketin (2000) 12 EU országból származó tejminták vizsgálata során arra a megállapításra jutottak, hogy jelentős különbség áll fenn a nyári és a téli takarmányozási körülmények között termelt tej c9,t11-C18:2 tartalma között, nevezetesen a legeltetési idényben termelt tej konjugált linolsavtartalma (1,4 g/100 g zsír) számottevő mértékben meghaladta a télen fejt tej c9,t11-C18:2 tartalmát (0,4 g/100 g zsír). Saját vizsgálatainkban ugyancsak azt tapasztaltuk, hogy zöldlucerna etetésekor több konjugált linolsavat tartalmaz a tej, mint téli takarmányadag etetésekor (2. táblázat). Az említett eredmények arra vezethetők vissza, hogy a zöldtakarmányok jelentős mennyiségű linolénsavat tartalmaznak. A zöldlucerna nyerszsírjában pl. 30–35%, a gyp nyerszsírjában 40–45%, a zöld silókukorica zsírjában pedig 45–50% α-linolénsav található.

2. táblázat

Zöldlucerna etetés hatása a tej konjugált linolsavtartalmára

	Téli takarmányadag etetésekor(1)	Zöldlucerna etetésekor+(2)
Tejtermelés, kg/nap(3)	39,2±4,27	41,5±5,83***
Tejzsír, %(4)	3,73±0,30	3,81±0,24*
Tejjel termelt tejzsír, g/nap(5)	1456,5±152,7	1583,7±253,6**
c9, t11-C18:2, mg/g tejzsír(6)	3,49±0,61	5,49±1,02*
g/tehén/nap(7)	130,0±24,9	209,3±41,8***

*P < 0,05, **P < 0,01, ***P < 0,001; +zöldlucerna a napi adagban: 8,0 kg(8)

Table 2.: Effect of feeding fresh alfalfa on the CLA content of milk diet of cows without fresh alfalfa(1), diet of cows with fresh alfalfa(2), milk production, kg/day(3), milk fat, %(4), milk fat production, g/day(5), cis-9, trans-11 C18:2, mg/g milk fat(6), g/cow/day(7), +feeding 8 kg/day fresh alfalfa(8)

Növelhető a tej konjugált linolsavtartalma a sok linolsavat tartalmazó full-fat szójabab és full-fat gyapotmag etetésekor, illetve napraforgóolajjal végzett kiegészítés esetén (Kelly és mtsai, 1998; Dhiman mtsai, 1999), Stanton és mtsai-nak (1997) full-fat repcemag etetésével sikerült a tej konjugált linolsavtartalmát növelni. Ismertek adatok arra vonatkozóan is, hogy a takarmány nyersrost-, illetve keményítőtartalma is befolyást gyakorol a tej konjugált linolsavtartalmára. (Kelly és Bauman, 1996; Jiang és Kamal-Eldin, 1998).

A tej konjugált linolsavtartalmának növelése céljából végzett kísérletek azal a tanulsággal jártak, hogy a konjugált linolsavtartalom növekedés mellett nőtt a tej transz- C18:1 zsírsavtartalma is (Dhiman és mtsai, 1995; Jiang és mtsai, 1996; Jahreis és mtsai, 1997; Lavillonnière és mtsai, 1998). Solomon és

mtsai (2000) $R^2=0,77$ erősségű összefüggést találtak a tejszír konjugált linolsav és transz-C18:1 zsírsavtartalma között.

A szoros összefüggés *Jahreis és mtsai* (1997) szerint azzal magyarázható, hogy a konjugált linolsav c9,t11-változata a t11-C18:1 zsírsav fontos prekursora. Ugyanakkor az is ismert, hogy a t11-C18:1 zsírsavnak mintegy a 33%-a a Δ^9 -deszaturáz enzim segítségével a tőgyben c9,t11-konjugált linolsav változattá tud alakulni. A tej konjugált linolsavtartalmának mintegy 61–78%-a endogén eredetű (*Corl és mtsai*, 2000).

Tekintettel arra, hogy a transz-C18:1 zsírsavaknak az ember egészségére, továbbá a tej zsírtartalmára gyakorolt hatása a korábbiakban kifejtettek szerint még több tekintetben tisztázatlan, a tej konjugált linolsavtartalmát oly módon célszerű növelni, hogy közben a tej transz zsírsavtartalma ne lépje túl a tej javasolt transz-zsírsavtartalmát. Erre *Hagemeister és Voigt* (2000) szerint van lehetőség. A rendelkezésre álló irodalmi adatok azt igazolják, hogy a legeltetés, a zöldtakarmányok etetése, a szalastakarmány-abrak arány helyes beállítása, jó bendőbeli stabilitású védett zsírok etetése lehetővé teszik az említett zsírsav-összetételű tej előállítását.

A tej jelentős mennyiségű zsírban és vízben oldódó vitamint tartalmaz, ennek ellenére az ember szükséglete csak tejjel nem fedezhető. Így pl. 100 g tejszír átlagosan 3 mg tokoferolt tartalmaz, míg a humán igény naponta mintegy 10–12 mg (*Szakály*, 2001). Ebből kiindulva kísérletben vizsgáltuk (*Schmidt és mtsai*, 2000), hogy takarmányozással milyen mértékben növelhető a tej tokoferol tartalma. A kiegészítés céljára nem szintetikus úton előállított dl- α -tokoferol-acetátot, hanem egy a növényolaj-iparban keletkező mellékterméket, a zsírsavpárlatot használtuk, ennek α -tokoferol tartalma ugyanis kg-ként 16–19 g között változik. Azért, hogy a zsírsavpárlat α -tokoferol tartalma a bendőfermentáció során ne bomoljon le, a melléktermékből Ca-szappant állítottunk elő, amelyből a kísérleti szakaszban naponta 700 g-ot etettünk a tehennel. Az előállított Ca-szappan kg-ként 11,28 g α -tokoferolt tartalmazott, így a napi 700 g-os Ca-szappan adaggal 7,89 g α -tokoferolhoz jutottak a tehének. A tej α -tokoferol tartalmára vonatkozó adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze. Ezekből megállapítható, hogy a kísérleti szakaszban a tejszír α -tokoferol 100 g tejszírban 1,18 mg-mal (relatíve 52,9%-kal) növekedett a kontroll szakaszban termelt tej zsírához képest.

Minthogy a kísérleti szakaszban a tehének tejszír termelése kismértékben növekedett, a napi tejjel leadott α -tokoferol mennyisége 12,14 mg-mal (relatíve 56,9%-kal) volt több a kísérleti szakaszban. Annak ellenére, hogy a relatív növekedés tekintélyes, a konverzió azonban rossz. A gyenge konverzió nemcsak zsírsavpárlatból készült Ca-szappan átlagosnál kisebb bendőbeli stabilitásával áll összefüggésben, hanem feltehetően az is szerepet játszik benne, hogy nagy vitamindózis esetén rossz a hasznosítás hatásfoka. Ezt látszanak igazolni *Engelmann* (1999) eredményei, aki nagy adagú E-vitamin kiegészítés esetén (20 000 mg/kg takarmány) tojtyúkokkal végzett kísérletben ugyancsak gyenge (1%-os) konverziót állapított meg.

3. táblázat

 α -tokoferol kiegészítés hatása a tej α -tokoferol tartalmára

	Kontroll(1)	Kísérleti(2)
	szakasz(3)	
Tejtermelés, kg/nap(4)	30,00±3,69	30,05±4,19
Tejzsír, %(5)	3,71±0,59	3,80±0,58
Termelt tejzsír, g/nap(6)	1113,00±224	1142,00±208
Termelt α -tokoferol, mg/100 g zsír(7)	2,23±0,43	3,41±0,52***
mg/nap(8)	24,82	38,94

***P<0,001

Table 3.: Effect of alpha-tocopherol on the alpha-tocopherol content of milk control(1), experimental(2), period(3), daily milk, kg/day(4), milk fat, %(5), milk fat production, g/day(6), alpha-tocopherol production, mg/100 g milk fat(7), mg/day(8)

Az eddig tárgyalt kísérleti eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a tej összetételét — mindenekelőtt a tejzsír zsírsavprofilját — érdemben módosítani csak olyan takarmányozási módszerekkel, speciális takarmányokkal (pl. jó bendőbeli stabilitású védett zsirokkal) lehetséges, amelyek tekintettel vannak a bendőben zajló mikrobás fermentáció sajátosságaira.

IRODALOM

- Antal, M. – Gaál, Ö.*(1998): Többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége a táplálkozásban. Orvosi Hetilap, 139. 1153–1158.
- Baumgard, L.H. – Corl, B.A. – Dwyer, D.A. – Sacho, A. – Bauman, D.E.*(2000): Identification of conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. Am. J. Physiol., 278. 179–184.
- Corl, B.A. – Baumgard, L.H. – Dwyer, D.A. – Griinari, J.M. – Phillips, B.S. – Bauman, D.E.*(2000): The role of delta 9 desaturase in the production of cis9, trans11 CLA and other delta desaturated fatty acids in milk fat. J. Anim. Sci., 78. Suppl. 164.
- Dhiman, T.R. – Helmink, E.D. – McMahon, D.J. – Fife, R.L. – Albright, K. – Tolosa, M.X.*(1999): Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. J. Dairy Sci., 82. 412–419.
- Dhiman, T.R. – Zanten, K.V. – Satter, L.D.*(1995): Effect of dietary fat source on fatty acid composition of cows milk. J. Sci. Food Agric., 69. 101–107.
- Dhiman, T.R. – Anand, G.R. – Satter, L.D. – Pariza M.W.*(1996): Dietary effect on conjugated linoleic acid content of cows milk. 87th AOCS Ann. Meet. Expo, USA
- Engelmann, D.*(1999): Einfluss hoher Vitamin-E Supplemente auf Legehennen und deren Nachkommen. PhD Thesis, Tierärztliche Hochschule, Hannover
- Gaynor, P.J. – Erdman, R.A. – Teter, B.B. – Sampugna, J. – Capuco, A.V. – Waldo, D.R. – Hamosh, M.*(1994): Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows. J. Dairy Sci., 77. 157–165.
- Griinari, J.M. – Bauman, D.E.*(1999): Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Advances in conjugated linoleic acid research. Eds.: Yurawecz, M.P. – Mossoba, M.M. – Kramer, J.K.G. – Pariza, M.W. – Nelson, G.J., Champaign, Illinois, AOCS Press, Vol. 1. 180–200.
- Ha, Y.L. – Grimm, N.K. – Pariza, M.W.*(1987): Anticarcinogens from fried ground beef: heat-alternated derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8. 1881–1887.
- Hagemeister, H. – Voigt, J.*(2000): Dietary influence on desirable fatty acid composition in milk fat of dairy cows. Proc. 9th Int. Symp. Anim. Nutr., Kaposvár, 29–50.
- Ip, C. – Scimeca, J.A. – Pariza, M.W.*(1991): Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. Cancer Res., 51. 6118–6124.
- Jahreis, G. – Fritsche, J. – Steinhart, H.*(1997): Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. Nutr. Res., 17. 1479–1484.

- Jiang, J. – Björck, L. – Fondén, R. – Emanuelson, M.(1996): Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J. Dairy Sci.*, 79. 438–445.
- Jiang, J. – Kamal-Eldin, A.(1998): Comparing methylene blue photosensitized oxidation of methyl-cojugated linoleate and methyl linoleate. *J. Agric. Food Chem.*, 46. 923–927.
- Kelly, M.L. – Bauman, D.E.(1996): Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manufact.*, Rochester NY. 68–74.
- Kelly, M.L. – Berry, D.A. – Dwyer, J.M. – Griinari, J.M. – Chouinard, P.Y. – Amburgh, M.E.W. – Bauman, D.E.(1998): Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, 128. 881–885.
- Männer, K.(2002): Pansengeschtzte Fette für Milchrinder. *Kraftfutter*, 10. 386–394.
- Mensink, R.P. – Zock, P.L.(1998): Lipoprotein metabolism and trans fatty acids. In: *Trans fatty acids in human nutrition.* (Eds.): Sebedio, J.L. – Christi, W.W., The Oily Press, Ltd. Dundee, Scotland, 217–234.
- Pariza, M.W. – Hargraves, W.A.(1985): A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumours by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Carcinogenesis*, 6. 591–593.
- Parodi, P.W.(1994): Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenetic fatty acid present in milk fat. *J. Dairy Techn.*, 49. 93–97.
- Parodi, P.W.(1999): Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agens of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, 82. 1339–1349.
- Precht, D. – Molketin, J.(2000): Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*, 55. 12. 687–691.
- Ribács, A. – Schmidt, J.(2006): Lenolaj alapú Ca-szappan felhasználása a tehéntej zsírsavösszetételének módosítására. *Acta Agronomica Óváriensis*, 48. 1. 73–86.
- Rindsig, R.B. – Schultz, L.H.(1974): Effect of abomasal infusions of safflower oil or elaidic acid on blood lipids and milk fat in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 57. 12. 1459–1466.
- Schmidt, J. – Sipőcz, P. – Sipőcz, J.(2000): Védett zsír hatása a bendőfermentációra és felhasználása a nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásában. *Allattenyésztés és Takarmányozás*, 49. 2. 139–154.
- Schultz, T.D. – Chew, B.P. – Seaman, W.R. – Luedecke, L.O.(1992): Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and β -carotene on the *in vitro* growth of human cancer cells. *Cancer Lett.*, 63. 125–133.
- Solomon, R. – Chase, L.E. – Ben-Ghedalla, D. – Bauman, D.E.(2000): The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full-fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 83. 1322–1329.
- Stanton, C. – Lawless, F. – Kjellmer, G. – Harrington, D. – Devery, R. – Connolly, J.F. – Murphy, J.(1997): Dietary influences on bovine milk cis-9,trans-11-conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.*, 62. 1083–1086.
- Szakály, S.(2001): *Tejgazdaságtan.* Dinasztia Kiadó, Budapest
- Várhegyi, J. – Várhegyi, I. – Fébel, H. – Juhász, Z.(2004): Tejszírtartalom és a tejszír összetétele. *Proc. XXX. Óvári Tudományos Napok*, 96.
- Willett, W.C. – Stampfer, J.M. – Manson, J.E. – Colditz, G.A. – Speizer, F.E. – Rosner, B.A. – Sampson, L.A. – Hennekens, C.H.(1993): Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *Lancet*, 341. 581–586.
- Williams, C.M.(2000): Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zotech.*, 49. 165–180.

Érkezett: 2006. szeptember
Szerző címe: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar
Author's address: University of West Hungary, Faculty of Agriculture
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 2.

A TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A SERTÉS- ÉS NYÚLHÚS MINŐSÉGÉRE ÉS BIZTONSÁGÁRA

MÉZES MIKLÓS — TÓTH TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerbiztonság, az állati jólét és a környezetvédelem a modern állattenyésztés legfontosabb problémái. A sertés és nyúl kutatásoknak konkrét válaszokat kell adniuk azokra a kérdésekre, amelyek arra irányulnak, hogy az új állattenyésztési rendszereket, ebbe beleértve a takarmányozást is milyen módon kell átalakítani az állati jólét és a fogyasztók által felvetett újabb igények kielégítése érdekében. A takarmányozás úgy alkalmazkodik ezekhez az új igényekhez, hogy módosítja a jelenlegi szabványokat és olyan új takarmány összetevőket választ ki, amelyek felhasználásával minél inkább a fogyasztói igényeknek megfelelő hús állítható elő. A sertés- és nyúltakarmányozás jelenleg folyó kutatásainak az eredményei azt mutatják, hogy van lehetőség a technológiák engedelmények nélküli olyan módosítására, amely egyaránt megfelel a sertés- és nyúlhússal szemben támasztott biztonsági, technológiai és fogyasztói követelményeknek.

SUMMARY

Mézes, M. – Tóth, T.: EFFECT OF NUTRITION ON THE QUALITY AND SAFETY OF PIG AND RABBIT MEAT

Food safety, animal welfare and environmental issues are vital aspects in modern animal husbandry. Pig and rabbit research is attempting to give concrete answers to these needs by concentrating studies on the development of new animal husbandry systems, including animal feeding which are in tune with animal welfare and modern needs of the consumer. Nutrition is being adapted to fit these new needs, by modifying present standards and selecting raw ingredients, which are useful for production of meat which is close to consumer demands. The current research in pig and rabbit shows that husbandry systems can be modified without compromising which meet with the safety, technological and consumer requirements for pig and rabbit meat.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedek takarmányokkal összefüggő botrányai, illetve a nutritív antibiotikumok teljes betiltása miatt szükségessé vált egyes állati termékek, így a sertés- és nyúl-hús minőségének és biztonságos voltának újraértelmezése is. A biztonságos élelmiszer-előállítás teljes folyamatának nyomon követésére az Európai Unió megalkotta egyrészt az élelmiszerbiztonság „Fehér Könyvét” (*Commission of the European Communities*, 2000), majd megjelent az élelmiszer szabályozás egységes szerkezetbe foglalt rendelkezése (178/2002 EK) is, amelynek előzménye volt már 1962 óta, a FAO és a WHO égisze alatt működő Codex Alimentarius Bizottság által folyamatosan megújított Codex Alimentarius. Ez viszont csak az élelmiszerek, de nem a teljes élelmiszerlánc, főképp higiéniai szabályrendszerét alkotta meg. A FAO ugyanakkor már 1997-ben részletesen foglalkozott a takarmányhigiénia és az élelmiszerbiztonság kérdéseivel (*Orriss*, 1997). Az EU, a korábbiaknál tágabb szabályrendszere értelmében a fogyasztó egészségére nézve bizonyítottan káros anyagokat nem tartalmazó, tehát biztonságos élelmiszer csak azonos kritériumoknak megfelelő takarmányokat fogyasztó állatok termékeiből állítható elő. Ennek viszont alapfeltétele, hogy a sertés és a nyúl takarmányozására csak ellenőrzött alapanyagokat, kiegészítő takarmányokat, illetve takarmány kiegészítőket használhatnak fel. A takarmányok minőségével kapcsolatban a korábbi takarmányozási, technikai és biztonsági minőség mellett, megjelent az etikai minőség kategóriája. Ez utóbbi fogalom értelmében az élelmiszer alapanyag előállítás céljából tartott állatok takarmányai nem tartalmazhatnak GMO növényi alapanyagokat, sugárkezelt takarmánykomponenseket, valamint a tej- és tejtermékek, valamint a haliszt kivételével, állati eredetű alapanyagokat sem (*Pinotti és mtsai*, 2005). A takarmányok minősége természetes módon befolyásolja az állati termék és az abból előállított élelmiszer alapanyag, illetve élelmiszer minőségét is. Az élelmiszerek minősége ma már abból a szempontból is lényeges, hogy a táplálkozástudomány koncepcióváltása következtében, napjainkban az élelmiszerek tápláló hatásuk mellett, egyúttal a betegség megelőzés eszközei is, az ún. funkcionális élelmiszerek révén.

A húsminőség komplex értelmezése

A takarmány minősége mellett, a termék, jelen esetben a hús előállítás szempontjából, kiemelkedően fontos jelentősége van a hús minőségének is. A húsminőség komplex kategória, amely számos módon, a termelő, a feldolgozó, a kereskedő és végül a fogyasztó szempontjából is értelmezhető (*Dalle Zotte*, 2002). Szoros értelemben vett húsminőségen, az izomban a post mortem kialakuló biokémiai változások eredményeképpen létrejövő azon fiziko-kémiai tulajdonságok összességét értik, amelyek befolyásolják az élvezeti értéket éppúgy, mint a veszteségeket, a mikrobiológiai stabilitást, valamint egyes technológiai szempontból lényeges tulajdonságokat (*Ábrahám*, 2004). A sertés és a nyúlhús között lényeges különbség a minőség szempontjából, hogy a vágást megelőző és követő műveletek, valamint a feldolgozás technológiája a sertés esetében esetenként lényeges (*Ábrahám és mtsai*, 2005), míg a nyúlhúsban csak elhanyagolható mértékű változásokat (*Ouhayoun*, 1992) idéznek elő.

A technológiai műveleteknek, illetve ezek nem szakszerű végrehajtásának jelentős szerepe van a hús mikrobiológiai minősége szempontjából is, mivel a bakteriális kontamináció jelentős része nem a termelés során, hanem a vágóüzemben bekövetkező kereszt-kontamináció eredménye (Zanon és mtsai, 1998). A termelő és a feldolgozó számára is kiemelt fontossággal bír az ún. étkezési minőség. Ebből a szempontból a sertés esetében meghatározó lehet a szalonna vastagsága, vagy a hús márványozottsága, míg a sertés és a nyúl esetében egyaránt a hús színe, illetve a szín intenzitása, valamint a hús porhanyóssága és lédúsága is. A hús színét is befolyásoló, a sertés esetében fontos különböző húshibák, így a PSE vagy DFD jelleg, összefüggnek a hús víztartó képességével, amelynek hátterében a vágást követően bekövetkező pH változások állnak (Ábrahám, 2004). A hús kémhatásának hatása van a húsok táplálkozási, élelmiszerbiztonsági és technológiai tulajdonságaira is. Táplálkozási szempontból a pH érték hirtelen változása (általában csökkenése) csökkentheti egyes biológiailag aktív anyagok mennyiségét, befolyásolhatja a potenciálisan patogén baktériumok szaporodásának intenzitását éppúgy, mint a hús víztartalmát a vízkötő képességen keresztül (Gasztonyi és Lásztity, 1993).

A takarmányok minősége és biztonsága

A komplex módon értelmezett húsminőség optimalizálása érdekében, a sertés- és nyúltakarmányozásban komoly kihívásokkal kell szembenézniük a takarmánygyártóknak és az állattartóknak egyaránt. A magasabb hozamok elérése, az állatok táplálóanyagokkal szemben támasztott igényeinek kielégítése érdekében, napjainkban már nem csupán az állatok makro-, de mikro táplálóanyagok iránti igényeit is a legteljesebb mértékben ki kell elégíteni. További problémákat vet fel, hogy például a sertéstakarmányozásban korábban sikeresen és hatékonyan alkalmazott állati eredetű zsír-, illetve fehérjehordozók, valamint a potenciálisan patogén baktérium számát is gyérítő, de egyúttal hozamfokozó hatású nutritív célú antibiotikumok használatát, a nyulak részére ma még engedélyezett kokcidiosztatikumok kivételével, az elmúlt időben, az EU országokban betiltották (Ziggers, 2002). A kokcidiosztatikumok alkalmazásával kapcsolatban azonban utalni kell arra, hogy ezzel csökkenthető ugyan a kokcidiózis előfordulása, ennek révén az elhullások és a májkobzások aránya, de ezen vegyületek felhalmozódása, a húsban — és a májban — a kimutatható reziduumok mennyisége, a jelentős mértékű akkumuláció miatt, komoly probléma lehet (Facchin és mtsai, 1998).

A takarmányozás hatása a húsminőségre

A hústermelés mennyiségének optimalizálása, illetve a húsok minőségi tulajdonságainak kedvező irányú befolyásolása megvalósítható ugyan takarmányozással, de jól ismert, hogy például nyulak húsának a minősége csak az egyes táplálóanyagok mennyiségének jelentős mértékű megváltoztatásával változtatható meg érdemi mértékben (Xiccato, 1999). A hústermelés és a húsminőség szempontjából egyes táplálóanyagok közül kiemelt fontosságú a fehérje és ezen belül a megfelelő aminosav ellátás. A szükségletnek megfelelő nyersfehérje, illetve esszenciális aminosav mennyiség, a nyulak takarmányozásában,

növényi eredetű fehérje hordozókkal teljes mértékben kielégíthető, sőt a termék minőségének javítása érdekében alkalmazott többlet fehérje bevitel akár súlyos emésztőszervi megbetegedésekhez is vezethet (*Fraga és mtsai*, 1983). A sertés takarmányozásban azonban, a növényi eredetű fehérjehordozók részleges aminosav hiánya, illetve az egyes esszenciális aminosavak nem optimális aránya miatt, az állati eredetű fehérjehordozók felhasználásának korlátozása miatt folyamatos aminosav kiegészítés is szükséges (*Hegedűs*, 1990) (1. táblázat).

1. táblázat

Néhány takarmány nyersfehérje és limitáló aminosav tartalma (%)

Takarmány(1)	Nyersfehérje(2)	Lysin	Methionin	Cystin
Kukorica(3)	8,5	0,26	0,18	0,18
Búza(4)	13,3	0,37	0,21	0,30
Árpa(5)	9,2	0,35	0,16	0,35
Borsó(6)	22,0	1,60	0,25	0,34
Full-fat szója(7)	35,5	2,25	0,53	0,54
Extr. szója(8)	44,0	2,69	0,62	0,66
Halliszt(9)	72,0	5,74	2,16	0,72

Table 1.: Crude protein and limiting amino acid content of some feed components feed(1), crude protein(2), corn(3), wheat(4), barley(5), pea(6), full-fat soybean(7), extracted soybean meal(8), fish meal(9)

A hústermelő állatok fehérje, illetve aminosav hiányát azonban nem csak a takarmány abszolút fehérje, illetve aminosav hiánya idézheti elő, de arra, különösen a sertés esetében hatással van a fehérje emészthetősége is. Ezt a problémát a nyúl coecotrophiája részben kompenzálni képes, mivel a vakbélben mikrobiális fehérjévé alakuló meg nem emésztett takarmány fehérje, a coecotroph bélsáron keresztül részben hasznosul (*Garcia és mtsai*, 1995). A nyersfehérje emészthetőségének érdekében gyakran alkalmazott hidrotermikus eljárásokkal kettős hatás érhető el. Részben javul a fehérje emésztés hatékonysága, másrészt az ilyen kezelések egyúttal jelentősen javítják a takarmányok mikrobiológiai állapotát is, mivel sterilizáló hatásúak, így például a takarmányok *Salmonella* fertőzöttsége is csökkenthető ilyen módon.

A nyersfehérje mennyisége és emészthetősége mellett annak beépülése az állati termékbe szintén lényeges kérdés. Ez oly módon javítható, hogy az aktuális szükségletnek megfelelő ellátás mellett a fehérje/energia arányt is optimalizálni szükséges. Megfelelő mennyiségű aminosav ugyanis csak optimális arányban jelenlévő energia segítségével épülhet be. Húsnyulak esetében az energia ellátás a takarmányok hatékonyan fermentálható rostkiegészítésével javítható (*Vernay*, 1987), sertések esetében azonban a vakbélben zajló rostbontásból származó energia csak kisebb arányban járul hozzá az állatok energia ellátottságához (*Close és Cole*, 2003). A fehérje/energia arányának módosításával tehát a fehérje beépülés mértéke, ezzel a hús táplálkozási minősége is befolyásolható. A befolyásolásnak azonban főképp nyulak esetében határt szab a korábban már említett fehérje túladagolásból adódó emésztőszervi probléma (*Fraga és mtsai*, 1983).

Az energia kiegészítésnek számos módja terjedt el, ebbe beletartoznak a közepes energiataralmú gabona magvak éppúgy, mint a koncentráltabb állati

zsírok, illetve növényi olajok. Az EU rendelkezések értelmében utóbbiak alkalmazása terjed. Ebben az esetben viszont két, nyulak esetében három problémával kell szembenézni. Egyrészt a növényi olajok egy részének energia tartalma elmarad (2. táblázat) a korábban alkalmazott állati zsírokétól (*Chwalibog*, 1995). Másrészt az állati zsírok zömében telített zsírsavakat tartalmaztak, míg a növényi olajok zsírsavtartalma nagyrészt telítetlen. A telített és telítetlen zsírsavak emészthetőségének mértéke, különösen nyúl fajban nagymértékben eltérő. Míg ugyanis a telítetlen zsírsavak felszívódásának aránya közel 100 %, addig a telített zsírsavaké ennél lényegesen kisebb (*Maertens*, 1998). A felszívódott, eltérő telítetlenségű, és szénatom számú, zsír-savak hatására megváltozik az alkalmazott kiegészítő függvényében a hús zsírsav összetétele úgy nyulak (*Cavani és mtsai*, 1996; *Szabó és mtsai*, 2004a), mint sertések esetében (*Wood és mtsai*, 1999; *Morel és mtsai*, 2006). Megjegyzendő ugyanakkor, hogy az egyes zsírsavak beépülésének mértéke a növekedési intenzitásra történő szelekció függvényében eltérő lehet úgy a sertések (*Cameron és mtsai*, 2000), mint a nyulak (*Ramirez és mtsai*, 20005) esetében.

2. táblázat

Néhány energiahordozó takarmány energiataralma

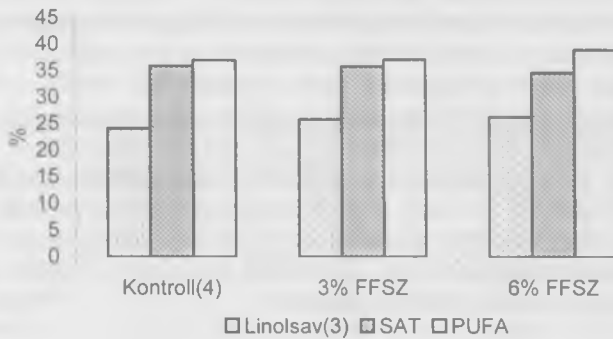
Takarmány(1)	BE, MJ/kg(2)
Kukorica(3)	16,15
Búza(4)	15,86
Árpa(5)	15,77
Full-fat szója(6)	22,46
Extr. szójadara(7)	17,36
Halliszt(8)	18,95
Állati zsírok(9)	39,26
Kukoricaolaj(10)	39,39
Szójaolaj(11)	39,39
Repceolaj(12)	26,81
Napraforgó olaj(13)	40,41
Lenolaj(14)	39,21

Table 2.: Gross energy content of some feed components
feed(1), GE content(2), corn(3), wheat(4), barley(5), full-fat soybean(6), extracted soybean meal(7), fishmeal(8), animal fats(9), corn oil(10), soy oil(11), canola oil(12), sunflower oil(13), linseed oil(14)

A takarmányozás intenzitása — extenzív vs. intenzív — szintén befolyásolja a húsok zsírsav összetételét, mégpedig úgy, hogy az extenzív módon takarmányozott állatok húsának eltérő összetételű és általában nagyobb volt a telítetlen zsírsav tartalma úgy a sertések (*Gundel és mtsai*, 2005), mint a nyulak (*Pla és mtsai*, 2006) esetében. A funkcionális ételmiszer koncepció értelmében az ilyen takarmányozással kedvező irányban növelhető a húsok n-3, főként az EPA (C20:5, n-3) és DHA (C22:6, n-3) zsírsav tartalma, amely megfelelő arányban alkalmazva a humán egészségvédelem szempontjából kiemelt jelentőségű (*Bourre*, 2005). A sertéshússal szemben, a nyúlhúsban kimutatható az EPA és a DHA (*Combes és Dalle Zotte*, 2005). Ennek mennyisége a nyúlhúsban olyan takarmány összetevőkkel, amelyek jelentős mennyiségben tartalmazzák az n-3 zsírsav család kiindulási vegyületét, az α -linolénsavat, például a lenolaj, tovább növelhetők. Az általánosan alkalmazott olaj-kiegészítők, így például a full-fat

szója, vagy a szójadara ugyanakkor a linolsav, azaz az n-6 zsírsavak mennyiségét növelik (1. ábra), ahogy arra egy nyulakkal végzett vizsgálat eredményei is utalnak (Cavani és mtsai, 1996).

1. ábra: Full-fat szója kiegészítés hatása a nyúlhús zsírsav összetételére (összes zsírsav %-ában)



3% FFSZ=3% full-fat szója kiegészítés(1), 6% FFSZ=6% full-fat szója kiegészítés(2), linolsav(3), SAT=telített zsírsavak(4), PUFA=többszörösen telítetlen zsírsavak(5)

Fig. 1.: Effect of full-fat soybean supplementation on the fatty acid composition of rabbit meat
3% FFSZ=3% full-fat soybean supplementation(1), 6/FFSZ=6% whole soybean supplementation(2), linoleic acid(3), SAT=saturated fatty acids(4), PUFA=polyunsaturated fatty acids(5)

Egy hazai vizsgálat során ugyanakkor megállapították, hogy a nyúl-hizlalás során a takarmányhoz 1%, illetve 2% mennyiségben adagolt lenolaj segítségével javítható a húsmínőség, ezen belül a hús zsírsav összetétele (3. táblázat) is (Zsédely és mtsai, 2006).

3. táblázat

Lenolaj kiegészítés hatása a nyúl combhús zsírsavösszetételére (összes zsírsav %-ában)

	SFA (1)	MUFA (2)	PUFA (3)	n-3	n-6	Linolsav (4)	Linolénsav (5)
Kontroll(6)	41,49±1,18	30,57±1,50	26,29±1,56	5,09±0,64	20,89±1,12	20,21±1,14	4,77±0,65
1% lenolaj(7)	28,52±1,15*	24,64±1,59*	45,66±1,95*	13,67±1,14*	31,69±1,27*	31,02±1,20*	13,25±1,19*
2% lenolaj(8)	28,52±1,80*	24,05±1,24*	46,25±2,68*	15,31±1,22*	30,69±2,03*	30,13±1,94*	14,91±1,20*

SFA=telített zsírsavak; MUFA=egyszeresen telítetlen zsírsavak; PUFA=többszörösen telítetlen zsírsavak; * P<0,05

Table 3.: Effect of linseed oil supplementation on the fatty acid composition of rabbit limb meat (in % of total fattyacid)

SFA=saturated fatty acids(1), MUFA=monounsaturated fatty acids(2), PUFA=polyunsaturated fatty acids(3), linoleic acid(4), α -linolenic acid(5), control(6), 1% linseed oil(7), 2% linseed oil(8)

Az is megállapítást nyert (Eiben és mtsai, 2006), hogy lenolaj-kiegészítés hatására az étkezési minőség szempontjából is kedvezőbb lett úgy a nyúlhús, mint a zsírdepók színe és állaga is (4. táblázat). Korábbi vizsgálatok során ugyanis megállapították, hogy a fogyasztó, a nyúl-hús esetében, a depózsír alapján ítéli meg annak frissességét (Grunert és mtsai, 2004), ami a lenolaj

kiegészítés hatására kedvezőbb, azaz világosabb, kevésbé vörös és sárgás árnyalatú lett. A hús színe ugyanakkor szintén jelentős mértékben és kedvező irányban változott a lenolaj kiegészítés hatására, mivel nyúlhús esetében a kevésbé vörös szín a kívánatos.

4. táblázat

Lenolaj kiegészítés hatása a nyúlhús és a vese körüli zsír színére

		Kontroll(1)	1% lenolaj(2)	2% lenolaj(3)	P
Gerinchús színe(4)	L*	53,40	50,80	49,70	0,001
	a*	-0,39	0,55	1,38	0,002
	b*	4,36	5,48	5,84	0,001
Combhús színe(5)	L*	53,00	50,80	51,20	0,008
	a*	3,93	3,49	3,24	0,857
	b*	6,32	6,01	5,89	0,050
Vese körüli zsír színe(6)	L*	73,20	76,60	74,40	0,001
	a*	6,36	4,69	7,62	0,020
	b*	12,00	12,70	14,40	0,001

L*=világosság (nagyobb L érték=világosabb szín); a*=vörös tónus (nagyobb a-érték=vörösebb szín) b*=sárga tónus (nagyobb b-érték=sárgább szín)(7)

Table 4.: Effect of linseed oil addition on the colour of rabbit meat and fat around kidney control(1), 1% linseed oil(2), 2% linseed oil(3), colour of *m. lonmgissimus dorsis*(4), colour of *m. femoris*(5), colour of perirenal fat(6), L*=higher value paler; a*=higher value reddish; b*=higher value yellowish(7)

A fent említett kísérletben elvégezték a nyúlhús organoleptikus vizsgálatát is. A húst 5 pontos skála alapján értékelték (5. táblázat). Megállapították, hogy a lenolaj kiegészítés hatására általában javult a nyúlhús megítélése mindkét elkészítési forma (pörkölt, sült) esetében (Zsédely és mtsai, 2006). A zsírsav összetételnek a nyúlhús esetében kiemelt fontosságú szerepe van az étkezési minőség szempontjából abban a tekintetben is, hogy a nyúlhús „vad” íze nagyrészt a zsírsavösszetétel függvénye (De Carlo, 1998).

5. táblázat

Lenolaj kiegészítés hatása a nyúlhús organoleptikus megítélésére

Tulajdonság(1)	Kontroll(2)	1% lenolaj(3)	2% lenolaj(4)
Pörkölt(5)			
Allag(6)	4,30	4,39	4,09
Illat(7)	4,04	4,35	4,09
Szín(8)	4,28	4,33	4,37
Íz(9)	3,78	4,30	4,09
Összbenyomás(10)	3,90	4,24	4,05
Sült(11)			
Allag(6)	4,43	4,45	4,36
Illat(7)	4,36	4,09	4,14
Szín(8)	4,59	4,32	4,41
Íz(9)	4,18	4,05	4,14
Összbenyomás(10)	4,15	4,15	4,20

Table 4.: Effect of linseed addition on the organoleptic characteristics of rabbit meat characteristic(1), control(2), 1% linseed oil(3), 2% linseed oil(4), stew(5), texture(6), smell(7), colour(8), taste(9), general impression(10), roasted(11)

A nagyobb telítetlen zsírsav tartalom miatt viszont csökken mind a nyúlhús (Szabó és mtsai, 2004b), mind a sertéshús (Sheppard és mtsai, 1992; Morel és mtsai, 2006) oxidatív stabilitása. Emiatt a hús érlelése és feldolgozása közben kellemetlen íz és zamatanyagok képződhetnek, zömében az oxidációkor keletkező Maillard termékek révén (Gandemer, 1998). Az oxidált zsirokat tartalmazó hús, mint alapanyag emiatt kedvezőtlen irányban és esetenként jelentős mértékben hat az abból előállított húsipari termékek minőségére is (Sumo és mtsai, 2005). Ezek a kedvezőtlen hatások viszont E-vitamin adagolással, különösen hosszabb távú hűtött tárolás során kivédhetők, amint azt egy nyúlhús oxidatív stabilitásával kapcsolatos korábbi vizsgálat eredményei (Lo Fiego és mtsai, 2004) is mutatják (6. táblázat). Emiatt a zömében telítetlen zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítés mellett jelentős mértékben megnő az állatok E-vitamin szükséglete (Lund, 2001).

6. táblázat

A nyúlhús E-vitamin tartalma és malondialdehid tartalma közötti korreláció értékének változása hűtve tárolás (+4 °C) során

Izom(1)	Tárolási idő, nap(2)		
	3	6	8
<i>M. longissimus dorsi</i>	-0,08	-0,39**	-0,57**
<i>M. quadriceps femoris</i>	-0,15	-0,47**	-0,67**

** P<0,01

Table 6.: Changes of the coefficient of correlations between vitamin E and malondialdehyde content of rabbit meat during chilling (at +4 °C) muscle (1), storage time (days) (2); level of significance (3)

Az ásványianyag-ellátás, ezen belül a mikroelemek javasolt szintje a sertés takarmányozásban folyamatos korrekciókon ment át az elmúlt évtizedekben, mivel azok szintjének meghatározása során ma már tekintetbe veszik az állat korát, ivarát, termelési szintjét, valamint az ásványi anyag forrását és biológiai hozzáférhetőségét is. Az Európai Unió ugyanakkor környezetvédelmi és humán egészségügyi szempontokat figyelembe véve maximalizálta néhány mikroelemnek a sertés takarmányokban megengedhető szintjét. A sertések húsmínőségét viszont, más tényezők mellett, a takarmányok mikroelem tartalma is befolyásolja. Ezek közül a szelén csökkenti a csepegési veszteséget, valamint kedvezően befolyásolja a húsok színét és oxidatív stabilitását is (Close, 2002). Emellett növelhető a húsok szeléntartalma is, amelynek révén funkcionális élelmiszer állítható el (Surai és mtsai, 2005). A króm hatására ugyanakkor megnő a hús márványozottsága (Mézses, 2002).

Takarmányok mikotoxin szennyezettsége és az élelmiszerbiztonság

A sertés- és a nyúlhús előállítása során jelentős problémát jelenthet, hogy a termelők az ellenőrzött takarmányok mellett, vagy helyett, nem, vagy nem folyamatosan ellenőrzött, illetve ellenőrizetlen forrásból származó takarmányokat is felhasználnak. A lehetséges élelmiszerbiztonsági veszélyek, illetve ártalmak között jelentős tényező az élelmiszerek toxikológiai biztonsága, ezen belül a mikotoxinok jelenléte. A mikotoxinok, mint lehetséges élelmiszerbiztonsági koc-

kázati tényezők annak ellenére lényegesek, hogy a jelenleg érvényben lévő szabályozás konkrét határértékeket általában nem határoz meg a különböző mikotoxinokra vonatkozóan a húspan. Ennek oka az, hogy a világ legtöbb országában, így hazánkban is, néhány mikotoxin kivételével (pl. aflatoxin, patulin, ochratoxin) a növényi eredetű élelmiszerekre és a takarmányokra vonatkozóan is csak ajánlások állnak rendelkezésre. A takarmányok, ezen belül a sertés- és nyúltakarmányok mikotoxin szennyezettségére vonatkozóan néhány évvel ezelőtt jelent meg az MTA Állatorvos-tudományi Bizottságának állásfoglalása (2003). A sertés- és nyúlhús esetében tekintetbe kell venni azt a tény is, hogy a mikotoxinokkal még tolerálható mennyiségben szennyezett takarmányt fogyasztó állatokból származó termékek folyamatos fogyasztása, a mikotoxinok egyes szervekben való akkumulációja révén, már potenciális élelmiszerbiztonsági kockázatot jelenthet (Diaz, 2005). Ennek mennyisége még a tolerálható koncentráció feletti mennyiség esetében is sokszor rejtve marad, mivel nem feltétlenül jár egyértelmű tünetekkel, a termelés kiesés mértéke sem mindig jelentős és a vágóhídi minősítés során sem lehet erre utaló elváltozásokat kimutatni. A mikotoxinokkal kapcsolatos szükséges azt is megemlíteni, hogy sem az élelmiszeripari technológiai, sem a konyhai feldolgozási műveletek során alkalmazott hőmérsékleten nem bomlanak el. A húspan jelenlévő mikotoxin mennyisége, így gyakorlatilag érintetlen formában és mennyiségben jut a fogyasztóhoz.

A hazai sertés- és nyúltakarmányokban gyakrabban előforduló mikotoxinok közül eddig mindössze néhány esetében mutattak ki jelentős mértékű akkumulációt a húspan, illetve a belső szervekben (WHO/FAO, 2001). A potenciálisan karcinogén hatású aflatoxinok jelentik világszerte a legsúlyosabb élelmiszerbiztonsági problémát. Akkumulációja ugyan főképp a tejben és a tojásban lehet jelentős, de a májban és az izomban is felhalmozódhat folyamatosan nagy mennyiségben való felvétele esetén. A szervezetben azonban viszonylag gyorsan metabolizálódik, ezért a szennyezett takarmányok etetését követően 5–7 nappal, mennyisége már elhanyagolható a húspan és a húspani termékekben. Az ochratoxin kisebb humán egészségügyi kockázatot jelent, de hatása esetenként rendkívül súlyos is lehet. Az állati szervezetben elsősorban a májban és a vesében akkumulálódik, a húspan mennyisége minimális. Ennek ellenére egyes országokban, így például Dániában, a sertésmájak és a vesék maximálisan 15 µg/kg ochratoxin A-t tartalmazhatnak, míg ha ezek mennyisége a 25 µg/kg értéket eléri az egész karkasz kobzásra kerül (Mousing és mtsai, 1997). Élelmiszerbiztonsági szempontból lényeges lehet hazai viszonyaink között a patulin is, bár a nagyüzemi technológiában alkalmazott sertés- és nyúltakarmányok általában nem szennyezettek. Akkumulációja a húspan gyors és jelentős mértékű, így a takarmányokban való megjelenése után, a húspan és húspani termékeken keresztül, potenciális veszélyforrás lehet. A hazai sertés- és nyúltakarmányozás gyakorlatában komoly károkat okoznak a *Fusarium* toxinok, amelyek közül kiemelésre fontosak a gyakoriság szempontjából a zearelenon (F-2 toxin), a T-2 toxin valamint a deoxinivalenol (DON). A *Fusarium* toxinokkal szennyezett takarmány fogyasztása a sertésekben (Rafai és mtsai, 1995) és a húspanulakban (Mézes és Weber, 2005) ugyan súlyos tüneteket okozhat, de a húspan és a húspani termékekben azonban nem vagy csak nagyon kis mennyiségben található meg.

IRODALOM

- Ábrahám, Cs.(2004): A sertésés minőségét befolyásoló genetikai, takarmányozási és perimortális tényezők. Állattenyésztés és Takarmányozás, 53. 6. 555–570.
- Ábrahám, Cs. – Balogh, K. – Weber, M. – Seenger, J. – Mézés, M. – Fébel, H. – Szűcs, E. – Ender, K.(2005): Fleischwirtschaft International, 2. 10–12.
- Bouerre, J.M.(2005): J. Nutr. Health & Aging, 9. 232–242.
- Cameron, N.D. – Enser, M. – Nute, G.R. – Whittington, F.M. – Penman, J.C. – Fiskén, A.C. – Perry, A.M. – Wood, J.D.(2000): Meat Sci., 55. 187–195.
- Cavani, C. – Zucchi, P. – Minelli, G. – Tolomelli, B. – Cabrini, L. – Bergami, R.(1996): Proc. 6th Wrlrd Rabbit Congr., Toulouse, 1. 127–133.
- Chwalibog, A.(1995): Nutritive value and nutrient requirements of animals. The Royal Vet. Agric. Univ., Copenhagen, 125.
- Close, W.H.(2002): Proc. Alltech's 18th Ann. Symp., Lexington, 401–407.
- Close, W.H. – Cole, D.J.A.(2003): Nutrition of sows and boars. Nottingham University Press, Nottingham, 377.
- Combes, S. – Dalle Zotte, A.(2005): Proc. 11émes Journées de la Recherche Cunicole, Paris 167–180.
- Commission of the European Communities(2000): "White paper on food safety", <http://europa.eu.int>.
- Dalle Zotte, A.(2002): Meat Sci., 75. 11–32.
- De Carlo, N.(1998): Proc. Workshop „Il coniglio nell'alimentazione: aspettative dei consumatori e opportunità per gli operatori". Padova, 1–13.
- Diaz, D. E. ed.(2005): The Mycotoxin Blue Book. Nottingham University Press, Nottingham, 349.
- Eiben, Cs. – Tóbiás, G. – Gódor, S-né – Végi, B. – Virág, Gy. – Zsédey, E. – Tóth, T. – Schmidt, J.(2006): Proc. 18. Nyúltenyésztési Tud. Nap, Kaposvár, 51–58.
- Facchin, E. – Zanón, F. – Ricci, A. – Zanforlin, G.P.(1998): Proc. 5émes Journées Recherche Cunicole, Lyon, 81–84.
- Fraga, M.J. – De Blas, J.C. – Pérez, E. – Rodriguez, J.M. – Perez, C.J. – Galvez, J.F.(1983): J. Anim. Sci., 56. 1097–1104.
- Gandemer, G.(1998): Proc. 44th ICoMST conference, Barcelona, 1. 106–111.
- García, J. – de Blas, J.C. – Carabaño, R. – García, P.(1995): Reprod. Nutr. Dev., 35. 267–275.
- Gasztonyi, K. – Lásztityi, R.(1993): Élelmiszerkémia 2, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 121–186.
- Grunert, K.G. – Bredahl, L. – Brunsø, K.(2004): Meat Sci., 66. 259–272.
- Gundel, J. – Hermán, I-né – Szelényiné Galántai, M. – Ács, T. – Regiusné Möcsényi, Á. – Borosné Györi, A. – Lugasi, A. – Csapó, J. – Szabó, P. – Mihók, S. – Bodó, I.(2005): A takarmányozás hatása a magyar nagyfehér x magyar lapály és szőke mangalica sertések hizlalási teljesítményére. 1. Közlemény: A takarmányozás hatása a különböző élőhelyen vágott sertések hizlalási teljesítményére és vágottájának minőségére. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. 6. 567–580.
- Hegedűs, M.(1990): Magyar Állatorvosok Lapja, 45. 261–266.
- Lo Fiego, D.P. – Santoro, P. – Macchioni, P. – Mazzoni, D. – Piattoni, F. – Tassone, F. – De Leonibus, E.(2004): Meat Sci., 67. 319–327.
- Lund, O.(2001): Pig Progress, 17. 8. 10–12.
- Maertens, L.(1998): Wrlrd. Rabbit Sci., 6. 341–348.
- Mézés, M.(2002): Takarmányozás, 5. 4. 15–16.
- Mézés, M. – Weber, M.(2005): Proc. 17. Nyúltenyésztési Tud. Nap, Kaposvár, 47–52.
- Morel, P.C.H. – McIntosh, J.C. – Janz, J.A.M.(2006): Asian-Australian J. Anim. Sci., 19. 431–437.
- Mousing, J. – Kyrval, J. – Jensen, T.K. – Aalbaek, B. – Buttenschon, J. – Svensmark, B. – Willeberg, P.(1997): Vet. Rec., 140. 472–477.
- MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága(2003): Mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52: 4. 393–396.
- Orriss, G.D.(1997): Emerging Infectious Diseases, 3. 4. 1–6.
- Ouhayoun, J.(1992): Cuni-Sci., 7. 1. 1–15.
- Pinotti, L. – Moretti, V.M. – Baldi, A. – Bellagamba, F. – Campagnoli, A. – Savoini, G. – Cantoni, C. – Dell'Orto, V.(2005): Outl. Agric., 34. 243–248.
- Pla, M. – Hernández, P. – Ariño, B. – Ramírez, J.A. – Diaz, I.(2006): Food Chem., 91. (in press)
- Rafai, P. – Bata, Á. – Ványi, A. – Papp, Z. – Brydl, E. – Jakab, L. – Tuboly, S. – Tury, E.(1995): Vet. Record, 136. 485–489.
- Ramírez, J.A. – Diaz, I. – Pla, M. – Gil, M. – Blasco, A. – Oliver, M.A.(2005): Food Chem., 90. 251–256.

- Sheppard, K.A. – Soler, M.P. – Brendemuhl, J.H. – Johnson, D.D. – McDowell, L.R.(1992): J. Anim. Sci., 70. Suppl. 1. 14.
- Sumo, C. – Caponio, F. – Bilancia, M.T.(2005): J. Sci. Food Agric., 85. 1171–1176.
- Surai, P.F. – Mézes, M. – Dvorska, J.E.(2005): A Hús, 15. 1. 28–34.
- Szabó, A. – Fébel, H. – Dalle Zotte, A. – Mézes, M. – Szendrő, Zs. – Romvári, R.(2004a): Italian J. Food Sci., 16. 69–77.
- Szabó, A. – Mézes, M. – Dalle Zotte, A. – Szendrő, Zs. – Romvári, R.(2004b): Meat Sci., 67. 427–432.
- Xiccato, G.(1999): Wrlld. Rabbit Sci., 7. 75–86.
- Vernay, M.(1987): Br. J. Nutr., 57. 371–378.
- WHO/FAO(2001): Safety evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Food Additive Series: 47, FAO Food and Nutr., 74. WHO, Geneva, 928.
- Wood, J.D. – Enser, M. – Fisher, A.V. – Nute, G.R. – Richardson, R.I. – Sheard, P.R.(1999): Proc. Nutr. Soc., 58. 363–382.
- Zanon, F. – Facchin, E. – Chiavegato, M.G. – Rossi, I. – Rizzo, A. – Rasetti, M. – Conte, L.(1998): Proc. 7èmes Journées Recherche Cunicole, Lyon, 85–88.
- Ziggers, D.(2002): Feed Tech, 6. 3. 8–9.
- Zsédely, E. – Tóth, T. – Eiben, Cs. – Tóbiás, G. – Gódor, S-né – Végi, B. – Virág, Gy. – Schmidt, J. (2006): Proc. 18. Nyúltenyésztési Tud. Nap, Kaposvár, 59–66.

Érkezett: 2006. augusztus

Szerzők címe: Mézes, M.: Szent István Egyetem, Takarmányozástani Tanszék

Authors' address: Szent István University, Department of Nutrition

H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Tóth, T.: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és

Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet

University of West-Hungary, Faculty of Agricultural and Food, Sciences,

Institute of Animal Science

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

IN MEMORIAM KÁLLAY KRISTÓF (1916–2006)

Dr. Nagykállói Kállay Kristóf 1916. december 7-én született Nyíregyházán. Édesapja, Kállay Miklós, földművelésügyi miniszter (1932–1935), majd miniszterelnök (1942–1944) volt a legnehezebb időkben, német koncentrációs tábor után, emigrációban halt meg az Egyesült Államokban. Édesanyja, Kállay Helén, Budapest ostroma alatt halt meg.

Kállay Miklós Moskovics Istvánt küldte ki Rómába, hogy ott a Nemzetközi Mezőgazdasági Intézet munkatársa legyen, ahol Moskovics felkarolta azokat a terveket, amelyek egy Európai Állattenyésztési Szövetség megalapításáról szóltak. Ebből azonban csak a második világháború befejezése után lehetett valóság. A szervezet (EÁSZ/FEZ/EAAP) megalakulásában, a svájci Engeler, a francia Leroy és az olasz Maymone professzorok mellett, Csukás Zoltánnak és Horn Artúrnek is döntő szerepe volt.

Ilyen előzmények és családi indíttatás után érthető, hogy Kállay Kristóf, az emigrációban, nemzetközi mezőgazdasági illetve állattenyésztési intézményekben dolgozott. Eredetileg diplomáciai pályára készült. Érettségi után államtudományi diplomát (1939) szerzett Budapesten, majd Bécsben a diplomáciai akadémián oklevelet kapott. A Lille-i Katolikus egyetem újságírói szakán is tanult. Ezután a Külügyminisztérium Sajtóosztályán, majd a Miniszterelnöki Hivatalban, mint magántitkár teljesített szolgálatot.

Apját és András testvérét Németországba, Miklós testvérét a Szovjetunióba hurcolták, ő pedig, a jezsuiták védelme alatt, vészelt át a háborút. 1946-ban, feleségével, Vásárhelyi Verával és két gyermekével, elhagyta az országot, és 1995-ig Rómában élt. Az ott töltött 50 év alatt otthon teremtett nemcsak a családjának, hanem az odavetődött honfitársaknak is, és munkájában elismerésre méltó karriert futott be.

Kállay Kristóf tehetségét és más irányú képzettségét kiválóan tudta kamatoztatni a nemzetközi mezőgazdaság, ezen belül az állattenyésztés nemzetközi szervezeteiben.

Az EÁSZ főtitkára volt 1951–1967 és 1976–1986 között. Nyugdíjazása után örökös tiszteletbeli taggá választották. 1965-1967-ig az Állattenyésztők Világszövetségének is főtitkára volt és az Európai Duna Bizottság főtitkári teendőit is betöltötte 1958–1967-ig. A FAO-ban, 1967 és 1978 között az Európai Osztályt vezette. Ezekben a szervezetekben rendkívül finom diplomáciai érzékkel, átfogó nyelvtudással (magyar, francia, angol, német, olasz) és egyéniségének varázsával át tudta hidalni az ellentéteket.

Az Európai Állattenyésztő Szövetség nemzetközi tekintélyének fokozásában döntő szerepe volt Kállay Kristófnak. Főtitkárságára a következetes költséggazdálkodás és a nagyszerű diplomácia volt jellemző, amellyel a nemzeti elfogultságot és érzékenységeket jól át tudta hidalni. Érdeme, hogy egyre több ország csatlakozott a Szövetséghez.

Elősegítette, hogy a magyar szakemberek is tudásuknak megfelelő pozícióba kerüljenek. Kétségtelen érdeme, hogy Magyarországot az elsők között vették fel a szervezetbe (1967) a Kelet-Európai országok közül, de az is, hogy a vezetőségben sokszor voltak magyarok és három alkalommal is nálunk tartották kongresszusukat.

Társadalmi szerepe is jelentős volt. 1943-ban lett máltai lovag, 1957-ben meghívták a Rend diplomáciai testületéhez, 1978 és 1997 között a Rend meghatalmazott minisztere, majd nagykövete volt a vatikáni Szentszék mellett. Itt is sokat segített honfitársain, többek között az 1956-os menekültek segélyezésében. A moldvai csángók érdekében is szót emelt. Ő vezette vissza Magyarországra a Máltai Lovagok Szövetségét.

1995-ben tért véglegesen haza, ahol szűkebb pátriája, Nyíregyháza és Kállósemjén, Nagykálló érdekében tett sokat, múzeumot alapított, közművelődési célokat támogatott.

2006. április 26-án, türelemmel viselt hosszú betegség után halt meg, 90 éves korában Budapesten.

Életpályájára érvényes a bethleni mondás: „amikor nem lehet megtenni, amit kell, akkor is meg kell tenni, amit lehet”.

A TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A KÉRŐDZŐK HÚSÁNAK MINŐSÉGÉRE

HUSVÉTH FERENC — PÁL LÁSZLÓ — MAGYAR B. LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A kérődzőhúsok fogyasztásának mértéke világviszonylatban és hazánkban is csökkenő tendenciát mutat. Ahhoz, hogy a kérődző-húsokból származó éves húsfogyasztás újra elérje a néhány évvel ezelőtti értéket, jelentős fejlesztést kell végrehajtani a minőség vonatkozásában.

A húsok minőségét nagymértékben befolyásolja az állatok takarmányozása. Ez a tanulmány ezért azokat a takarmányozással összefüggő tényezőket tárgyalja, amelyek a kérődzőhúsok minőségét legjobban befolyásolják. Áttekinti azokat a lehetőségeket, amelyek a vágott test összetételét határozzák meg. Tárgyalja azokat a takarmányozási tényezőket, amelyektől a hús biokémiai összetétele, különösen zsírsav-összetétele és CLA tartalma függ. Ezt követően a hús élvezeti értéket meghatározó minőségi tulajdonságok, szín, íz és szaghatások valamint a porhanyósság takarmányozási összefüggéseit mutatja be.

SUMMARY

Husvéth, F. – Pál, L. – Magyar, B.L.: NUTRITIONAL EFFECTS ON MEAT QUALITY OF RUMINANTS

The consumption of ruminant meat has been decreased lately. To stop this decrease and restore the level showed some years ago success will be required in the production of high quality meat to ensure consumer satisfaction.

Quality of meats significantly depends on the feeding and nutrition of the animals. For this reason this study discusses the nutritional factors highly influence the quality of the ruminant meats. At first, this review will focus on the effects of feeding, which influences the characteristics of the carcass. Then the nutritional factors, determine the biochemical composition of the meats are discussed. At last the sensory qualities of the meat are described focusing on the nutritional means, influencing the colour, flavour and tenderness, respectively.

BEVEZETÉS

A kérődzők húsa fontos jelentőséggel bír az emberiség táplálóanyag ellátásában. Energiatartalma kissé nagyobb, mint a sertés vagy a baromfifélék húsnak, fehérjetartalma közel azonos a sertésével, és benne különösen kiemelkedik a vas és a B vitamin csoport egyes tagjainak mennyisége a többi húsféléseghhez viszonyítva (1. táblázat). Hátrányai között említhető a lipidjeiben lévő telített és telítetlen zsírsavak kedvezőtlen aránya, koleszterintartalma, az általános hiedelmek ellenére, nem haladja meg a többi húsféléseget.

1. táblázat

Különböző állatfajok húsból készült sültszeletek kémiai összetétele (Favier és mtsai, 1995)

	Marha(1)	Sertés(2)	Csirke(3)
Energia, BE/KJ/100 g(4)	700	667	678
Fehérje, g/100 g(5)	28,1	28,8	56,4
Zsír, g/100 g(6)	6,0	4,8	6,2
Koleszterin, g/100 g(7)	0,06	0,07	0,09
Telített/telítetlen zsírsav(8)	0,86	0,61	0,43
Fe, mg/100 g	3,0	1,5	1,3
Niacin, mg/100 g	4,5	4,7	7,7
E-vitamin, mg/100 g	0,3	0,1	0,2
B ₆ -vitamin, mg/100 g	0,4	0,4	0,4
B ₁₂ -vitamin, mg/100 g	2,0	0,6	0,3
Folsav, mg/100 g(9)	15,0	6,0	8,0

Table 1.: Comparison of cooked meat composition of different animal species beef(1), pork(2), chicken(3), energy (GE)(4), protein(5), fat(6), cholesterol(7), fatty acids saturated/unsaturated(8), folacin(9)

A fejlett gazdasággal rendelkező országokban, a kérődző húsok, a teljes húsfogyasztás hozzávetőlegesen negyed részét teszik ki (2. táblázat). Hazánkban ez az érték a marha-, borjú- és juhhús összességében tekintve jóval kisebb; a 2004. évi adatok szerint 6% körül alakul (KSH, 2006). Abszolút számokban bemutatva, a marha- és borjúhús fogyasztása az 1980-ban elért 9,6 kg/fő értékről, 2004-re 3,9 kg/fő mennyiségre csökkent (1. ábra).

2. táblázat

Húsfogyasztás Magyarországon és az OECD² országokban

Állatfaj(1)	Magyarország ¹ (2)		OECD ²	
	kg	%	kg	%
Marha és borjú(3)	3,9	5,7	15,9	23,9
Sertés(4)	28,8	41,9	23,5	35,3
Baromfi(5)	32,3	46,9	25,2	37,9
Juh és kecske(6)	0,2	0,3	1,8	2,7
Összes húsfogyasztás(7)	68,8*	100,0	66,5	100,0

*Az összes hazai húsfogyasztás magába foglal még 2,6 kg belsőséget és 1,0 kg egyéb húsféléseget(8); ¹=KSH (2006); ²=Popp (2003)

Table 2.: Annual meat consumption in Hungary and OECD countries species(1), Hungary(2), cattle and veal(3), pork(4), poultry(5), sheep and goat(6), total meat consumption per year(7), *total annual meat consumption also includes 2,6 kg of chitterlings and 1,0 kg from other species(8)

1. ábra: Az egy főre jutó marha- és borjúhúsfogyasztás Magyarországon, 1980–2004 között

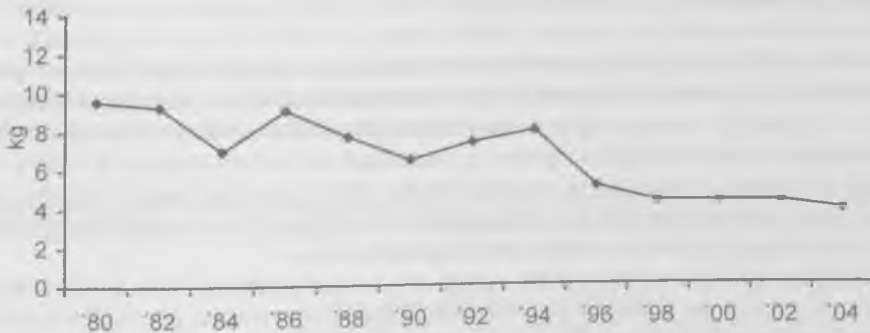


Fig. 1.: Beef and veal consumption per capita in Hungary, years 1980–2004

A csökkenés okát több tényezőre lehet visszavezetni. Bizonyos az, hogy a fehér húsok alacsonyabb ára és az étkezési szokások megváltozása jelentős szerepet játszott a kérődzőhúsok, főként a marhahús fogyasztásának csökkenésében. Az utóbbiakban említett ok eredője elsősorban az egészségesebb táplálkozás iránti igény növekedéséből fakad. A marhahús lipidjeit alkotó magasabb telített zsírsav és transz monoén zsírsavhányad, rizikó faktornak számít bizonyos szív- és érrendszeri betegségek, valamint daganatos elváltozások kialakulásához. A köztudatban a kérődzőhúsok koleszterin tartalmát alaptalanul magasabbnak gondolják, mint az valójában mérhető. Ez ugyancsak visszatartja a fogyasztókat a kérődzőhúsok étkezési célú felhasználásától. Hazánkban az alacsonyabb szintű kérődzőhús fogyasztásának egyik jelentős oka az is, hogy a jó minőségű marha-, borjú-, juh- vagy kecskehús alapvetően hiányzik a magyar boltokból. A kiváló értéket képviselő magyar vágómarhát külföldi piacokon értékesítik. A belföldi piacokra főként az alacsonyabb minőségű és élvezeti értékű állatok kerülnek. A vélt és valós hátrányukkal szemben, ugyanakkor a kérődzőhúsok több területen felülmúlják a fehérhúsokat. Gasztronómiai értékük kiemelkedő. A vas és néhány B vitamin-családba tartozó esszenciális vegyület koncentrációja jóval felülmúlja akár a sertés, akár a baromfi húsokét (1. táblázat). Az utóbbi években felfedezett, az állati szövetek lipidjeiben előforduló, daganatképződést gátló és egyéb gyógyhatású zsírsavak (CLA), legnagyobb mennyiségben ugyancsak a kérődzőkben található meg.

Ha azt akarjuk, hogy a fogyasztók bizalma a kérődzőhúsokkal szemben visszaálljon, és hogy a fogyasztás mértéke megközelítse, vagy túllépje az 1980. év szintjét, jóval nagyobb gondot kell fordítani a húsok minőségére. Mint más húsok esetében is, a kérődzőhúsok minőségét tenyésztési (genetikai), tartási és takarmányozási körülmények határozzák meg. A kérődzők előgyomraiban működő mikrobiológiai fermentáció a takarmányozási különbségekből adódó hatásokot mérsékli, ennek eredményeként a kérődzők húsféleségeit alkotó szövetek összetételének befolyásolása összetettebb kérdés, mint monogasztrikusokban. Az itt közölt munkának elsődleges célja az, hogy összefoglalja azokat a főbb ismereteket, amelyek birtokában a kérődző-fajok, beleértve a kérődző vadakat

is, húsának minősége fokozható és ezzel hozzájáruljon a kérődzőktől származó élelmiszerforrások népszerűsítéséhez.

A hasított test minősége: A hasított test (carcass) minőségét kifejező paraméterek nem közvetlenül húsmínőség kifejezésére szolgáló mutatók, különösen nem a fogyasztó szempontjából. Az állattenyésztő és a húsipar szempontjából ugyanakkor olyan kategória, amely a vágóállat és természetesen a belőle készített termékek minőségét is meghatározza. Ennek okából, ezen részben azokat a főbb takarmányozási összefüggéseket foglaljuk össze, amelyek a hasított test összetételét jellemző módon befolyásolják.

Számos irodalom foglalkozik azzal az összefüggéssel, ami a vágóállatok takarmányozása és a vágott test minősége között fennáll. Az itt közölt kutatások elsősorban a takarmányozás intenzitásának, az abrak és a szálastakarmány arányának, az energia-koncentráció és a fehérje mennyiségének hatásait tanulmányozzák. Jelentős különbségek mutatkoznak a témát érintő hasonló kutatások eredményei és az azokból levonható következtetések között. Egyértelműen kitűnik azonban az, hogy a takarmányozás intenzitása nagyobb mértékben befolyásolja a növekedés (súlygyarapodás) mértékét és a takarmányértékesülés hatékonyságát, mint a test összetételét (Comerford és mtsai, 1992; Loerch és Fluharty, 1998; Rossi és Loerch, 2001). Nem elhanyagolható ugyanakkor az említett tényezőknek a hasított testsúlyra, annak zsírtartalmára, a vágási kihozatalra, az értékes húsrészekre és a hús márványozottságára gyakorolt hatása. A legtöbb idevonatkozó kutatás azt igazolja, hogy az abrak hányadának növelése, különösen a hizlalás kezdeti időszakában, fokozza a zsírbeépülést és ezen keresztül az inter- és intramuszkuláris zsírok mennyiségét (Madler és mtsai, 1998). A nagyobb szálastakarmány hányad viszont a nagyobb ballaszttartalom következtében növeli az emésztőszervek térfogatát és súlyát, amely csökkenti a hasított test (carcass) súlyát és relatív arányát. Hazánkban Várhegyiné és Várhegyi (2005) közöl adatokat az eltérő tömegtakarmány:abrahányad testösszetételre gyakorolt hatását tekintve magyar tarka, hereford, charolais és holstein fríz növendékmarhákkal végzett vizsgálataik alapján. Kísérleteikben a takarmányozás intenzitásának növelése javította a vágási %-ot, növelte a testüregi és kivágott faggyú mennyiségét, a hús szárazanyag- és zsírtartalmát. A színhús aránya és annak fehérjetartalma viszont a tömegtakarmánnyal hizlalt növendékbikákban volt nagyobb. Vizsgálataik tanulsága szerint az eltérések következtetések voltak, de nem olyan mértékűek, hogy az eltérő szálas-abrak hányadú takarmánykezelések előnyösen, vagy hátrányosan befolyásolnák a hús minőségét a fogyasztó szempontjából. Schoonmaker és mtsai (2004) angus x szimentáli bikákkal végzett kísérlete azt bizonyítja, hogy a takarmányozás intenzitása eltérő hatással bír a testösszetételre a nevelés, illetve hizlalás különböző szakaszaiban (3. táblázat). A magas abrahányadot fogyasztó, és *ad libitum* takarmányozott bikák, a 119–260. napos életszakaszban mutatták, a korlátozott takarmányozási technikához és a nagyarányú szálas hányadot fogyasztó állatokhoz viszonyítva a legintenzívebb zsírdepozíciót a bőralatti kötőszövetben. Az érdekesség azonban az, hogy a nagyobb mértékű bőralatti zsírdepozíció nem járt együtt az intramuszkuláris zsírmennyiség növekedésével. Így a nagyobb szálahányadú fejadagon tartott egyedek vágott teste nagyobb arányban tartalmazott intramuszkuláris zsírokat,

mint a nagy abrakhányadú fejadag takarmányozása. Ez a különbség jelentősnek számít a hús élvezeti értéke szempontjából. Az előző kutatásokhoz hasonlóan *Murphy és Loerch* (1994) is bizonyították, hogy az *ad libitum* takarmányfelvétel bizonyos szintű korlátozása ugyan csökkenti a súlygyarapodást és megnyújtja a vágás eléréséhez szükséges idő hosszát, jelentős mértékű zsirdepozíció csökkenést eredményez a vágott testben.

3. táblázat

Eltérő szalaszabak hányadú takarmány etetésének hatása angus × szimentáli növendékkik hasított testének minőségét jelző néhány paraméterre, különböző életszakaszokban (*Schoonmaker és mtsai*, 2004)

n	Nagy abrakhányadú takarmány			SE	P-érték
	<i>ad libitum</i> etetve ¹ (1)	korlátozottan etetve ² (2)	<i>ad libitum</i> etetve ³ (3)		
	43	48	47		
Bőr alatti faggyú vastagság, mm(5)					
119. nap(6)	1,8	1,8	2,0	0,30	NS
260. nap(6)	7,9 ⁱ	4,8 ^{ki}	5,3 ^l	0,30	0,01
316. nap(6)	10,2 ⁱ	8,6 ^k	8,4 ^k	0,30	0,01
Hosszú hátizom keresztmetszete, cm ² (7)					
119. nap(6)	34,2 ⁱ	32,3 ⁱ	34,2 ⁱ	0,50	0,01
260. nap(6)	61,9	56,1 ^k	54,2 ^k	1,30	0,01
320. nap(6)	76,8	78,7	79,4	1,30	NS
Intramuskuláris lipidek mennyisége, %(8)					
119. nap(6)	3,25	2,99	3,32	0,27	NS
260. nap(6)	3,97	4,04	4,27	0,42	NS
320. nap(6)	3,80 ⁱ	4,40 ^k	4,7 ^k	0,20	0,02
Kísérlet befejezésekor(9)					
Vágási súly(10)	496	511	517	8,30	NS
Hasított test, %(11)	60,5	61,1	60,9	0,30	NS
Márványossági értékszám ⁴ (12)	353,3	368,3	364	12,80	NS

¹ Az azonos sorban lévő eltérő betűkkel jelzett értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(13)

² 70,0% nedves szemes kukorica, 10,58% szójadara, 15,0%, kukoricaszilacs, 0,85% karbamid, 3,57% vitamin és ásványi premix (szárazanyagban)

³ Ugyanaz, mint 1. esetben, csak korlátozott mennyiségben, úgy hogy a súlygyarapodás ne lépje túl a következő értékeket; 119–192 nap: 80 g/nap, 193–259 nap: 1200 g/nap

⁴ 25,0 % szójamaghéj, 60% csomósebir széna, 5,9 % kukoricadara, 6,38% szójadara, 2,72 vitamin és ásványi premix (szárazanyagban)

⁵ Csekély=300–399, mérsékelt=400–499

Table 3.: Effects of feeding level (different concentrate forage ratio) in the growing phase on carcass characteristics in Angus × Simmental steers

high concentrate diet fed *ad libitum*(1), high concentrate limit-fed to achieve a gain of 0,8 kg/d from 119–192 d of age, and 1,2 kg/d from 193–259 d of age(2), high forage diet fed *ad libitum*(3), No. of animals(4), fat thickness(5), days 119, 260, 316 or 320(6), *longissimus muscle* area(7), intramuscular fat(8) at the time slaughter(9), slaughter weight(10), hot carcass weight(11), marbling score (small=300–399, modest=400–499, ^{ki}: values in the same raw with different letters in subscript are significantly different, P<0.05(13)

Borton és mtsai (2005) targhee x hampshire keresztezésből származó bárányokkal végzett kísérlete egyértelműen tükrözi, hogy az abrakos hizlalással együtt járó intenzívebb növekedés nem jár együtt a vágott test kedvezőbb mi-

nőségi mutatóival (4. táblázat). Vizsgálataikban kukorica-szója és földiódóra alapú abrakkeveréssel és angolperje szénán, illetve legelőn nevelt állatok vágott testének összetételét hasonlították össze 52 kg-os vágósúlyban. A szalastakarmánnyal nevelt bárányok hátulsó végtagjai szignifikánsan nagyobb mennyiségű sovány-izmot tartalmaztak, sőt a legtöbb értékes húsrész százalékos aránya nagyobb volt, mint az abrakkeveréken tartottaké. Az abrakkeverékkel nevelt állatok testében kb. 50%-kal több kivágható faggyút gyűjtöttek össze, amely együtt járt azzal, hogy valamennyi értékes húsrészről szignifikánsan nagyobb mennyiségű zsírt tudtak eltávolítani, mint a szalastakarmánnyal nevelt állatok esetében.

4. táblázat

Abrakkeverékkel vagy szalastakarmánnyal hizlalt Targhee x Hampshire bárányok vágott egész testének és néhány értékes testrészének soványhús és zsirtartalma, 52 kg-os vágósúlyban (Borton és mtsai, 2005)

	Abrak ¹ (10)	Szálás takarmány ² (11)	SE	P-érték
Soványhús(1)				
Bárányok száma(3)	31	22		
Összes soványhús (kg)(4)	5,11	5,72	0,10	0,001
– Hátulsó végtag(5)	2,73	3,02	0,05	0,001
– Gerinc(6)	0,58	0,58	0,01	NS
– Nyak és borda(7)	0,47	0,45	0,01	NS
– Váll(8)	1,33	1,67	0,04	0,001
Összes soványhús (%) ³ (4)	35,24	45,22	0,46	0,001
– Hátulsó végtag ⁴ (5)	42,5	51,25	0,45	0,001
– Gerinc ⁴ (6)	29,45	40,65	0,93	0,001
– Nyak és borda ⁴ (7)	28,25	34,59	0,58	0,001
– Váll ⁴ (8)	30,12	41,66	0,98	0,001
Faggyú(2)				
Összes zsír (kg)(9)	3,78	2,25	0,06	0,001
– Hátulsó végtag(5)	1,45	0,92	0,04	0,001
– Gerinc(6)	0,63	0,13	0,02	0,001
– Nyak és borda(7)	0,49	0,28	0,01	0,001
– Váll(8)	1,21	0,74	0,03	0,001
Összes zsír (%) ⁵ (9)	25,14	18,15	0,31	0,001
– Hátulsó végtag ⁶ (5)	21,58	15,82	0,32	0,001
– Gerinc ⁶ (6)	30,30	21,56	0,58	0,001
– Nyak és borda ⁶ (7)	27,90	21,04	0,47	0,001
– Váll ⁶ (8)	26,79	19,32	0,53	0,001

¹ kukorica-szója-földiódóra alapú keverék(10), ² angolperje széna és legelő(11), ³ a vágott test %-ban kifejezve(12), ⁴ a négy értékes húsféleség összes súlyában kifejezve(13), ⁵ a négy rész össze-sített súlyának %-ban kifejezve(14), ⁶ a szóbanforgó húsféleség %-ban kifejezve(15)

Table 4.: Effects of diet (concentrate or forage) on dissectible lean weights and percentages of wholesale cuts in Targhee x Hampshire lambs

lean(1), fat(2), no. of lambs(3), total lean wt.(4), leg(5), loin(6), rack(7), shoulder(8), total fat(9), concentrate diet based on corn, peanut hulls, and soybean meal(10), grass hay and rotationally grazed on perennial ryegrass(11), expressed as a % of the carcass(12), expressed as a % of the four wholesale cuts; leg, loin rack and shoulder(13), expressed as a % of the four wholesale cuts; leg, loin rack and shoulder(14), expressed as a % of the particular wholesale cut weight(15)

Az idevonatkozó kutatási eredmények (Petit és Flipot, 1992) alapján úgy tűnik, hogy a takarmány fehérjetartalma csak kisebb közvetlen hatást gyakorol a hasított test összetételére. A napi fehérje szükséglettől lényegesen eltérő, akár alacsonyabb, akár magasabb szintű fehérjeellátás viszont fokozza a zsír-

beépülés mértékét növendékbikákban (Rossi és mtsai, 2001). Gyakorlati szempontból megfontolandó ugyanakkor Hoveland és Anthony (1964) azon korábbi közlése, miszerint a hizlalás befejező időszakában a tömegtakarmányok mellett alkalmazott fehérje-kiegészítés elősegíti a minőségi szempontból kívánatos hasított test előállítását hizóbikákban.

A kérődzőhúsok táplálkozási értékének befolyásolási lehetőségei: A kérődzőhúsokat, különösen a marhahúst, elsősorban a lipidjeikben lévő zsírsavak telítettsége miatt éri kritika. Ebben a részben ezért azokat a takarmányozási lehetőségeket kívánjuk áttekinteni, amelyek szerint a kérődzők húsában található lipidek zsírsavösszetétele a fogyasztó szempontjából egészségesebbé tehető.

A kérődzőtermékek magas telített zsírsavhányada abból fakad, hogy az előgyomrokban folyó mikrobiális fermentáció hidrogenáló hatású (Harfoot és Hazlewood, 1988), aminek eredményeként a takarmányból származó telítetlen zsírsavak telítődnek és az emésztőcső későbbi szakaszából felszívódnak. Ez az oka annak, hogy a zsírsavak között, a telített formák nagyobb mértékben állnak rendelkezésre, mint monogasztrikus állatokban. Eltérő takarmányozási módszerekkel ugyanakkor a hidrogenáció mértéke hatékonyan befolyásolható, ami a kérődzőhúsok zsírsavösszetételének módosításához nagyon jó lehetőségeket kínál. A gabonamagvakra alapozott takarmányozás nagyobb arányú n-6 PUFA (többszörösen telítetlen zsírsavak), különösen a linolsav (C18:2n-6) beépülést eredményez a hizóbikák szöveti lipidjeibe, ugyanakkor csökkenti a telített zsírsavak hányadát (Enser és mtsai, 1998). A bennük levő telítetlen zsírsavak kiemelkedő mennyisége miatt az olajosmagvak etetése kedvező lehetőségeket kínál a telített zsírsavak arányának csökkentésére kérődzőhúsokban. Flachowsky és mtsai (1994) hizóbikák gabonamag-búzaszalma alapú takarmányához a szárazanyag arányában kifejezve 7,15 és 24 % mennyiségű teljes olajtartalmú repcemagot keverték. A repcemag etetése szignifikánsan csökkentette a szöveti lipidekben a palmitinsav (C16:0) arányát, a 18 szénatomot tartalmazó zsírsavakhoz (C18) viszonyítva, azzal az érdekes eltéréssel, hogy az intramuszkuláris lipidekben a C18:1 és a C18:2n-6 aránya nagyobb volt, mint a zsírszövetben. Megjegyzendő, hogy a szóban forgó kísérletben a repcemag jelentős mértékben növelte az E-vitamin koncentrációt a szöveti zsírokban, ami nagymértékben fokozta a zsírsavak oxidációval szembeni érzékenységét, gátolva a peroxid-képződést.

A bendőfermentáció ellen védett zsírok takarmányozása szintén nagyon jó lehetőségeket kínál a kérődzők által előállított élelmiszerforrások zsírsavösszetételének módosítására. Hazánkban ilyen irányú kutatások szinte kizárólag a tej zsírsavösszetételének javítása érdekében történtek (Schmidt, 2003; Ribács és Schmidt, 2006). A húsminőség javítása érdekében végzett kísérletek közül tanulságos Scott és Ashes (1993) munkája. Jelzett szerzők linolsavban (C18:2 n-6) gazdag gyapot és canola repce magot kezeltek formaldehiddel a bendőbeni védettség fokozása érdekében. Az így előkészített anyag etetését követően, a növendékbikák zsírszövetében a C18:2n-6 mennyisége 2,5–6,5-szeresére növekedett, amellyel párhuzamosan a C16:0, illetve C18:1 zsírsavak aránya csökkent. A linolsav-beépülés elsősorban az izmokban növekedett, különösen a kolin-csoportokat tartalmazó foszfolipidekben. Saját kísérletekben (Husvéth és Szöllőskei, 2006) az abrakhoz adagolt 4% szójaolaj és 4% napra-

forgóolaj csak kismértékű eltéréseket eredményezett hizóbárányok izomzatának telített és többszörösen telítetlen zsírsavainak arányaiban (5. táblázat). Ugyanakkor, abban az esetben, ha az abrak mellett a bárányok fűszilázs kiegészítést is kaptak, csökkent a telített zsírsavak aránya és növekedett a PUFA n-3 zsírsavak mennyisége. A kísérleteinkben mutatkozó kisebb hatékonyság a természetes növényi olaj kiegészítéseket követően ugyancsak a bendőben folyó intenzív hidrogenáció eredményeként magyarázható. Mivel a zsírsavak Ca-sói viszonylag ellenállnak a hidrogenációnak az előgyomrokban (Lundy és mtsai; 2004), a kalcium-szappanok kérődzők lipidjeire gyakorolt hatása sokkal kifejezettebb lehet, mint a természetes növényi olajoké. A báránykísérleteinkhez hasonlóan több szarvasmarha-kísélet is igazolta (Nürnberg és mtsai, 1999; Daley és mtsai, 2006), hogy a fűfélékre alapozott takarmányozás (legeltetés) előnyös változásokat eredményez a szöveti lipidek zsírsavösszetételében. Az utóbbiakban megjelölt szerzők kísérletében a vizsgált hizóbikák lipidjeiben, fűfélék takarmányozását követően, a telített zsírsavak aránya 19,5%-kal kisebb, míg a PUFA aránya 46,7%-kal nagyobb volt, mint a gabonamagvakra alapozott takarmányozás alkalmával.

5. táblázat

Növényi olaj és fűszilázs kiegészítés hatása gabonára alapozott abrakkal nevelt hizóbárányok *m.triceps brachii* izom lipidjeinek zsírsavösszetételére (az összes %-ban, n=10) (Husvéth és Szöllőseki, 2006)

Zsírsav-csoport(1)	Kontroll (abrak)(2)	Abrak+ 4% szójaolaj(3)	Abrak+ 4% napraforgóolaj(4)	Abrak+ fűszilázs(5)
SAT	33,16±3,13 ^a	32,38±2,41	38,89±2,41 ^d	31,58±3,49 ^{ab}
MONOEN	29,48±4,04	28,94±4,50	30,66±3,13	28,63±3,94
PUFA n-6	22,90±3,66 ^{ab}	24,66±2,12 ^{ac}	22,82±3,08 ^c	24,34±3,24 ^d
PUFA n-3	2,98±1,23 ^a	3,74±1,40 ^{ab}	2,96±1,40 ^b	4,34±1,91 ^{ab}

Egy soron belül az azonos betűvel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek (P<0,05)(6) SAT=összes telített (total saturated), MONOEN=összes egyszeresen telítetlen (total monosaturated), PUFA=összes többszörösen telítetlen zsírsav (total polyunsaturated)

Table 5.: Effect of vegetable oil and grass silage supplementation on the fatty acid composition (percent of total) of triceps brachii muscle in lambs fed on cereal base concentrate group of fatty acids(1), control (concentrate)(2), concentrate+4% soybean oil(3), concentrate+4% sunflower oil(4), concentrate+0,5 kg grass silage per day per lamb(5), values in the same row with different letters in subscript are significantly different, P<0.05(6)

A kérődzők előgyomraiban folyó mikrobiális jellegű hidrogenáció transz kettős kötésekkel rendelkező zsírsavak képződéséhez vezethet. Ezek a módosulatok a hidrogenációs folyamatban köztes terméként jelennek meg. Mód van azonban arra, hogy egy részük a gyomorból a vékonybélbe jusson és onnan felszívódva bekerüljön a gazdaállat anyagcseréjébe. Pariza és Hargraves (1985) bizonyították, hogy a sült marhahúsból származó kivonat antikarcinogén (tumor-képződés ellenes) hatással rendelkezik. A későbbiekben Ha és mtsai (1987) igazolták, hogy ez az antikarcinogén aktivitás a marhahús lipidjeiben lévő transz kettős kötések tartalmazó zsírsavakból, azon belül is a konjugált linolsavból (CLA, cisz-9, transz-11 C18:2) ered. Különböző takarmányozási technikák segítségével befolyásolni lehet azt, hogy a bendőben képződő CLA minél nagyobb hányada szívódjon fel a vékonybélből és kerüljön be a kérődző-termékekbe. A bendőben termelődő CLA mennyisége jelentős mértékben függ

az elfogyasztott takarmány összetételétől, elsősorban a takarmányban lévő lipidek többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA n-3 és n-6) tartalmától. Ennek megfelelően a jelzett zsírsavakban gazdag olajosmagvak, vagy olyan növényi olajok, amelyek a mikrobás fermentációval szemben nincsenek védve, növelik a CLA produkciót kérődzőkben. *Mir és mtsai* (2004) a hizálás befejező szakaszában adagolt 6% napraforgóolaj kiegészítéssel a marhahús CLA tartalmát közel kétszeresére növelte (6. táblázat).

6. táblázat

A hizalási időszakban alkalmazott napraforgóolaj kiegészítés hatása a marhahús konjugált linolsav (CLA) tartalmára; n=10 (*Mir és mtsai*, 2004)

Alkotó(1)	Napraforgóolaj (% szárazanyag) a takarmányban(2)			SEM
	Kontroll (0%)	3%	6%	
Zsír a húsban(3) %, szárazanyag	15,0 ^a	16,8 ^a	15,9 ^a	0,72
CLA mg/g zsír(4) mg/100 g hús(5)	2,0 ^a 10,5	2,6 ^{ab} 15,3	3,5 ^b 19,5	0,17 —

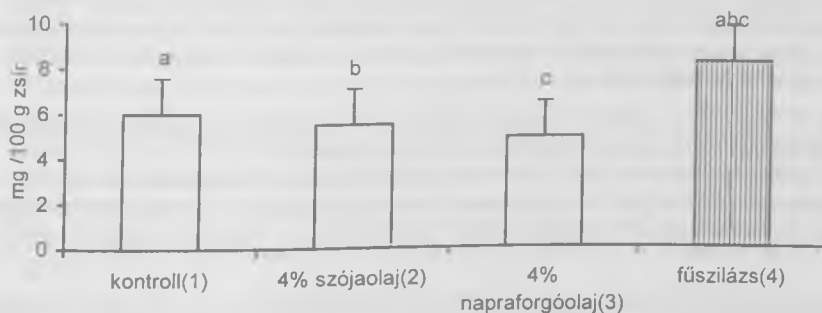
Az azonos sorban lévő és különböző betűvel jelzett átlagértékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(6)

Table 6.: Effect of feeding sunflower oil during fattening phase on beef conjugated linoleic acid (CLA) content

item(1), sunflower oil % of DM(2), fat in meat (% of DM)(3), mg/g fat(4), mg/100 g meat(5), values in the same raw with different letters in subscript are significantly different, P<0.05(6)

Gabona alapú abraktakarmánnyal nevelt hizóbárányok esetében, saját kísérleteinkben, 4%-os növényi olaj kiegészítéssel nem sikerült ezt a hatást elérni (2. ábra).

2. ábra: Gabonára alapozott abrakkeverék növényi olajjal és fűszilázzsal történő kiegészítésének hatása hizóbárányok *m. gracilis* izmának konjugált linolsav (CLA) tartalmára (mg/100 g zsír; n=10) *Husvéth és Szöllőskei* (2006)



abc: Az azonos betűvel jelölt átlagértékek szignifikáns (P<0,05) különbségeket jelölnek(5)

Fig.2.: CLA content (mg/100g fat) in gracilis muscle of lambs fed on a cereal based concentrate diet supplemented with vegetable oils or grass silage

control(1), 4% soybean oil supplemented(2), 4% sunflower oil supplemented(3), grass silage supplemented, 0,5 kg/d/lamb(4), values having a common letter in subscript are significantly (P<0.05) different(5)

A legeltetés, vagy a kaszált zöldfüvek etetése, feltételezhetően a füvekben lévő telítetlen zsírsav prekursorok magas hányada miatt, számottevően megnöveli a kérődzőhúsok CLA tartalmát. *Rule és mtsai* (2002) vizsgálataiban a húsmarhák hosszú hátizmának CLA tartalma, pázsitfüvek etetését követően 57%-kal nagyobbak bizonyult, mint gabonamag darára alapozott hizlalás esetén. *Daley és mtsai* (2006) hasonló kezeléseket alkalmazva ezt a különbséget kb. 60%-nak tapasztalta. Az előző eredményekhez kapcsolódóan érdekesnek tűnik *Lawless és mtsai* (1996) azon megfigyelése, hogy a tavasszal kaszált zsenge fű CLA növelő potenciálja nagyobb, mint az őszi kaszálásból származó idősebb pázsitfüvéké. Bár az előzőekben említettek szerint, saját kísérleteinkben növényi olaj-kiegészítésekkel nem sikerült bárányok izomlipidjeiben számottevően növelni a CLA mennyiségét, ugyan ebben a kísérletben az abrak mellett etetett fűszilázs szignifikáns módon ($P < 0,05$) kb. 37%-os CLA növekedést eredményezett a bárányok *m. gracilis* izmában.

A vad kérődzőfajok húsa ugyancsak jó CLA forrásnak számít. Vizsgálataink szerint az életkörülmények (ökológiai viszonyok), ezen belül is a táplálék minősége, illetve a kiegészítésként adott takarmányok összetétele mérhető hatást eredményez a kérődző vadhúsokban deponált lipidek transz-zsírsavainak mennyiségében, közöttük a CLA koncentrációjában (7. táblázat).

7. táblázat

Eltérő életkörülmények (vadaskert és szabadterület) között élő gimszarvas egyedek intramuszkuláris (*m. longissimus dorsi*) lipidjeiben analizált transz-C18:1 zsírsavainak és konjugált linolsav (CLA) izomerjeinek mennyisége (mg/g zsír) (*Husvéth és mtsai*, 2006)

Zsírsav jele(1)	Vadaskert ¹ (n=22)(2)	Szabadterület ² (n=15)(3)	P
Transz-9 C18:1	0,72±0,11	0,35±0,05	0,01
Transz-11 C18:1	2,87±0,31	3,18±0,40	0,55
Cisz-9, transz-11 C18:2	1,16±0,10	1,45±0,16	0,04
Transz-10, cisz-12 C18:2	0,44±0,07	0,60±0,10	0,02
Cisz-9, cisz-11 C18:2	0,45±0,20	0,17±0,03	0,45
Transz-9, transz-11 C18:2	0,32±0,05	0,39±0,05	0,41

¹ cseres tölgyes, bükkös és hárserdő+vadlegelő (szarvaskerep, fehérhere és perjék), cirok és kukorica, kiegészítő takarmányozás: zab, tritikálé (nyár); szenázs, silózott kukorica és cukorrépa (tél)

² természetes takarmányfogyasztás (ezüsthárs bükk)+kiegészítő takarmányozás (csak télen): lucernaszéna, kukoricaszilázs, szemes kukorica

Table 7.: Trans C18:1 and CLA isomers (mg/g fat) in the lipids of longissimus muscle in red deer reared in different environmental conditions with different feeds

symbols of fatty acids(1), enclosed game reservoir (in: oak wood, *Quercetum cervio*; feeds→game-field: bird's foot trefoil, white clover and grass; in summer: sorghum-, corn-oat-and triticale seeds; in winter: maize silage and beet pulp(2), Feral environment (in: Linden, *Tilia tomentosa*, wood, feed: natural+winter supplement: alfalfa hay, maize silage and corn seed, only in winter)(3)

A kérődzőhúsok érzékszervi (élvezeti) értékének összefüggései a takarmányozással: Ugyanúgy, mint a többi hústermelő állat esetében, a kérődzők húsának érzékszervi tulajdonságai közül elsősorban a színt, az ízt és a porhanyóságot lehet befolyásolni. Ennek megfelelően e fejezetben a kérődzőhús ezen három tulajdonságával kívánunk foglalkozni.

Szín: A látható zsír mennyiségével (márványozottság), alakjával és szerkezetével közösen a hús színe képviseli azt a legfontosabb látható tulajdonságot,

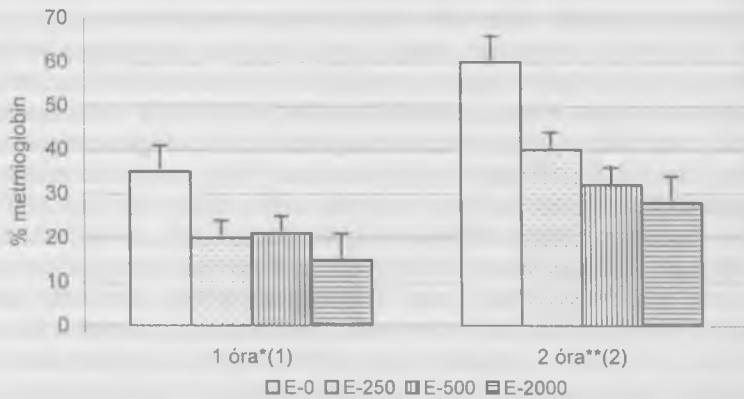
amely szerint a vársárló kiválasztja a fogyasztásra szánt húsféleséget (Moore és Young, 1990). A hús színe elsősorban a benne lévő mioglobinnal függ. Az izom szerkezete ugyancsak befolyásolja a hús színét, mivel az kisebb vagy nagyobb mértékben elnyeli vagy visszatükrözi a fényt, illetve változó mértékben ad lehetőséget az oxigén számára, hogy bejusson a mélyebb szöveti részekbe (Renner és Labadie, 1993). A mioglobin, melynek *in vivo* funkciója a légzéshez szükséges oxigén szállítása és tárolása, az oxidatív jellegű vörös húsokban (így a kérődzőkében is) nagyobb koncentrációt mutat. A friss húsok színét meghatározó pigment a bíborvörös színű dezoxi-mioglobin, ami a levegőn való néhány perces állást követően oximioglobinná alakul, amely a kérődzőhúsoknak jellegzetes élénk cseresznye-vörös színt kölcsönöz. Több órás, illetve napos levegő-atmoszférában tárolva az oximioglobin metmioglobinná alakul, amelyben egy molekula víz helyettesíti az oxigént. Ez utóbbi folyamat egy barna pigment megjelenését okozza, amely eredményeként a hús elveszíti eredeti vörös színét. A folyamat során a molekula hem részében lévő két értékű ferro ion (Fe^{++}) három értékűvé változik, oxidálódik (Liu és mtsai, 1995).

A pigment koncentráció az izmokban, jelentős mértékben növekszik a kor előrehaladásával. Ezt a folyamatot ugyanakkor a takarmányozás szignifikáns mértékben befolyásolja. Ennek az egyik gyakorlati megnyilvánulása a halvány színű borjúhús előállítás, amely során speciális tartási és takarmányozási körülményeket alkalmazva mesterséges anémiát váltunk ki (Renner, 1986). Ennek eredményeként csökken a színintenzitásért felelős mioglobin koncentrációja, különösen halvány színeződést kiváltva. Idősebb kérődzők húzában kifejezettebb pigmentációt és intenzívebb színt (sötétebb) figyeltek meg legelőn tartott állatokban, mint azokéban, amelyeket a hizlalás végső szakaszában gabona és egyéb magvakra alapozott abrak takarmányozásban részesítettek (Vestergaard és mtsai, 2000; Priolo és mtsai, 2001).

A hús színének stabilitása kiemelkedőnek számít a minőséget meghatározó tulajdonságok között. Mint ahogyan azt az előzőekben láttuk, a hús postmortem elszíneződése a mioglobin oxidációjának eredményeként következik be. Ennek ismeretében logikusnak látszik az, hogy minden olyan kezelés, amely a hús oxidatív stabilitását fokozza, előnyösnek számít a hús kedvező színének megőrzése szempontjából. A vágás utáni tárolási körülmények optimalizálása mellett a hústermelő állatok takarmányozásával számottevően befolyásolhatjuk a húsok színének stabilitását. A vágás előtt alkalmazott E-vitamin kiegészítés a lipoxidáció közvetlen gátlásán keresztül késlelteti a mioglobin oxidációját és az elszíneződésért felelős metmioglobin képződését (3. ábra; Faustman és mtsai, 1998).

Szaghatások és íz: A szaghatás a húsban lévő kis molekulású illó vegyületekből származik, amelyeket az orrüregben lévő szaglóreceptorok érzékelnek. A hús ízét általában vizoldható, nagyobb molekulájú vegyületek eredményezik. Ehhez hozzájárul néhány olyan vegyület (pl. glutaminsav, mononátrium-glutámat, inozinsav), amelyek különösebben nem ízképzőek, de erősítik más íz- és illatképző anyagok hatását (Geay és mtsai, 2001). A nyers hús a véres íz en kívül nem rendelkezik különösebben ízzel, kevés aroma-anyagot tartalmaz, csak a főzés során alakul ki az a tipikus íz, ami az egyes húsféleségekre jellemző.

3. ábra: Metmioglobin képződés eltérő E-vitamin tartalmú takarmánnyal etetett húsmarhák hosszú hátizmában a vágást követő 10. napon (Faustman és mtsai, 1998)



* egy, illetve ** két óra 1% O₂ atmoszférában való tárolás után mérve
E=0, 250, 500 vagy 2000 IU α -tokoferil acetát/hízóbika/nap(3)

Fig. 3.: Metmyoglobin formation in minced beef longissimus obtained 10 d postmortem and subsequently stored in 1% O₂ for a 1 or 2 h period
1 hour(1), 2 hour(2), beef was obtained from cattle supplemented with 0 (E-0, 250 (E-250), 500 (E-500), or 2000 (E-2000) IU α -tocopheryl acetate per steer per day for 126 d(3)

Azok az aromaképző vegyületek, amelyek a főtt hús ízének kialakulásáért felelősek, két fő reakciócsoport eredményeként jönnek létre a főzés során érvényesülő hőhatás alatt. Ezek közül az egyik az aminosavak és a redukáló cukrok közötti Maillard reakció, a másik pedig a lipidek lebomlása. Ezek a reakciók nagyszámú illó komponens képződését generálják a víz, illetve, zsírdoldható vegyületekből. A heterociklusos vegyületek közül különösen, a N-tartalmúak (pirazinok, piridinek) és az S-tartalmúak (tiazolok, tiofének és szulfidok) járulnak hozzá a tipikus húszízek kialakításához. A vízoldható izprekursorok között a cisztein, a tiamin és a nukleotidokból származó ribóz játszanak fontos szerepet. A lipidek (trigliceridek, foszfolipidek) lebomlása alifás vegyületek sokaságának képzéséhez (telített és telítetlen alifás láncok, alkoholok, aldehidek, ketonok, savak és észterek), valamint ciklikus vegyületek kialakulásához (furánok, laktonok és ciklikus ketonok) vezethet. Ezek közül néhány erős szaghatást kölcsönöz, és egyben kiváltója lehet a fajokra jellemző ízeknek. Ezen felül bizonyos elágazó szénláncú zsírsavak pl. 4-metiloktán- és 4-metilnonán-savak jelenlétéhez kellemetlen faggyú- (birka-) íz társul, amely kiváltója lehet annak, hogy számos fogyasztó a kérődzőhúsokat, különösen a juhhúst visszautasítja. A marhahús íze ugyanakkor elsősorban nem a lipidekből, hanem a Maillard reakció termékeiből fakad (Reineccius, 1994). Ezzel együtt a plazmalogén jellegű foszfolipidekből származó elágazó szénláncú aldehyd (12-metiltridekanol) is fontos íz alkotó a marhahúsban (Grosch és mtsai, 1993). Mindezen felül bizonyítást nyert az, hogy a lipidek oxidációjából származó termékek (aldehyd- és karbonil-csoportok) reakcióba léphetnek a Maillard reakció köztéstermékeivel. Így tiazolok, piridinek és pirazinok képződhetnek, amelyek hozzájárulnak a hús ízének kialakításához.

A vörös húsokat fogyasztó személyek úgy vélekednek, hogy a legelőn tartott állatokból származó kérődző hús, különösen az ízet tekintve különbözik az abrakkeveréken tartott állatok húsától (Priolo és mtsai, 2001). Hilliam (1995), valamint Keane és Allen (1999) megállapítása alapján (Európai Uniók felmérések szerint) beszámolnak arról, hogy a fogyasztók között él egy olyan feltételezés, miszerint a kevésbé intenzív körülmények között tartott állatok húsa kellemesebb ízű. Ezzel szemben az USA-ban publikált vizsgálatok alapján (Mandell és mtsai, 1998; Melton és mtsai, 1982; Xiong és mtsai, 1995) a pázsitfűveken tartott állatok húsa, az ízletességét tekintve, kevésbé volt kedvelt, mint a gabonamagvakra alapozott takarmányozás esetében.

Baiely és mtsai (1988) a szálastakarmányokon nevelt marhák húsa esetében fű- vagy legelőízről, míg mások, tej, hal, vagy avas ízről beszélnek. Hasonló megfogalmazást használnak, mások a juhhús esetében is (Kemp és mtsai, 1981; Young és mtsai, 1999). Kísérleti adatok (Melton és mtsai, 1982; Larick és mtsai, 1987) azt bizonyítják, hogy a legelőn tartott állatok húzában, jelentős mértékben csökken az említett kellemetlen ízt képező anyagok koncentrációja, abban az esetben, ha a vágás előtt a legelőt abrakos hizlalásra váltják (4. ábra).

4. ábra: Néhány nem kedvelt íz átlagos intenzitása marhahúsban, legelőn tartott állatok esetében (0 nap), illetve a vágás előtti abrakos hizlalás esetén (Melton és mtsai, 1982; Larick és mtsai, 1987)

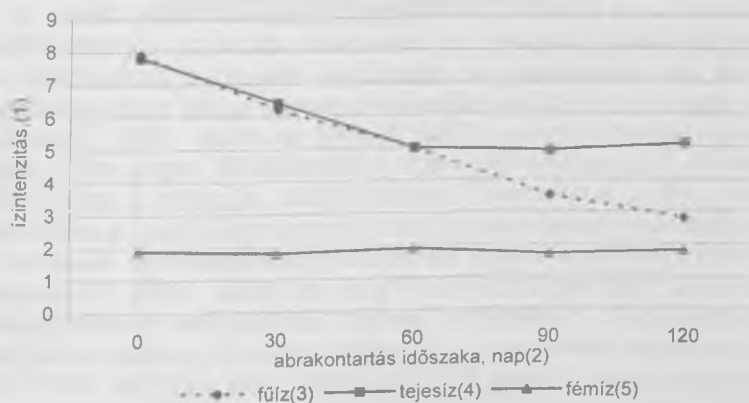


Fig. 4.: Mean intensities of some flavours in beef meat at pasture (0) or after being switched for days on grain
flavour intensity(1), time on grain (d)(2), grassy(3), milky(4), metallic(5)

A zsírok zsírsavösszetételének különbözősége miatt, eltérő módon befolyásolják a húsok ízet. Ennek oka az, hogy a főzéskor fellépő oxidáció alkalmával az eltérő telítettségű zsírsavak másképpen hatnak az ízképző anyagok természetére. A telített zsírsavak, amelyek szobahőmérsékleten ellenállnak az oxidációnak, a főzéskor fellépő magas hőmérsékleten ugyancsak bomlanak. Ebben az esetben viszont a keletkező hidroperoxidok különböznek azoktól, amelyek a telítetlen zsírok auto-oxidációja során keletkeznek alacsonyabb hőmérsékleten. Ennek megfelelően a kérődzők húzában deponált lipidek (intra- és intramuszkuláris) telítettsége vagy éppen telítetlensége meghatározó lehet az íz kialakításában. Park és mtsai (1975) kísérletében bárányok vágott testének lipidjeiben

2-ről 20 mg/100 mg értékre növelte a linolsav (C18:2n-6) mennyiségét, a bendő mikrobás hidrogenációja ellen védett olajosmag (napraforgó) takarmányozásával. Azt tapasztalták, hogy a linolsav arányának növekedésével a bárányhús "faggyú" íze jelentős mértékben csökkent egy kellemes „édes-olaj” íz irányába. Wood és mtsai (1999) viszont arról számolnak be, hogy a védett olajkiegészítések etetését követően jelentkező túlzottan magas linolsav hányad kérődzők húsában kellemetlen ízt (olajos- vagy disznóíz) eredményez a főzés során.

Más vizsgálatok (Farmer, 1994), ugyancsak igazolják, hogy a foszforlipidekben kimutatható n-6 és n-3 zsírsavak egymáshoz viszonyított arány lényeges a kérődzőhúsok ízének kialakítása szempontjából.

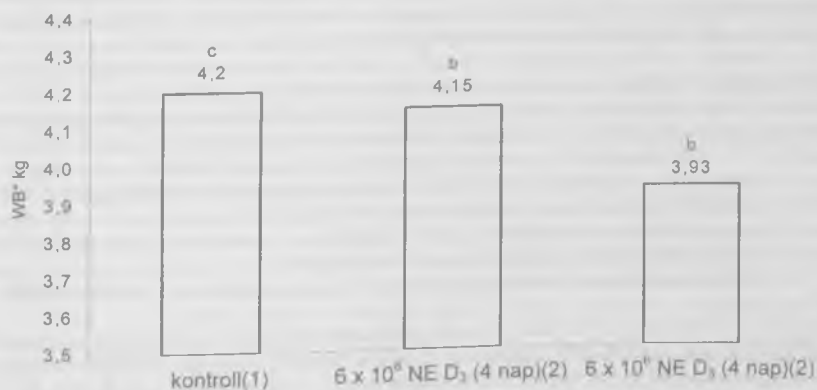
Porhanyósság: A porhanyósság (rághatósság) a fogyasztó szempontjából a egyik legmeghatározóbb tulajdonsága a húsféleségeknek. Egy korábbi felmérés szerint (Smith és mtsai, 1995) a porhanyóssággal összefüggő problémák az Egyesült Államokban évi 260 millió dollár kiesést okoznak a húsiparban. Ennek eredményeként jelentős erőfeszítések történnek világszerte a húsipari termékek ilyen irányú fejlesztése érdekében. A befolyásoló faktorok széleskörű volta és nagyfokú változottsága miatt a hús ezen tulajdonsága csak nehezen befolyásolható. A hús mennyiségét, kémiai szerkezetét és hőstabilitását tekintve — viszonylag állandó, az elektromos stimuláció, a fogsztás vagy a vágás utáni idő hossza azt csak kevésbé befolyásolja (Geay és mtsai, 2001). A vágásra kerülő állat tápláltsági állapota, az izomrostok típusa, az izmokban raktározott glikogén és zsír mennyisége és stabilitása, valamint a proteolitikus rendszer aktivitása ugyanakkor érzékelhetően befolyásolja a hús porhanyósságát. Számos szerző (Mayer és mtsai, 1960; Fishell és mtsai, 1985; Miller és mtsai, 1987) igazolta, hogy a takarmányozás intenzitásának vágás előtti csökkentése károsan hat a hús érzékszervi tulajdonságaira, közöttük a porhanyósságára. Kérődző állatokkal végzett kísérletekben bizonyították, hogy a takarmánykorlátozás a fehér glikolitikus jellegű izomrostok csökkenéséhez vezet és növeli a vörös- és lassú izomrostok arányát (Picard és mtsai, 1995). A kollagén rostok relatív mennyisége a miofibrilláris fehérjék csökkenése következtében nő és csökken a kollagén oldhatósága növendék bikákkal és tehennel végzett kísérletek tanulsága szerint (Fishell és mtsai, 1985; Miller és mtsai, 1987). Az előzőeken kívül a takarmánykorlátozás csökkenti a hasított test zsirtartalmát (Geay és Robelin, 1979) és az intramuszkuláris zsír mennyiségét (Bruce és mtsai, 1991). Dransfield (1994) közleménye szerint, az intramuszkuláris zsír mennyiségének csökkenése kedvezőtlen irányban befolyásolja a hús porhanyósságát, annak ellenére, hogy értéke viszonylag szűk határok között (3–10%) változik. Az intramuszkuláris zsírnak akkor kedvező hatása a marhahús vágási tulajdonságainak javítása szempontjából, ha a mennyisége a 60 g/kg értéket meghaladja.

Kérődzőkben, ugyanúgy mint más állatfajokban, a takarmány összetétele hatással van az emésztési folyamatokra, amelyek meghatározzák a felszívódó táplálóanyagok mennyiségét és összetételét, ezen keresztül befolyást gyakorolnak a hús porhanyósságára. Néhány tanulmány (pl. Young-Soo, 1995), azt bizonyítja, hogy a nagyobb hányadú szálastakarmányon tartott hizómarhák húsa kevésbé porhanyós, mint az abrakkeveréken tartottaké, bár egy ilyen ösz-

szehasonlítást tekintve, a takarmányozás színvonala meglehetősen elfedi a takarmány összetételéből adódó különbséget.

A húсок porhanyósságát az izmokban lévő intracellularis proteolitikus enzimek vágást követő aktivitása jelentős mértékben befolyásolja. Ebből a szempontból kiemelkedő jelentőséggel bírnak a kalpainok (kalpain enzimsalád). Ezek az enzimek a sejtmembránon keresztül bejutó Ca hatására aktiválódnak és gyorsan bontják a sejt fehérjefonalakból álló vázrendszerét, a citoskeletont, és a mitokondriumokat. A D-vitamin stimulálja a Ca metabolizmust és fokozza annak bejutatását az izomsejtekbe azon keresztül, hogy a kalcium csatornákat aktivál. *Swanek és mtsai* (1999) 550 kg élősúlyú hízóbikák *m. longissimus thoracis* izmában kb. 50%-kal növelte a Ca mennyiségét a vágás előtti 10 napon keresztül alkalmazott napi $7,5 \times 10^6$ IU mennyiségű D_3 vitamin adagolásával. Az izom kalciumtartalmának növelése együtt járt a porhanyósság növekedésével. Hasonló eredményekről számolnak be *Karges és mtsai* (2001), akik a vágás előtt hat napon keresztül alkalmazott D_3 vitamin adagolás segítségével angus x hereford bikák *m. gluteus medius* izmának Warner-Batzler nyírópróbája szerint mért porhanyósságát szignifikánsan kedvezőbbnek találta, mint a kontroll egyedekben (5. ábra).

5 ábra Angus x hereford hízóbikák *m. gluteus medius* izmának Warner-Bratzler szerint meghatározott nyíróértéke (WB) különböző dózisú D_3 -vitamin vágás előtti 4–6 napos adagolását követően (*Karges és mtsai*, 2001)



cb Az eltérő betűkkel jelzett oszlophoz tartozó értékek szignifikánsan eltérnek ($P < 0,05$)(4)

* A hús porhanyósságának fokozódásával a WB-érték fordított arányban csökken(5)

Fig. 5. Warner-Bratzler shear force (WB) of *gluteus medius* muscle stakes from Angus x Hereford steers supplemented with 0 or 6×10^6 IU vitamin D_3 for 4 or 6 days control(1), 4 days(2), 6 days(3), values with different letters in subscripts are significantly different ($P < 0,05$)(4), tenderness shows reverse changes with WB values(5)

IRODALOM

Bailey, M.E. – Suzuki, J. – Joseph, H.G. – Ross, C.V. – Keisler, D.H. – Purchas, R.W.(1988): Volatile compounds and "grassy" flavour of lamb and beef related to feeding and storage. Proc. 34th ICoMST Brisbane, Australia, 187–189.

- Borton, R.J. – Loerch, S.C. – McClure, K.E. – Wulf, D.M.(2005): Characteristics of lambs fed concentrates or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. II. Wholesale cuts and tissue accretion J. Anim. Sci., 83. 1345–1352.
- Bruce, H.L. – Ball, R.O. – Mowat, D.N.(1991): Effects of compensatory growth on protein metabolism and meat tenderness of beef steers. Can. J. Anim. Sci., 71. 659–668.
- Comerford, J. W. – House, B.B. – Harpster, H.W – Henning, W.R. – Cooper, W.(1992): Effects of forage and protein source on feedlot performance and carcass of beef steers. J. Anim. Sci., 70. 1022–1031.
- Daley, C.A. – Harrison, K. – Doyle, P. – Abbott, A. – Nader, G. – Larson, S.(2006): Effect of ration on lipid profile in beef. (<http://www.csuchico.edu/agr/grassfedbeef/research/lipid/index.html>)
- Dransfield, E.(1994): Tenderness of meat, poultry and fish. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. (Eds.): Pearsonand, A.M. – Dutson, T.R., Blackie Academic and Professional, London, 289–315.
- Enser, M. – Hallett, K.G. – Hewett, B. – Furse, G. A.J. – Wood, J.D. – Harrington, G.(1998): Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci., 49. 329–341.
- Farmer, L.J.(1994): The role of nutrients in meat flavour formation. Proc. Nutr. Soc., 53. 327–333.
- Faustman, C. – Chan, W.K.M. – Schefer, D.M. – Havens, A.(1998): Beef colour update: The role for vitamin E. J. Anim. Sci., 76. 1019–1026.
- Favier, J.C. – Ireland-Ripert, J. – Toque, C. – Feinberg, M.(1995): R pertoire G n ral des Aliments, Tables de composition. INRA  ditions. 879.
- Fishell, V.K. – Aberely, E.D. – Judge, M.D. – Perry, T.W.(1985): Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. J. Anim. Sci., 61. 151–157.
- Flachowsky, G. – Richter, G.H – Wendemuth, M. – M ckel, P. – Graf, H. – Jahreis, G. – Lubbe, F. (1994): Influence of rapeseed in beef cattle feeding on fatty acid composition, vitamin-E concentration and oxidative stability of body fat. Z. Ern hrungswiss., 33. 277–285.
- Geay, Y. – Bauchart, D. – Hocquette, J.F. – Culioli, J.(2001): Effect of nutritional factors on biochemical structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. Reprod. Nutr. Dev., 41. 1–26.
- Geay, Y. – Roblein, J.(1979): Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding. Genotype-nutrient interaction. Livest. Prod. Sci., 6. 263–276.
- Grosch, W. – Zeiler-Hilgart, G. – Gemy, C. – Guth, H.(1993): Studies on the formation of odorants contributing to meat flavours. In: Progress in flavour precursor studies, Carol Stream. (Eds.): Schreider, P. – Winterhalter, P., IL: Alluzed Publishing Company, 329–342.
- Ha, Y.L. – Grimm, N.K. – Pariza, M.W.(1987): Anticarcinogenesis from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8. 1881–1887.
- Harfoot, C.G. – Harlewood, G.P.(1988): Lipid metabolism in the rumen. In: Rumen Microbial Ecosystem. (Ed): Hobson, P.N., Elsevier, New York, 285–322.
- Hilliam, M.(1995): Cost-effective fat substitution: the taste of success, Int. Food Ingredients, NR. 4, 27–31.
- Hoveland, C.S. – Anthony, W.B.(1964): Existing and potential systems of finishing cattle on forages or limited grain rations in the Piedmont region on the South. In: Forage-Fed Beef: Production and Marketing Alternatives in the South. (Ed): Stuedemann, J., So Coop Series Bull. 220. 377.
- Husv eth, F. – Sz ll skei, G.(2006):  lt r  zs rkieg sz t sek  s f szen zs etet s nek hat sa b r nyok izomlipidjeinek zs rs v sszet tel re.  llatteny szt s  s Takarm nyoz s (publik l s alatt)
- Karges, K. – Brooks, J.C. – Gill, D.R. – Breazile, J.E. – Owens, F.N. – Morgan, J.B.(2001): Effects of supplemental vitamin D₃ on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. J. Anim. Sci., 79. 2844–2850.
- Keane, M.G. – Allen, P.(1999): Effects of pasture fertilizer N level on herbage composition, animal performance and on carcass and meat quality traits. Livest. Prod. Sci., 61. 233–244.
- Kemp, J.D. – Maxhufdn, M. – Ely, D.G. – Fox, J.D. – Moody, W.G.(1981): Effects of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. J. Anim. Sci., 51. 321–330.
- KSH, K zponti Statisztikai Hivatal(2006):  lelmiszermelegek  s t panyagfogyasztt s 2004. Budapest, 7., 16.
- Larick, D.K. – Hedrick, H.B. – Bailey, M.E. – Williams, R.E.(1987): Flavour constituents of beef as influenced by forage and grain feeding. J. Food Sci., 52. 245–251.

- Lawless, F. – Murphy, J.J. – Kjellmer, G. – Conolly, J.F. – Devery, R. – Aherne, S. – O'Shea, M. – Stanton, C.(1996): Effect of diet on bovine milk fat conjugated linoleic acid content. *Irish J. Agric. Food Res.*, 35. 208.
- Liu, Q. – Lanari, M.C. – Schaefer, D.M.(1995): A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.*, 73. 3131–3140.
- Loerch, S.C. – Fluharty, F.L.(1998): Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 76. 681–685.
- Lundy, F.P. – Block, E. – Bridges, W.C. – Bertrand, J.A. – Jenkins, T.C.(2004): Ruminant biohydrogenation in Holstein cows fed soybean fatty acids as amides or calcium salts. *J. Dairy Sci.*, 87. 1038–1046.
- Madler, I.B. – Buchanan-Smith, J.G. – Campbell, C.P.(1998): Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.*, 76. 2619–2630.
- Mayer, B. – Thomas, J. – Buckley, R. – Cole, J.W.(1960): The quality of grain-finished and grass-finished beef as effected by ripening, *Food Techn.* 14. 4–7.
- Melton, S.L. – Black, J.M. – Davis, G.W. – Backus, W.R.(1982): Flavour and selected chemical components of ground beef from steers backgrounded on pasture and fed corn up to 140 days. *J. Food Sci.*, 47. 699–704.
- Miller, R.K. – Cross, H.R. – Crouse, J.D. – Tatum, J.D.(1987): The influence of diet and time on feed on carcass traits and quality. *Meat Sci.*, 19. 303–313.
- Mir, P.S. – Mc Allister, T.A. – Scott, S. – Aalhus, J. – Baron V. – McCartney, D. – Charmley, E. – Goonewardene, L. – Basarab, J. – Okine, E. – Weselake, R.J. – Mir, Z.(2004): Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79. (Suppl.) 12079–12119.
- Moore, V.J. – Young, O.A.(1990): The effect of electrical stimulation, thawing ageing and packaging on the colour and display life in lamb chops. *Meat Sci.*, 30. 131–145.
- Murphy, T.A. – Loerch, S.C.(1994): Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *J. Anim. Sci.*, 72. 2497–2507.
- Nürnberg, K. – Ender, B. – Papstein, H.J. – Wegner, J. – Ender, K. – Nürnberg, G.(1999): Effect of growth and breed on fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. *Z. Lebensmittel Unters. Forsch.*, A. 208. 332–335.
- Pariza, M.W. – Hargraves, W.A.(1985): A beef derived mutagenesis modulator inhibits initiation of muscle epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz [a] anthracene. *Carcinogenesis*, 6. 591–593.
- Park, R.J. – Ford, A.L. – Ratcliffe, D.(1975): Effect on meat flavour of period of feeding a protected lipid supplement to lambs. *Food Sci.*, 40. 1217–1221.
- Petit, H.V. – Flipot, P.M.(1992): Source and feeding level on nitrogen on growth and carcass characteristics of beef steers fed grass as hay or silage. *J. Anim. Sci.*, 70. 867–875.
- Picard, B. – Gagniere, H. – Robelin, J. – Geay, Y.(1995): Comparison of the foetal development of muscle in normal and double-muscled cattle. *J. Muscle Res. Cell. Motil.*, 16. 629–639.
- Popp, J.(2003): Marha- juh-és kecskehús piacsabályozása. Tanulmány, Budapest
- Priolo, A. – Micol, D. – Agabriel, J.(2001): Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.*, 50. 185–200.
- Reineccius, G.(1994): Flavour and aroma chemistry. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. (Eds.): Pearson, A.M. – Dutson, T.R. *Advances in Meat Res.*, 9. 184–201.
- Renner, M.(1986): Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA* 65. 41–45.
- Renner, M. – Labadie, J.(1993): Fresh red meat packing and meat quality, Review paper Proc. Intern. Congr. Meat Sci., Tech. 39th ICoMST, Calgary, AB, Canada, 8. 361–389.
- Ribács, A. – Schmidt, J.(2006): Lenolaj alapú Ca-szappan felhasználása a tehéntej zsírsavösszetételének módosítására. *Acta Agr. Ovariensis*, 48. 73–86.
- Rossi, J.E. – Loerch, S.C.(2001): Proportion of corn silage in diets of feedlot steers fed to achieve stepwise increase in growth. *J. Anim. Sci.*, 79. 1402–1408.
- Rossi, J.E. – Loerch, S.C. – Keller, H.L. – Willett, L.B.(2001): Effects of dietary crude protein concentration during periods of feed restriction on performance carcass characteristics, and skeletal muscle protein turnover in feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 79. 3148–3157.
- Rule, D.C. – Broughton, K.S. – Shellito, S.M. – Maiorano, G.(2002): Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. *J. Anim. Sci.*, 80. 1202–1211.
- Schmidt, J.(2003): Nagy tejtermelésű tehének takarmányozásának aktuális kérdesei. *Tejgazdaság*, LXIII. 2. 130–139.

- Schoonmaker, J.P. – Cecava, M.J. – Fluharty, F.L. – Zerby, H.N. – Loerch, S.C.(2004): Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal-weaned steers. *J. Anim. Sci.*, 82. 273–282.
- Scott, T.W. – Ashes, J.R.(1993): Dietary lipids for ruminants: protection, utilization and effects on remodelling of skeletal muscles phospholipids, *Aus. J. Agric. Res.*, 44. 495–508.
- Smith, G.C. – Favell, J.W. – Dolezal, H.G. – Field, T.G. – Gill, D.R. – Griffin, D.B. – Hale, D.S. – Morgan, J.B. – Northcutt, S.L. – Tatum, J.D.(1995): The final report of the National Beef Quality. National Cattleman's Association, Englewood, CO.
- Swanek, S.S. – Morgen, J.B. – Owens, F.N. – Gill, D.R. – Strasia, C.A. – Doleza, H.G. – Ray, F.K. (1999): Vitamin D₃ supplementation of beef steers increases longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.*, 77. 874–881.
- Várhegyi, J.-né – Várhegyi, J.(2005): Takarmányozás hatása a vágottáru minőségére. Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet. www.atk.hu/Magyar/Ubbs/szvmtart/Hizv.html
- Vestergaard, M. – Therkildsen, M. – Henckel, P. – Jensen, L.R. – Andersen, H.R. – Sejrsen, K. (2000): Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat. Sci.*, 54. 187–196.
- Wood, J.F. – Enser, M. – Fisher, A.V. – Nute, G.R. – Richardson, R.I. – Sheard, P.R.(1999): Animal Nutrition and Metabolism Group Symposium on "Improving meat production for future needs", manipulating meet quality and composition. *Proc. Nutr. Soc.*, 58. 363–370.
- Xiong, Y.L. – Moody, W.G. – Blanehard, S.P. – Liu, G. – Burris, W.R.(1995): Post mortem changes in chemical composition, palatability and proteolytic activity of semimembranosus muscle from grass- and grain-fed and zeranol-implanted cattle. *J. Anim. Sci.*, 73. (Suppl. 1), 157.
- Young, O.A. – Priolo, A. – Lane, G. – Frazer, K. – Knight, T.(1999): Causes of pastoral flavour in ruminant fat, *Proc. 45th ICoMST, Yokohama, Japan*, 520–421.
- Young-Soo, K.(1995): Carcass characteristics and meat quality in forage-finished and grain-finished beef: A mini review. *J. Agric. Sci.*, 37. 573–582.

Érkezelt: 2006. augusztus
Szerzők címe: Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Authors' address: Pannon University, Georgikon Faculty of Agriculture
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

A TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A BAROMFITERMÉKEK MINŐSÉGÉRE

DUBLECZ KÁROLY — PÁL LÁSZLÓ — BARTOS ÁDÁM — ZSÉDELY ESZTER —
WÁGNER LÁSZLÓ — KOVÁCS GELLÉRT — BÁNYAI ADÉL — TÓTH SZABOLCS

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a baromfi testösszetételének, a hús és a tojás zsírsav-összetételének, oxidatív stabilitásának takarmányozással történő befolyásolhatóságát vizsgálják. Napjaink brojler hibridjei esetében a legjobb eredmények elérése érdekében etetett nagy energia- és zsírtartalmú tápok növelik a csirkék zsírtartalmát. A táp fehérje és aminosav szintje tekintetében egymásnak ellentmondó kutatási eredmények láttak napvilágot. A nagy fehérje- és aminosav-tartalom általában csökkenti a zsírképződést, növeli ugyanakkor a környezet N-terhelését. Miután a csirkét is egyre nagyobb arányban darabolva értékesítik, az egyes testrészek, például a mell arányának gazdasági jelentősége az utóbbi időben felértékelődött. A mellhús növekedését a táp fehérjetartalma és egyes aminosavak szintje befolyásolja a leginkább.

Széleskörű kutatások folynak a hús és a tojás többszörösen telítetlen zsírsavtartalmának (PUFA) megváltoztatása érdekében is. A potenciális n-3-as PUFA források és azok felhasználási lehetősége úgyszintén tárgyalásra kerül. A különféle szövetek telítetlen zsírsavtartalmának növelése együtt jár a szövetek fokozott oxidatív védelmével. Ebből a szempontból a leghatékonyabb természetes antioxidáns, az E-vitamin meghatározó jelentőségű.

SUMMARY

Dublecz, K. – Pál, L. – Bartos, Á. – Zsédely, E.Ms. – Wágner, L. – Kovács, G. – Bányai, A.Ms. – Tóth, Sz.: EFFECT OF NUTRITION ON THE QUALITY OF POULTRY PRODUCTS

In the article the most important nutritional factors, affecting the carcass composition of birds, the fatty acid profile and oxidative stability of poultry meat and egg are discussed. It can be concluded, that the use of high energy diets containing more added fat, used to maximise performances, have contributed to the increased fat contents of our modern broiler lines. Concerning protein and amino acid contents, there are conflicting interests. Higher protein or amino acid contents can reduce adiposity of birds with adverse effects on environmental pollution. As partitioning of chicken carcasses becomes of higher economical importance, more attention has been paid to the breast meat percentage. Protein and individual amino acids are of major importance in breast meat growth.

There exist an extensive ability to manipulate the polyunsaturated fatty acid composition of poultry tissues and egg. Potential sources of n-3 PUFA and their incorporation rates into the meat and egg are discussed.

A major feature is to ensure that any significant increase in the state of tissue unsaturation is accompanied by an appropriate increase in anti-oxidant provision. The importance of vitamin E, the most powerful lipid-soluble antioxidant from this aspect is also significant.

A növendék baromfi testösszetételének befolyásolása

Fehérje: energia arány, fehérjetartalom, aminosav-tartalom: A tápok fehérje:energia arányának zsírképződést befolyásoló hatásáról nagyszámú kutatási eredmény áll rendelkezésre. A nagyobb fehérje (aminosav):energia arányú tápokon hizlalt csirkék kevesebb zsírt tartalmaznak (Aletor és mtsai, 2000; Alleman és mtsai, 2000), míg az arány csökkenése zsírosabb csirkék előállítását eredményezi. Aletor és mtsai (2000) eredményei alapján a 225 g/kg-os fehérjetartalmú tápon hizlalt csirkék átlagos zsírtartalma 146 g volt. Ezzel szemben a 153 g/kg-os fehérjeszint átlagosan 289 g-os zsírtartalmat eredményezett. A nagyobb mértékű elzsírosodás azzal magyarázható, hogy a csirkék az alacsony fehérjetartalmú tápból többet fogyasztanak annak érdekében, hogy fehérje igényüket kielégítsék, ami energia túlfogyasztást eredményez (Lipstein és mtsai, 1975). A nagy fehérjetartalom ugyanakkor a fehérjeszintézis energiaigénye és a felesleges aminosavak lebontása, a húgysavszintézis energiaszükséglete miatt, csökkenti a zsírképződést.

A zsír beépülését nem csak a fehérje mennyisége és annak az energiataralomhoz viszonyított aránya befolyásolja, hanem az egyes aminosavak szintje is. Rosebourgh és mtsai (1982) a kéntartalmú aminosavak *in vitro* zsírsavszintézist csökkentő hatását tapasztalta pulyka szövetek esetében, amikor az aminosav-ellátottság az elégtelen szintről a szükséglet irányába nőtt. Számos kutató megerősítette ezt az eredményt *in vivo* mérésekkel is (Esteve-Garcia és Llaurodo, 1997; McDevitt és mtsai, 2000). Ezzel szemben a tápok treonin szintje nem befolyásolja lényegesen az abdominális zsír mennyiségét (Kidd és mtsai, 1999; Alleman és mtsai, 1999).

A lizin vonatkozásában Rosebourgh és mtsai (1982) a növekvő lizin szintek *in vitro* lipogenetikus hatásáról számoltak be. Az *in vivo* kísérletek eredményei szerint a táp lizintartalmának növekedése csökkentette az elzsírosodást (Kidd és mtsai, 1998; Kerr és mtsai, 1999b) vagy nem befolyásolták azt (Holsheimer és Ruesink, 1993; Kerr és mtsai, 1999a). Saját kísérletünk eredményei azt bizonyítják, hogy az elégtelen fehérjetartalom növeli, míg a szükségletet meghaladó lizin szint csökkenti a brojlerek hasúri zsírtartalmát (1. ábra).

1. ábra: A táp fehérje- és lizintartalmának hatása brojler csirkék elzsírosodására

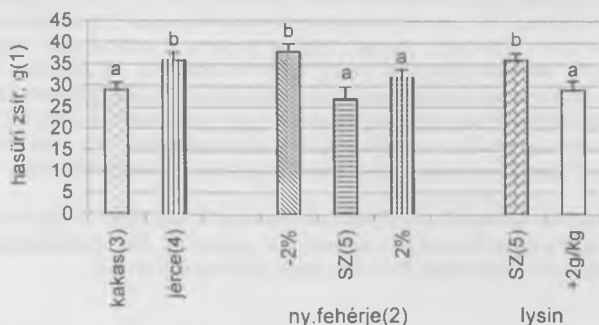


Fig. 1.: Effect of crude protein and lysine level of the diet on the abdominal fat pad content of broiler cocks nad pullets
abdominal fat pad, g(1), crude protein(2), cocks(3), pullets(4), requirement(5)

Részben környezetvédelmi megfontolásokból, a tápok fehérjetartalmát, és ezáltal a környezet N-terhelését csökkenteni lehet az esszenciális aminosav szintek emelésével. *Lippens és mtsai* (1997) eredményei alapján a táp fehérjetartalma kristályos aminosav-kiegészítéssel 17%-ra csökkenthető anélkül, hogy ez a csirkék teljesítményét befolyásolná.

Energia szint, zsirtartalom: A legnagyobb növekedési erély és a legkedvezőbb takarmányértékesítés nagy energiataralmú tápok etetésével érhető el. Ez részben azzal áll összefüggésben, hogy kevesebb takarmány elegendő az energiaszükséglet fedezésére, másrészt a növekedés energiaszükséglete garantáltan biztosított (*Plavnik és mtsai, 1997; Yalcin és mtsai, 1998; Dubblecz és mtsai, 1999*). A tápok energiaszintjének növelése ugyanakkor zsirkiegészítéssel lehetséges, ami növeli a csirke test zsirtartalmát (*Summers és mtsai, 1992; Yalcin és mtsai, 1998*).

Különböző energiataralmú, minden más táplálóanyag tekintetében azonos tápok etetését követően, az energia szintekkel párhuzamosan javult a csirkék testsúlygyarapodása (2. ábra). Érdekes ugyanakkor, hogy a kisebb energia szintű tápokból a csirkék nem voltak képesek többet elfogyasztani, ami arra utal, hogy a brojlerek ilyen irányú kompenzációs képessége limitált. A tápok energia szintje a fajlagos takarmány-értékesítésre volt legnagyobb hatással (*Dubblecz és mtsai, 1999*).

2. ábra: Eltérő energiataralmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére

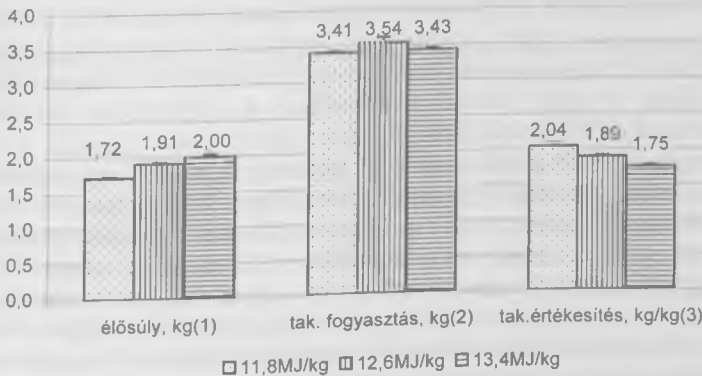


Fig. 2.. Effect of diets with different ME value on the performance of broiler chicks live weight, kg(1), feed consumption, kg(2), feed conversion ratio, kg/kg(3)

A 3. ábrán látható, hogy a nagyobb energiataralmú tápok növelik a hasüri zsír mennyiségét, javítják ugyanakkor a termelés gazdaságosságát kifejező komplex mutató, a brojler index értékét. A csirkék növekedésének intenzívebbé válásával nő az elhullások aránya (*Dubblecz és mtsai, 1999*).

3. ábra: Eltérő energiatartalmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék hasüri zsirtartalmára, a brojler indexek alakulására, és az elhullásra

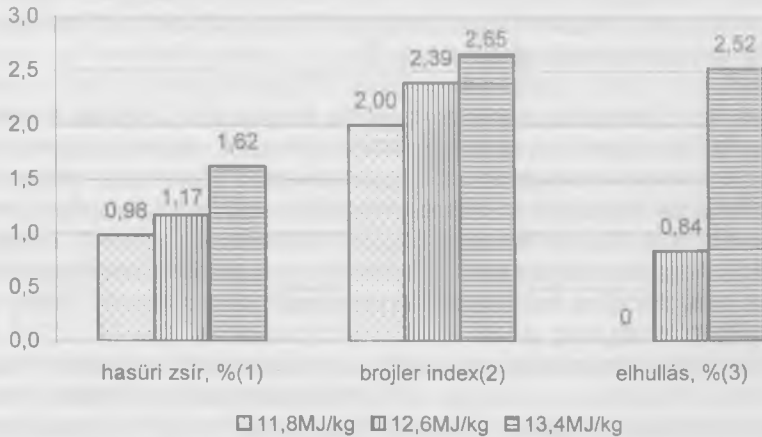


Fig. 3.: Effect of diets with different ME value on the abdominal fat pad, European efficiency factor and death rate of broiler chicks
abdominal fat pad(1), european efficiency factor(2), death rate(3)

Abban az esetben ugyanakkor, ha úgy növelték a tápok energiaszintjét, hogy az aminosav:energia arány konstans maradt, akkor a csirkék elzsírosodásában nem tapasztaltak szignifikáns különbséget (Plavnik és mtsai, 1997; Huyghebaert és mtsai, 1991). Hasonlóan, konstans fehérje:energia arány esetében sem növeli a tápok energia dúsítása az elzsírosodást, bár az abdominális zsír mennyisége növekvő tendenciát mutatott a zsirtartalom emelkedésével (Griffiths és mtsai, 1977; Donaldson, 1985).

A zsírkiegészítés formája, a zsírok zsírsavösszetétele úgyszintén zsírbeépülést befolyásoló tényező. A telített zsírsavakban gazdag zsírok jobban növelik a madarak elzsírosodását, mint a növényi olajok, például a napraforgó olaj (Sanz és mtsai, 2000; Crespo és Esteve-Garcia, 2001). Ez azzal áll összefüggésben, hogy a telítetlen zsírsavak csökkentik a májban a zsírsavszintézist.

Bár a vágóhidak többsége hazánkban nem premizálja az egyes húsrészek, például a mell arányának növekedését, számos kísérletet végeztek annak megállapítására, hogy a genetikai módszereken túl, takarmányozással miként befolyásolható az egyes húsrészek aránya. A tápok fehérjetartalmának csökkentése csökkenti a mellhús nagyságát, de amennyiben a kisebb fehérje szint az esszenciális aminosavak kiegészítésével jár együtt, akkor ez a csökkenés elkerülhető (Kerr és Kidd, 1999). Allemann és mtsai (2000) eredményei ugyanakkor nem erősítették meg a fenti eredményeket.

A tápok aminosav-kiegészítésekor több esetben tapasztalták a mellhús arányának növekedését (Kidd és mtsai, 1998; Kerr és mtsai, 1999a), amiből arra lehet következtetni, hogy a maximális mellhús kihozatal aminosav szükséglete meghaladja a maximális testsúlygyarapodás, vagy a legkisebb takarmányértékesítés szükségletét. Ebből a szempontból az egyes aminosavak eltérő hatással bírnak. A lizin (Leclercq, 1998) és a kéntartalmú aminosavak esetében

(Huyghebaert és mtsai, 1994; Schutte és Pack, 1995) a pozitív hatás bizonyított, míg például a treonin, a valin, valamint a nem esszenciális aminosavak esetében azok mellhús növelő hatása nem volt bizonyítható (Leclercq, 1998; Kerr és Kidd, 1999).

A baromfi szövetek zsírsav-összetételének módosítása

A telítetlen zsírsavak arányának növelése mellett az utóbbi években széleskörű kutatások folytak a különböző baromfi húrok n-3-as zsírsav-, továbbá a konjugált linolsav-tartalmának növelése érdekében. Az egyes húsrészek, valamint a bőr zsírtartalma és zsírsavösszetétele lényegesen különbözik (Noble, 2001). A mellhús zsírtartalma általában 1%-nál kisebb, a combé 2–3%, míg a bőré 30–35%. Míg a bőr zsírját döntően trigliceridek alkotják, addig a mell és comb húsból lévő zsír 55, illetve 16%-a foszfolipid (1. táblázat).

1. táblázat

Átlagos takarmánnyal etetett brojlerek szöveinek zsirtartalma és a zsír összetétele (Leskanich és Noble, 1997)

	Összes zsír, %(4)	Triglicerid (az összes zsír %-ában)(5)	Foszfolipid (az összes zsír %-ában)(6)
Mell(1)	0,9	43	55
Comb(2)	2,2	83	16
Bőr(3)	30,3	100	nyomokban(7)

Table 1.: Lipid content and lipid composition of different tissues of broiler chicks fed standard diets
breast(1), thigh(2), skin(3), total fat(4), triglyceride % of total fat content(5), phospholipide % of total fat content(6), traces(7)

Mivel a többszörösen telítetlen n-6-os és n-3-as zsírsavak könnyebben épülnek be a foszfolipidekbe, a húrok zsírsavösszetétele könnyebben módosítható. A 2. táblázat a csirke mell, comb és bőr zsírsavtartalmát mutatja be átlagos takarmányozás esetén. Látható, hogy a csirke szöveiben a többszörösen telítetlen zsírsavak közül az n-6-os a linolsav és arachidonsav dominál. Az n-3-as zsírsavak aránya csupán 3–4%-ot tesz ki a húrokban, mennyiségük a bőrben még ennél is kisebb (Leskanich és Noble, 1997).

A baromfi zsír zsírsavösszetételének módosítása érdekében már mintegy 40 éve folynak kutatások. Az utóbbi években főleg az ember egészsége szempontjából bizonyítottan kedvező hatású n-3-as PUFA zsírsavak arányának növelésében születtek újabb eredmények (Hargis és Van Elswyk, 1993; Leskanich és Noble, 1997). Ezek a kísérletek azt bizonyították, hogy az n-3-as zsírsavak beépülése a csirke testszöveibe a takarmány n-3-as zsírsavtartalmától és az etetés időtartamától függ. A 3. táblázat a szövetek n-3-as zsírsavtartalmának alakulását mutatja be a tápok halliszt kiegészítését követően (Leskanich és Noble, 1997). A táblázat adataiból kiderül, hogy halliszt etetésekor a szövetek eikozapentaénsav (EPA), dokozapentaénsav (DPA) és dokozahexaénsav (DHA) tartalma növekszik az n-6-os PUFA zsírsavak rovására. Az n-3-as zsírsavak beépülésének aránya nagyobb mértékű a mellizomban, mint a combban.

Mindkét izomszövetre jellemző, hogy a DHA nagyobb arányban épül be a szövetekbe, mint az EPA és a DPA.

2. táblázat

Átlagos takarmányon etetett brojlerek szöveteinek többszörösen telítetlen zsírsavösszetétele (az összes zsírsav %-ában)

Zsírsav(1)	Mell(11)	Comb(12)	Bőr(13)
Linolsav (LA)(2)	17,8	18,3	18,2
Linolénsav (LNA)(3)	0,5	0,7	1,0
Arachidonsav (ARA)(4)	5,0	3,7	0,6
Eikozapentaénsav (EPA)(5)	0,7	0,6	0,4
Dokozapentaénsav (DPA)(6)	0,9	0,5	0,1
Dokozahexaénsav (DHA)(7)	1,8	1,0	0,1
Összes PUFA(8)	32,0	28,5	21,4
Összes n-6 PUFA(9)	27,4	25,1	19,7
Összes n-3 PUFA(10)	4,5	3,4	1,8

Table 2.: Polyunsaturated fatty acid content of different tissues of broiler chicks fed standard diets (% of total fatty acids)

fatty acid(1), linoleic acid(2), linolenic acid(3), arachidonic acid(4), eicosapentaenoic acid(5), docosapentaenoic acid(6), docosahexaenoic acid(7), total PUFA(8), total n-6 PUFA(9), total n-3 PUFA(10), breast(11), thigh(12), skin(13)

3. táblázat

A csirke szövetek PUFA tartalma átlagos táp, illetve halliszt etetését követően (az összes zsírsav %-ában)

	Kontroll(10)		4% halliszt(11)		12% halliszt(12)	
	mell(13)	comb(14)	mell(13)	comb(14)	mell(13)	comb(14)
Linolsav (LA)(1)	17,8	18,3	15,9	16,1	12,0	12,6
Linolénsav (LNA)(2)	0,5	0,7	0,4	0,6	0,3	0,6
Arachidonsav (ARA)(3)	5,0	3,7	3,3	2,6	2,2	1,7
Eikozapentaénsav (EPA)(4)	0,7	0,6	1,4	0,7	2,3	1,2
Dokozapentaénsav (DPA)(5)	0,9	0,5	1,3	0,7	2,3	1,1
Dokozahexaénsav (DHA)(6)	1,8	1,0	4,0	1,9	6,0	2,5
Összes PUFA(7)	32,0	28,5	30,3	25,0	27,5	21,0
Összes n-6 PUFA(8)	27,4	25,1	22,7	20,8	16,3	15,4
Összes n-3 PUFA(9)	4,5	3,4	7,5	4,2	11,2	5,6

Table 3.: Polyunsaturated fatty acid content of different tissues of broiler chicks fed standard diets and fish meal (% of total fatty acids)

linoleic acid(1), linolenic acid(2), arachidonic acid(3), eicosapentaenoic acid(4), docosapentaenoic acid(5), docosahexaenoic acid(6), total PUFA(7), total n-6 PUFA(8), total n-3 PUFA(9), kontroll(10), 4% fish meal(11), 12% fish meal(12) breast(13), thigh(14)

A növényi eredetű n-3-as zsírsavforrások, döntően lenmagdara, lenolaj etetésekor, a szövetek zsírsavai közül döntően a linolénsav-tartalom (LNA) nő. A szövetek LNA beépülésének mértékét a hosszabb szénláncú n-3-as zsírsavakhoz hasonlóan, a táp linolénsav-tartalma és az etetés hossza befolyásolja (Olomu és Baracos, 1991).

Saját kísérleteinkben (Bartos és mtsai, 2004) különböző zsírsav-összetételű zsírok és olajok etetésének hatását vizsgáltuk a csirke szövetek zsírsav-összetételének alakulására. Az olívaolaj (O), tökmagolaj (T), lenolaj (L), halolaj (H) és baromfi zsír (B) etetését követően a szövetek LNA szintjét szignifikánsan csu-

pán a lenolaj etetése növelte. Az LNA beépülése a hússzövetek mellett jelentős volt a bőr alatti és a hasüri zsírba is (4. ábra).

4. ábra: A linolénsav mennyiségének alakulása brojlercsirkék szöveteiben a tápok különböző olajokkal történő kiegészítését követően

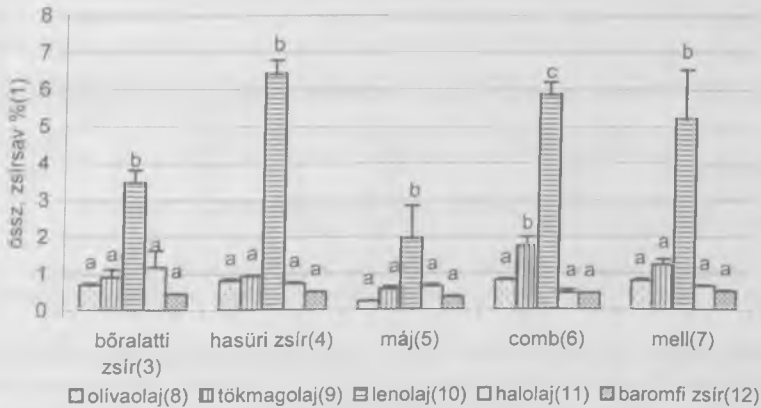


Fig. 4.: Linolenic acid content of chick' tissues fed different oil sources. % of total fatty acids(1), tissue(2), skin fat(3), abdominal fat(4), liver(5), thigh(6), breast(7), olive oil(8), pumpkinseed oil(9), linseed oil(10), fish oil(11), poultry fat(12)

A csirke test DHA-tartalma a halolaj mellett lenolajjal is növelhető, bár szignifikánsan kisebb mértékben. Figyelemre méltó, hogy a baromfi zsír etetését követően a lenolajra jellemző mértékig növelhető volt a csirke comb és mell DHA szintje, annak ellenére, hogy a zsír csupán 1,7% LNA-t tartalmazott. A DHA beépülése az előzőekben ismertetett irodalmi adatokkal összhangban nem volt jelentős a zsírszövetekben (5. ábra).

5. ábra: A DHA mennyiségének alakulása brojlercsirkék szöveteiben a tápok különböző olajokkal történő kiegészítését követően

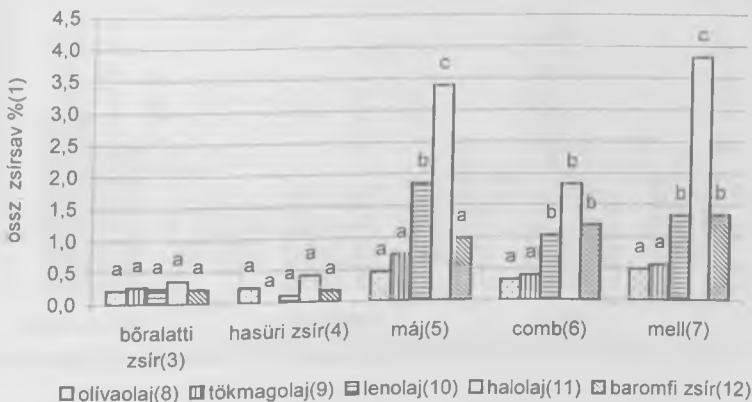


Fig. 5.: DHA content of chick' tissues fed different oil sources. as in Fig. 4.(1-12)

Az n-3-as zsírsavakban dúsított baromfitermékek előállításánál a növényi és a hal eredetű zsírsavforrásokat általában együttesen használják.

A csirke faj mellett egyéb baromfi fajok szöveteinek zsírsavösszetételét is megvizsgálták. A viziszárnyasok és a fácán húsa a csirkénél lényegesen több, 4–7% zsírt, ugyanakkor több linolénsavat és kevesebb linolsavat tartalmaz (4. táblázat).

4. táblázat

Különböző baromfi fajok izomszöveteinek linolénsav, linolsav és összes zsírtartalma (%)

	Brojler csirke(4)	Kacsa(5)	Liba(6)	Fácán(7)
Linolénsav(1)	18,1	15,1	15,4	18,2
Linolsav(2)	0,6	1,9	1,9	2,7
Összes zsír(3)	1,3	6,0	7,1	3,6

Table 4.: Muscle linolenic, linoleic and total fat content of different poultry species (%). linolenic acid(1), linoleic acid(2), total fat(3), broiler chick(4), duck(5), goose(6), pheasant(7)

A táblázatban látható különbségek, a genetikai tényezők mellett, azzal is magyarázhatók, hogy a viziszárnyasok és a vad madarak lényegesen több n-3-as zsírsavban gazdag táplálékot, zöld növényeket, rovarokat fogyasztanak (Noble, 2001).

Egy a közelmúltban végzett kísérletünkben a húslibák szöveteinek zsírsavösszetételét vizsgáltuk úgy, hogy a vágást megelőzően a libákat kizárólag legelőn tartottuk, illetve kukoricával, kukorica és 10% lenmagdara keverékével, valamint zabbal hizlaltuk (6. ábra). A húsból az n-3-as zsírsavak mennyiségét a várakozásoknak megfelelően a lenmagdarát is tartalmazó keverék növelte a legjobban. A különbség a máj esetében szignifikáns, a mellhús és a hasüri zsír esetében azonban csupán tendenciaszerű volt.

6. ábra: Húslibák szöveteinek összes n-3-as zsírsavtartalma

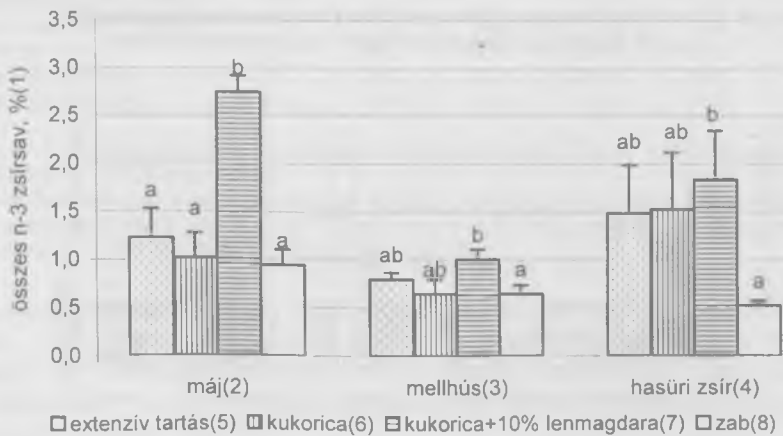


Fig. 6.: Total n-3 fatty acid content of meat goose tissues: total n-3 fatty acid(1), liver(2), breast meat(3), abdominal fat(4), grass(5), maize(6), maize+10% linseed meal(7), oats(8)

Zsédely és mtsai (2006) a befejező táp zöldtakarmánnyal történő kiegészítésének és lenolaj felhasználásának hatását vizsgálták húslibák testösszetételének alakulására. A zöldtakarmány etetésének hatására csökkent a hús és a máj szárazanyag-tartalma, valamint az említett szövetek zsirtartalma. A növekvő zöldtakarmány adagok növelték a szövetek linolénsav szintjét, csökkentették a mell és a comb n-6/n-3-as zsírsavainak arányát. A máj vonatkozásában csupán a lenolaj eredményezte az említett zsírsavak arányának változását (5. táblázat). A kezelések hatására a hosszabb szénláncú EPA és DHA mennyisége úgyszintén megnőtt a májban.

5. táblázat

Az n-6/n-3 zsírsav arány változása húslibák szöveteiben (%)

	K	K+10%Z	K+30%Z	K+40%Z	K+30%Z+4%L	K+40%Z+4%L	K+4%L
Mell(1)	18,8	16,7	15,2	10,9	2,7	3,3	2,4
Comb(2)	18,6	15,5	14,0	6,3	2,3	2,8	2,2
Máj(3)	15,9	16,8	17,0	18,6	4,2	6,3	3,4

K=kontroll(4); Z=zöldtakarmány(5); L=lenolaj(6)

Table 5.: n-6/n-3 fatty acid ratio of meat goose tissues (%) breast(1), thigh(2), liver(3), control(4), forage(5), linseed oil(6)

Ugyancsak saját, ez idáig nem publikált kísérletünkben, májlibákat kukoricával illetve kukorica és lenmagdara keverékével tömtünk. A lenmagdarás kezelést követően a máj, a mell és a hasüri zsír n-6/n-3-as zsírsav aránya egyaránt csökkent. A legmarkánsabb, szignifikáns n-3-as zsírsav emelkedés a mellhús és a hasüri zsír esetében volt tapasztalható. Az n-3-as zsírsavak azonban a májban zajló zsírsavszintézis gátlásán keresztül csökkentették a máj súlyát.

7. ábra: Májlibák szöveteinek összes n-6/n-3-as zsírsavaránya

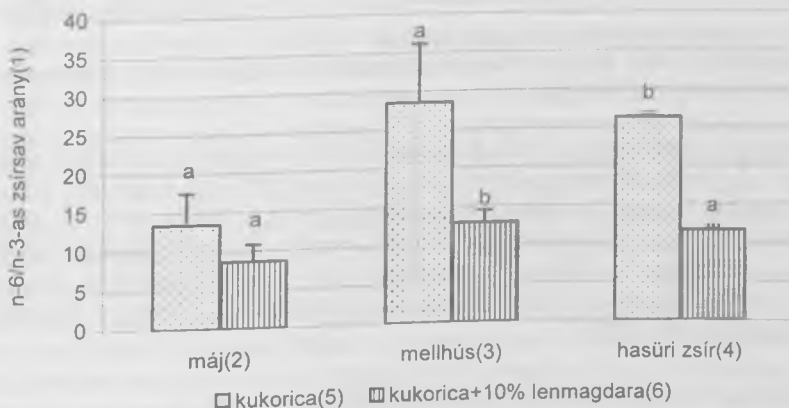


Fig. 7.: n-6/n-3 fatty acid ratio of liver goose n-6/n-3 fatty acid ratio(1), liver(2), breast meat(3), abdominal fat(4), maize(5), maize + 10% linseed meal(6)

Az n-3-a zsírsavakban gazdag állati termékek előállítására a növényi olajok közül a nagy mennyiségű linolénsavat tartalmazó lenmagdarát, illetve a lenmagolajat alkalmazzák legszélesebb körben. A hosszú szánláncú n-3-as zsírsavak, az EPA és a DHA legkézenfekvőbb forrásai a különböző tengeri eredetű takarmánykomponensek, a halliszt és a halolaj.

A baromfi termékek konjugált linolsav-tartalmának növelése

A bendőben zajló zsírsav biohidrogenezési folyamatok során a linolsavból konjugált linolsav (CLA) néven összefoglalható különböző pozíciójú és térszerkezetű zsírsavak keveréke képződik. Az utóbbi néhány évben a CLA azért került az érdeklődés középpontjába, mert bizonyítást nyert antikarcinogén hatása (Ha és mtsai, 1987). A későbbiekben a CLA kedvező hatását bizonyították a szív és érrendszeri betegségek megelőzése, az antioxidáns és immunrendszer működése, a zsír és fehérjebeépülés szabályozása és az állatok növekedése terén (Stanton és mtsai, 1997). A CLA csoporton belül a cisz-9, transz-11 oktadekadiénsav bír a legnagyobb biológiai aktivitással. A 6. táblázatban néhány állati termék CLA és az aktív cisz-9, transz-11 izomer tartalmát mutatja. A táblázatból látható, hogy a kérődző állatok termékei lényegesen nagyobb mennyiséget tartalmaznak és például a csirkehús nem tekinthető a legjelentősebb forrásnak (Noble, 2001). Érdekes ugyanakkor, hogy a pulykahús, feltételezhetően a bélben zajló intenzívebb mikrobás tevékenység miatt, a csirkénél gazdagabb CLA-forrás.

6. táblázat

Különböző állati termékek CLA-tartalma

	Tej (3)	Vaj (4)	Sajt (5)	Joghurt (6)	Marha (7)	Bárány (8)	Sertés (9)	Csirke (10)	Pulyka (11)
CLA mg/g zsír(1)	5,5	6,1	5,1	4,8	4,3	5,6	0,6	0,9	2,5
Cisz-9, transz-11 izomer %(2)	92	88	80	84	79	92	82	84	81

Table 6.: CLA content of different animal products
total CLA mg/g fat(1), cis-9, transz-11 isomer %(2), milk(3), butter(4), cheese(5), yoghurt(6), beef(7), lamb(8), pork(9), chicken(10), turkey(11)

A baromfi esetében a hús CLA tartalmának növelése a metabolit etetésével érhető el. A megfigyelések szerint, az elfogyasztott CLA csaknem teljes egészében beépül a hús foszfolipid frakciójába (Belury, 1995). A CLA beépülése mindemellett a baromfi szövetekbe limitált, miután az észterifikáció esetében a CLA és a linolénsav között kompetíció áll fenn. A rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján, a baromfi fajok közül, a pulykahús CLA felvevő képessége a legnagyobb (Noble, 2001).

Húsminőség, és az eltarthatóság befolyásolása

A baromfi húrok tárolása során, azok zsírában, oxidációs folyamatok indulnak meg, amelyek elsősorban a telítetlen zsírsavak bontását, hidroperoxidok képződését jelentik. A keletkező hidroperoxidok labilis vegyületek, amelyekből a későbbiekben, a hús organoleptikai tulajdonságait kedvezőtlenül befolyásoló illó

anyagok, aldehidek és ketonok képződnek (Burton, 1994). A növényi eredetű, többszörösen telítetlen zsírsavakban gazdagabb olajok szélesebb körű felhasználása, a húсок n-3-as PUFA tartalmának növelése, vagy az egyre szélesebb körben forgalmazott előzetesen hőkezelt termékek esetében, azok eltarthatósága csökken.

A különféle bioaktív anyagok közül az E-vitamin bizonyult a leghatásosabbnak, mint biológiai antioxidáns (Gilbert, 2001). A tokoferolok csoportjába tartozó különböző vegyületek közül pedig az alfa tokoferol (AT) a leghatásosabb, amellyel a gyakorlatban alfa tokoferol acetát formában (ATA) egészítik ki a takarmányokat. Az E-vitamin a sejtmembránok védelmét látja el. A képződő szabad gyököket semlegesíti, és ezáltal megakadályozza a membránok foszfolipid és a koleszterin frakciójának a lebomlását és később további káros anyagok keletkezését. Csökkenti a húсокban a lipidek oxidációját a tárolás során vagy hőkezélést követően, javítja a zsírok és izomszövetek oxidatív stabilitását. Az E-vitamin stabilizáló hatása azonban nagyban függ a testbe beépült zsír formájától. A telítetlen zsírsavak arányának növekedése növeli az E-vitamin szükségletet (Gilbert, 2001).

Az E-vitamin mennyisége a takarmányban található koncentráció függvényében emelkedik az egyes szövetekben. A szívbe és a tüdőbe épül be leggyorsabban, ezt követi a máj, a comb és az agy szövetek telítődése. Az elvégzett kísérlet eredményei alapján, a 180 mg/kg-os ATA koncentrációjú táp 24 órán keresztül történő etetése esetében sem következett be a szövetek telítődése (Sheehy és mtsai., 1991). A csirkék vérplazmájában 1 hét után éri el az E-vitamin a maximális szintet. Az egyéb szövetek esetében a telítődés a 3–4. hét után következett be (Morissey és mtsai, 1997). Az E-vitamin beépülését általában nem befolyásolja a takarmányzsír minősége. Maraschiello és mtsai (1999) különböző zsírkiegészítések mellett 20, illetve 200 mg/kg ATA koncentrációjú tápokot etettek. A comb E-vitamin szintje a kontroll, 20 mg/kg-os ATA tartalmú táp esetében 2,73 és 3,62 $\mu\text{g/g}$, míg a 200 mg/kg-os kiegészítés esetén 8,96 és 13,37 $\mu\text{g/g}$ között változott.

A baromfi szövetek E-vitamin-tartalmának növelése csökkenti a tárolás vagy hőkezelés során képződő tiobarbitursavval reagáló lipid oxidációs termékek (TBARS) mennyiségét. A 180 mg/kg-os ATA kiegészítés a friss csirke húсокban és fagyasztást követően egyaránt szignifikánsan kisebb TBARS értékeket eredményezett az 5 mg/kg ATA koncentrációjú kontroll csoporthoz képest (Sheehy és mtsai, 1993). Olívaolaj-tartalmú tápokkal, az ATA szint növelése (200 mg/kg) a nyers húсокban, majd annak főzését követően, kisebb TBARS értékeket eredményezett a napraforgó olajjal kiegészített táphoz képest (Maraschiello és mtsai, 1999). Sheldon és mtsai (1997) a csirkéhez hasonlóan pulyka húсок vizsgálatakor is negatív korrelációt tapasztaltak a táp E-vitamin szintje és a TBARS értékek között. A tápokból az E-vitamin szignifikánsan nagyobb arányban épült be a comb húсокba, mint a mellbe (Higgins és mtsai, 1998). Miután a húсок hőkezelése, főzése során prooxidatív hatású vas szabadul fel a hemoglobin, mioglobin vagy a citokrómok prosztetikus csoportjaiból, a tápok ATA kiegészítésének eltarthatóságot javító hatása a hőkezélést követően még kifejezettebb (Wen és mtsai, 1996). A többször használt sütő olajok takarmányozási célú felhasználása során úgyszintén indokolt lehet a tápok E-vitamin tartalmának emelése.

A húsekban található koleszterin oxidációjával kapcsolatosan a közelmúltban kezdődtek szélesebb körű kutatások. A koleszterin a foszfolipidekhez hasonlóan sejtmembrán alkotó és a zsírszerű anyagok oxidatív folyamatainak eredményeképpen szintén oxidálódik. A koleszterin molekulán három pozícióban indulhat meg az oxidáció, amelynek eredményeképpen számos oxidációs termék keletkezik. Ezek jelenléte a húsekban szív és érrendszeri megbetegedésekre hajlamosít, ami miatt mennyiségüket célszerű nyomon követni. *Galvin és mtsai* (1998) brojler tápokát egészítették ki növekvő mennyiségű ATA-val, majd a vágást követően a húst megfőzték és 12 napig 4 °C-on tárolták. Megállapították, hogy a koleszterin oxidációs termékek mennyisége pozitív korrelációban változott a TBARS értékekkel. A tápok ATA kiegészítése a dózis függvényében 42–75%-ban csökkentette a mell és comb hús oxidált koleszterin termékeinek mennyiségét.

A több E-vitamint tartalmazó húsek általában magasabb pontszámot érnek el a hús állagát, ízét, izhibákat magában foglaló érzékszervi minősítéskor (*Janssen és mtsai*, 1999) és jobb a színtabilitásuk is (*Sheldon és mtsai*, 1997).

A baromfi termékek oxidatív stabilitását más takarmányok, és takarmánykiegészítők is javítják. A zab brojler tápokban történő 20%-os szerepeltetésekor például csökkent a húsek 9 napos hűtését követő TBARS értéke (*Lopez-Bote és mtsai*, 1998). Az A-vitamin úgyszintén antioxidáns hatású, de ez lényegesen elmarad az E-vitaminra vonatkozó értéktől (*Sallmann és mtsai*, 1998). Az A-vitamin provitaminja, a β -karotin, 15 mg/kg-os koncentrációban etetve úgyszintén antioxidáns hatásúnak bizonyult, 50 mg/kg-os mennyiségben ugyanakkor, valószínűleg az E-vitaminnal fennálló kompetenciája miatt, már növelte a nyers és főtt csirkehús TBARS értékét.

A karnozin, az izmokban természetes körülmények között jelenlévő dipeptid, ami gátolja a zsírok oxidációjával összefüggő katalitikus folyamatokat. A húsek 1,5% karnozinnal történő kiegészítése az E-vitaminnal azonos hatékonysággal javította a nyers húsek eltarthatóságát. Az E-vitamin és a karnozin hatása additívnek bizonyult (*O'Neill és mtsai*, 1998).

A tojás táplálóanyag-tartalmának befolyásolása takarmányozással

A 80-as évek végétől kezdődően indultak kutatások az étkezési tojás n-3-as zsírsavtartalmának növelése érdekében, amelynek keretében hallisztet, illetve halolajat, a növényi források közül pedig elsősorban a linolénsavban gazdag lenmagdarát, lenolajat keverték a tojótápokba (*Leskanich és Noble*, 1997). A linolénsav kívánt beépülési szintjét 3–4 hetes etetéssel el lehet érni. A hosszabb szénláncú n-3-as zsírsavak, a DHA, EPA esetében, a májban zajló enzimatis elongációs folyamatok miatt, a tojás zsírsavszintjének stabilizálásához néhány héttel több időre van szükség (*Aymond és Van Elswyk*, 1995; *Herber és van Elswyk*, 1996). 1,5–3% halolajat tartalmazó táp 4 hétig történő etetésével 9–10 mg/g tojássárgája n-3-as zsírsav beépülés érhető el. Azt is megfigyelték, hogy az EPA tojásba történő beépülése lényegesen elmarad a DHA-ra jellemző értéktől. A halolaj etetésének hatására a tojás sárgájában szignifikánsan csökkent az n-6-os zsírsavak, elsősorban az arachidonsav aránya (*Van Elswyk és mtsai*, 1995). A halolaj etetésének legfőbb korlátja, hogy 1,5% feletti koncentrációban halízt kölcsönözhet a tojásnak.

A tengeri algák nagy nehézfém- és egyéb szennyező anyag-tartalmuk miatt általában nem alkalmasak n-3-as zsírsavakban gazdag tojás előállítására. Az algakészítményekkel végzett kísérletek eredményei szerint a tojás összes n-3-as zsírsavtartalmát, 10–12 mg/g sárgája szintre lehet növelni. Az algakezelés azonban csökkenti a tojássúlyt (Nollet, 2001).

Az n-3-as zsírsavakban dúsított tojás előállításakor a leggyakoribb takarmány komponens a lenmagdara. Öt százalékos bekeverési arányával, a tojás linolénsav és DHA tartalma 7–9 mg/g, illetve 4–6 mg/g, 15%-os bekeverési aránnyal 13–20 mg/g, illetve 6–9 mg/g sárgája szintig emelkedett. A lenmagdara mennyiségének további növelése a tojás linolénsav mennyiségét igen, a DHA koncentrációt azonban tovább nem növeli (Van Elswyk, 1997). Lenmagdara etetésével a tojás EPA tartalma nem nőtt érdemben (Scheideler és Froning, 1996). A lenmag vagy a lenolaj etetésekor egyaránt jellemző, hogy negatívan befolyásolják a termelési eredményeket. Aymond és Van Elswyk (1995) arról számoltak be, hogy 15% lenmagdara etetését követően 84%-ról 65%-ra csökkent a tyúkok tojástermelése. Mások a lenmagdara tojássúly csökkentő hatásáról számoltak be (Caston és mtsai, 1994; Scheideler és Froning, 1996). Az említett negatív hatások azzal magyarázhatók, hogy az n-3 zsírsavak csökkentik a májban a zsírok bioszintézisét és ezáltal a vérplazma és a tojás zsírtartalmát, a tojás sárgája tömegét. Whitehead és mtsai (1993) véleménye alapján a lenmagdara plazma ösztrogén szintet csökkentő hatása legalább részben felelős a termelési paraméterek romlásáért.

Az n-3-as zsírsavakban gazdag tojás gyakorlati előállítása általában a halolaj és a lenolaj együttes felhasználásával történik. A halolaj fokozatos kiváltása lenolajjal mintegy felére csökkenti a sárgája DHA koncentrációját (10,6–5,2 mg/g), az LNA szintje mintegy 10-szeresére nő (1,5–16,3 mg/g), az arachidonsav mennyisége, pedig kis mértékben növekszik (2–3 mg/g).

A hosszú szénláncú n-3-as zsírsavak arányának növekedése a tojásban is indokoltá teszi a zsírok oxidatív stabilitásának javítását, E-vitamin tartalmának növelését. Pál és mtsai (2002) a tojás E-vitamin-tartalmának alakulását vizsgálták a tápok különböző olajokkal és ATA dózissal történő kiegészítését követően. Eredményeikből megállapítható, hogy az E-vitamin tojásba történő beépülését a táp zsírsavösszetétele is befolyásolja. Az n-3-as zsírsavakban gazdag csukamáj olaj E-vitamin szintje a kiegészítéssel párhuzamosan nőtt, míg a nagy mennyiségű linolsavat tartalmazó tökmagolaj hatására a legnagyobb ATA dózis nem növelte tovább a tojásba történő beépülést (8. ábra).

A kezelésekre hatására eltérően alakult a tojások oxidatív stabilitása. Ahol az a 9. ábrán látható az n-6-os zsírsavakban gazdag tökmagolaj etetésekor szignifikánsan kisebb az oxidációs termékek jelenléte a tojásban, mint a csukamájolajat tartalmazó táp etetésekor. A tápok E-vitamin szintjének növelése a tökmagolajos tápban, nem befolyásolta, a csukamáj olajat tartalmazó kezelésben azonban javította a tojás oxidatív stabilitását.

8. ábra: A táp E-vitamin és olaj-kiegészítésének hatása a tojássárgája E-vitamin szintjére

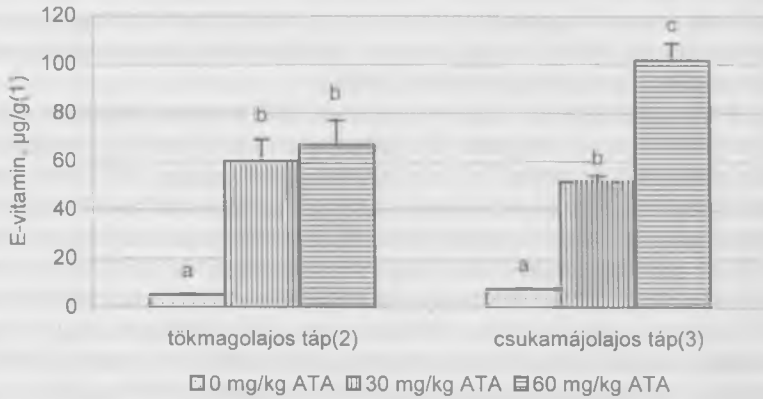


Fig. 8.: Effects of dietary fats and vitamin E on vitamin E content of egg yolk vitamin E mg/g yolk(1), pumpkin seed oil(2), cod liver oil(3)

9. ábra: A táp E-vitamin és olaj-kiegészítésének hatása a tojássárgája oxidatív stabilitására

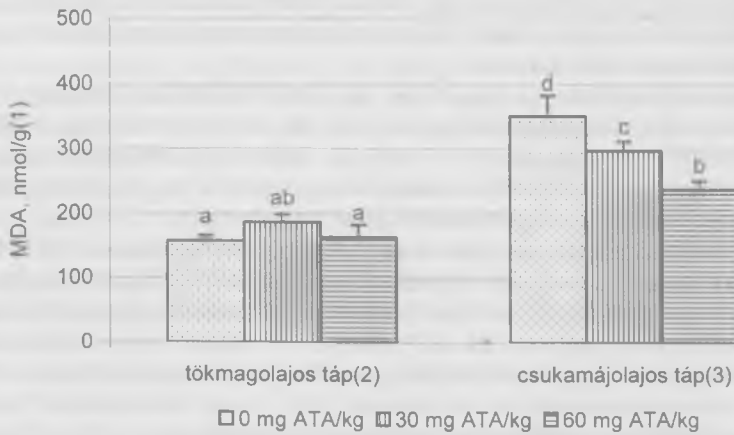


Fig. 9.: Effects of dietary fats and vitamin E on oxidative stability of egg yolk malondialdehyde mmol/g(1), pumpkin seed oil(2), cod liver oil(3)

Az n-3-as zsírsavak tojás koleszterin hatására gyakorolt hatásáról ellentmondásos irodalmi adatok állnak rendelkezésre. Számos kísérlet azt bizonyította, hogy például a lenmagdara nem befolyásolja a tojás koleszterin koncentrációját (Caston és Leeson, 1990; Scheideler és Froning, 1996; Botsoglou és mtsai, 1998). Ezzel szemben 10% alga tartalmú táp etetését követően a tyúkok szérum koleszterin tartalma 28, míg a tojás koleszterin szintje 10%-kal csökkent (Ginzberg és mtsai, 2000). Prakash és mtsai (1996) a tojás tápok 1, illetve 2%-os halolaj kiegészítésekor úgyszintén azt tapasztalták, hogy a tojás koleszterin tartalma 12,1–12,2 mg/g-os kontroll értékről 10,6–11,5 mg/g sárgája értékre

csökkent. Az n-3-as zsírsavaknak a tyúkok koleszterin metabolizmusára gyakorolt hatása, ezért nem tisztázott.

Az n-3-as zsírsavakban dúsított tojások fogyasztása csökkentette a vér koleszterin szintjét patkányokban (Jiang és Sim, 1992) és az emberben egyaránt (Jiang és Sim, 1993). Oh és mtsai (1991) emellett az n-3-as tojások vérnyomás és plazma triglicerid csökkentő hatásáról számolta be.

IRODALOM

- Aletor, V.A. – Hamid, I.I. – Niess, E. – Pfeffer, E.(2000): Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *J. Sci. Food Agric.*, 80. 547–554.
- Alleman, F – Michel, J. – Chagneau, A.M. – Leclercq, B.(1999): Comparative responses of genetically lean and fat chickens to dietary threonine concentration. *Br. Poult. Sci.*, 40. 485–490.
- Alleman, F – Michel, J. – Chagneau, A.M. – Leclercq, B.(2000): The effects of dietary protein independent of essential amino acids on growth and body composition genetically lean and fat chickens. *Br. Poult. Sci.*, 41. 214–218.
- Aymond, W.M. – Van Elswyk, M.E.(1995): Yolk thiobarbituric active substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. *Poult. Sci.*, 74. 1388–1394.
- Bartos, Á. – Pál, L. – Bányai, A. – Horváth, P. – Wágner, L. – Dublecz, K.(2004): A halolaj és különböző növényi olajok hatása brojlercsirkék teljesítményére, a hús élvezeti értékére, valamint a szövetek zsírsavösszetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 53. 1. 63–78.
- Belury, M.A.(1995): Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemo protective properties. *Nutr.Rev.*, 53. 83–89.
- Botsoglou, N.A. – Yannakopoulos, A.L. – Fletouris, D.J. – Tserveni-Goussi, A.S. – Psomas, I.E. (1998): Yolk fatty acid composition and cholesterol contents in response to level and form of dietary flaxseed. *J. Agric. Food Chem.*, 46. 4652–4656.
- Burton, G.W.(1994): Vitamin E: Molecular and biological function. *Proc. Nutr. Soc.*, 53. 251--262.
- Caston, L. – Leeson, S.(1990): Research note: dietary flax and egg composition. *Poult. Sci.*, 69. 1617–1620.
- Caston, L. – Squires, E.J. – Leeson, S.(1994): Hen performance, egg quality and the sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. *Can. J. Anim. Sci.*, 74. 347–353.
- Crespo, N. – Esteve-Garcia, E.(2001): Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 80. 71–78.
- Donaldson, W.E.(1985): Lipogenesis and body fat in chicks: Effects of calorie-protein ratio and dietary fat. *Poult. Sci.*, 64. 1199–1204.
- Dublecz, K. – Vincze, L. – Szűts, G. – Wágner, L. – Pál, L. – Bartos, Á.(1999). Effect of dietary energy level on the performance of broiler chicks. *Proc. 12th Europ. Symp. Poult. Nutr. Veldhoven, The Netherlands*, 424–426.
- Esteve-Garcia, E. – Llaurodo, L.L.(1997): Performance, breast meat yield and abdominal fat deposition of male broiler chickens fed diets supplemented with DL-methionine or DL-methionine hydroxy analogue free acid. *Br. Poult. Sci.*, 38. 397–404.
- Galvin, K. – Morissey, P.A. – Buckley, D.J.(1998): Cholesterol oxides in processed chicken muscle as influenced by dietary alpha-tocopherol supplementation. *Meat Sci.*, 48. 1–9.
- Gilbert, W.(2001): Nutritional effects on poultry meat quality, stability and flavour. *Proc. 13th Europ. Symp. Poult. Nutr.*, Blankenberge, Belgium, 9–16.
- Ginzberg, A. – Cohen, M. – Sod-Moriah, U.A. – Shany, S. – Rozentrauch, A. – Arad, S.(2000): Chicken fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk. *J. Appl. Phys.*, 12. 325–330.
- Griffiths, L. – Leeson, S. – Summers, J.D.(1997): Influence of energy system and level of various fat sources on performance and carcass composition of broilers. *Poult. Sci.*, 56. 1018–1026.
- Ha, Y.L. – Grimm, N.K. – Pariza, M.W.(1987): Anticarcinogens from fried ground beef: Heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8. 1881–1887.
- Hargis, P.S. – Van Elswyk, M.E.(1993): Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poult. Sci. J.*, 49. 251–264.

- Herber, S.M. – van Elswyk, M.E.(1996): Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poult. Sci.*, 75. 1501–1507.
- Higgins, F.M. – Kerry, J.P. – Buckley, D.J. – Morrissey, P.A.(1998): Effect of dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation on alpha-tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat. *Meat Sci.*, 50. 373–383.
- Holsheimer, J.P. – Ruesink, E.W.(1993): Effect on performance, carcass composition, yield and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. *Poult. Sci.*, 72. 806815.
- Huyghebaert, G. – De Munter, G. – De Groote, G. – Leenstra, F.R.(1991): The effects of dietary factors and genotype on performances and carcass quality of broiler chickens. *Landbouwtijdschrift*, 44. 2. 221–236.
- Huyghebaert, G. – Pack, M. – De Groote, G.(1994): Influence of protein concentration on the response of broilers to supplemental DL-methionine. *Arch. Geflügelk.*, 58. 23–29.
- Janssen, G. – Cheetham, V. – Fitt, T. – Taylor, A.(1999): Effect of dietary vitamin E on consumer acceptance of fresh poultry meat. *Proc.14th Europ. Symp. Quality of Poultry Meat*, Bologna, Italy, 173–179.
- Jiang, Z. – Sim, J.S.(1992): Effect of dietary n-3 fatty acid-enriched chicken eggs on plasma and tissue cholesterol and fatty acid composition of rats. *Lipids*, 27. 279–284.
- Jiang, Z. – Sim, J.S.(1993): Consumption of n-3 fatty acid- enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. *Nutr.*, 9. 513–518.
- Kerr, B.J. – Kidd, M.T.(1999): Amino acid supplementation of low-protein diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. *J. Appl. Poultry Res.*, 8. 298–309.
- Kerr, B.J. – Kidd, M.T. – Halpin, K.M. – McWard, G.W. – Quarles, C.L.(1999a): Lysine level increases live performance and breast yield in male broilers. *J. Appl. Poultry Res.*, 8. 381–390.
- Kerr, B.J. – Kidd, M.T. – McWard, G.W. – Quarles, C.L.(1999b): Interactive effects of lysine and threonine on live performance and breast yield in male broilers. *J. Appl. Poultry Res.*, 8. 391–399.
- Kidd, M.T. – Kerr, B.J. – Halpin, K.M. – McWard, G.W. – Quarles, C.L.(1998): Lysine levels in starter and grower-finisher diets affect broiler performance and carcass traits. *J. Appl. Poultry Res.*, 7. 351–358.
- Kidd, M.T. – Lerner, S.P. – Allard, J.P. – Rao, S.K. – Halley, J.T.(1999): Threonine needs of finishing broilers: growth, carcass, and economic responses. *J. Appl. Poultry Res.*, 8. 160–169.
- Leclercq, B.(1998): Specific effects of lysine on broiler production: comparison with the threonine and valine. *Poult. Sci.*, 77. 118–123.
- Leskanich, C.O. – Noble, R.C.(1997): Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. *World's Poultry Sci. J.*, 53. 155–183.
- Lippens, M. – Deschepper, K. – de Groote, G.(1997): Laageiwitranstsoenen en aminozuirbehoefden bij vleskippen. Brochure Ministerie van Middenstand en Landbouw, Dienst voor Landbouwkundig Onderzoek, 8.
- Lipstein, B. – Bornstein, S. – Bartov, I.(1975): The replacement of some of the soybean meal by the first-limiting amino acids in practical broiler diets. *Br. Poultry Sci.*, 16. 627–635.
- Lopez-Bote, C.J. – Gray, J.L. – Goma, E.A. – Flegal, C.J.(1998): Effect of dietary oat administration on lipid stability in broiler meat. *Br. Poultry Sci.*, 39. 57–61.
- Maraschiello, C. – Sarraga, C. – Garcia Regueiro, J.A.(1999): Glutathione peroxidase activity, TBARS and alpha-tocopherol in meat from chickens fed different diets. *J. Agric. Food Chem.*, 47. 867–872.
- McDevitt, R.M. – Mack, S. – Wallis, I.R.(2000): Can betain partially replace or enhance the effect of methionine by improving broiler growth and carcass characteristics? *Br. Poultry Sci.*, 41. 473–480.
- Morrissey, P.A. – Brandon, S. – Buckley, D.J. – Shehy, P.J.A. – Frigg, M.(1997): Tissue content of alpha-tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary alpha-tocopheryl acetate supplement for various periods pre-slaughter. *Br. Poultry Sci.*, 38. 84–88.
- Noble, R.C.(2001): Modification of the fatty acid profile of poultry meat for the healthy conscious consumer. *Proceedings 13th European Symposium on Poultry Nutrition*. Blankenberge, Belgium, 17–24.
- Nollet, L.(2001): Modification of the yolk fatty acid profile for the health conscious consumer. *13th Euro. Symp. Poultry Nutr.*, Blankenberge, Belgium, 53–60.
- O'Neill, L.M. – Galvin, K. – Morrissey, P.A. – Buckley, D.J.(1998): Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary alpha-tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry. *Meat Sci.*, 50. 479–488.

- Oh, S.Y. – Ryue, J. – Hsieh, C.H. – Bell, D.E.(1991): Egg enriched in n-3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 689–695.
- Olomu, J.M. – Baracos, V.E.(1991): Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle, protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 70, 1403–1411.
- Pál, L. – Dublec, K. – Husvéth, F. – Wágner, L. – Bartos, Á. – Kovács, G.(2002): Effect of dietary fats and vitamin E on fatty acid composition, vitamin A and E content and oxidative stability of egg yolk. *Arch. Geflügelk.*, 66. 6. 251–257.
- Plavnik, I. – Wax, E. – Sklan, D. – Bartov, I. – Hurwitz, S.(1997): The response of broiler chickens and turkey poults to dietary energy supplied either by fat or carbohydrates. *Poult. Sci.*, 76, 1000–1005.
- Prakash, K. – Gowdh, C.V. – Devegowda, G.(1996): Possible dietary modification for reducing the egg cholesterol by using different oils in White Leghorn layers. *Ind. J. Poult. Sci.*, 31, 168–172.
- Rosebrough, R.W. – Tseele, N.C. – Frobish, L.T.(1982): Effect of protein and amino acid status on lipogenesis by turkey poults. *Poult. Sci.*, 61, 731–738.
- Sallmann, H.P. – Fuhrmann, H. – Götzke, S.(1998): The effect of vitamins A and E and dietary fat on the oxidative stability of turkey muscle *in vivo*. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.*, 80, 226–231.
- Sanz, M. – Flores, A. – Lopez-Bote, J.C.(2000): The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *Br. Poult. Sci.*, 41, 61–68.
- Scheideler, S.E. – Froning, G.W.(1996): The combined influence of dietary flax seed variety, level, form and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens. *Poult. Sci.*, 75, 1221–1226.
- Scheldon, B.W. – Curtis, P.A. – Dawson, P.L. – Ferket, P.R.(1997): Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavour, colour and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. *Poult. Sci.*, 76, 634–641.
- Schutte, J.B. – Pack, M.(1995): Sulphur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. *Poult. Sci.*, 74, 480–487.
- Sheehy, P.J.A. – Morrissey, P.A. – Flynn, A.(1991): Influence of dietary alpha-tocopherol on tocopherol concentrations in chick tissues. *Br. Poult. Sci.*, 32, 391–397.
- Sheehy, P.J.A. – Morrissey, P.A. – Flynn, A.(1993): Increased storage stability of chicken muscle by dietary alpha-tocopherol supplementation. *Irish Journal of Agric. Food Res.*, 32, 67–73.
- Summers, J.D. – Spratt, D. – Atkinson, J.L.(1992): Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy and protein level. *Poult. Sci.*, 71, 263–273.
- Van Elswyk, M.E.(1997): Nutritional and physiological effects of flax seed in diets for laying fowl. *World's Poult. Sci. J.*, 53, 253–264.
- Van Elswyk, M.E. – Dawson, P.L. – Sams, A.R.(1995): Dietary menhaden oil influences sensory characteristics and headspace volatiles of shell eggs. *J. Food Sci.*, 60, 85–89.
- Wen, J. – Morrissey, P.A. – Buckley, D.J. – Sheehy, P.J.A.(1996): Oxidative stability and alpha-tocopherol retention in turkey burgers during refrigerated and frozen storage as influenced by dietary alpha-tocopherol acetate. *Br. Poult. Sci.*, 37, 787–795.
- Whitehead, C.C. – Bowman, A.S. – Griffin, H.D.(1993): Regulation of plasma estrogens by dietary fats in the laying hen: relationships with egg weight. *Br. Poult. Sci.*, 34, 999–1010.
- Yalcin, S. – Özkan, S. – Acikgöz, Z. – Özkan, K.(1998): Influence of dietary energy on bird performance, carcass parts yield and nutrient composition of breast meat of heterozygous naked neck broilers reared at natural optimum and summer temperatures. *Br. Poult. Sci.*, 39, 633–638.
- Zsédely, E. – Tóth, T. – Schmidt, J.(2006): Zöldtakarmány etetés és lenolaj kiegészítés hatása a libahús kémiai összetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 55. (megjelenés alatt)

Érkezett: 2006. szeptember

Szerzők címe: Dublec, K. – Pál, L. – Bartos, Á. – Wágner, L. – Kovács, G. – Bányai, A. –

Authors' address: Tóth, Sz.: Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar

University of Pannonia, Georgikon Faculty of Agriculture

H-8360 Keszthely, Deák F. u. 10.

Zsédely, E.: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar

University of West-Hungary, Faculty of Agriculture

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 2.

DR. KECSKÉS SÁNDOR (1907–2006)



Életének századik évében, 2006. május 26-án elhunyt *Kecskés Sándor*, a mezőgazdaság-tudományok kandidátusa, az ÁTK ny. tudományos főmunkatársa, a MAE Állattenyésztők Társaságának és a MÁSz Állattenyésztés-történelmi Szakbizottságának tiszteletbeli elnöke. Hosszú élete során sok változást, akadályt, történelmi vihart, sőt politikai üldöztetést is megért, leküzdött és túlélt.

Kecskés Sándor 1907. március 8-án született a Fejér megyei Válon. A mezőgazdaság és főképpen az állattenyésztés szeretetét a szülői házból hozta magával. Szorgalmas és tehetséges kisdíáként bejutott a Somogyzentimrei M. Kir. Földmíves Iskola félingyenes helyére, majd a Keszthelyi Gazdasági Akadémián sajátította el a termelés-ellenőrzési, törzskönyvezési és szaktanácsadási ismereteket. Mérnöki oklevelet a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen szerzett, doktori disszertációját 1960-ban védte meg, és 1985-ben a mezőgazdaság-tudomány kandidátusa lett.

Az 1929–1949 között a Fejér vármegyei és Székesfehérvári Állattenyésztők Egyesületében körzeti, majd 1948-ig főellenőri munkakörben dolgozott. Részt vett a tenyészbikák ivadékvizsgálati módszerének kidolgozásában, az 1935–1958 között rendezett országos mezőgazdasági kiállítások és tenyészállatvásárok szervezésében és bírálóbizottsági munkájában, közben az állattenyésztési ellenőri tanfolyamokon is oktatott.

Csukás Zoltán akadémikus munkatársaként, 1950-ben, az ÁKI Szarvasmarha-tenyésztési Osztályára került. 1957-től a Mesterséges Termékenyítési Központban, 1961-től az Országos Törzskönyvezési Felügyelőségen az utódellenőrzési osztály vezetőjeként tevékenykedett, közben részvételével elkészült a szarvasmarhák törzskönyvezési és küllemi bírálati, valamint tejzsírminta-vételi szabványa.

Az ÁKI főmunkatársaként, a szarvasmarha-utódellenőrzéssel és -törzskönyvezéssel kapcsolatos kutatások témafelelőse volt, 1971. évi nyugdíjazásáig.

Megszervezte az Országos Utódellenőrzési Bizottságot, amelynek titkáráként elkészítette a magyar utódellenőrzési szabványt, s munkatársaival megalkották a mesterséges termékenyítésre használt bikák lajstromszámrendszerét.

Kecskés Sándor hivatástudatát és hatalmas munkabíráását közel ezer szakmai és ismeretterjesztő előadása, önállóan vagy szerzőtársakkal írt több száz szakcikke, tudományos dolgozata, köztük filmforgatókönyv, tudománytörténelmi munka, bizonyítja.

Első nyertes pályaműve, *Többtermelés a kisgazdaságban* 16. éves korában, *Fejér megye népies szarvasmarha-tenyésztése* című műve, 1939-ben, az *Ujhelyi Imre* életművét bemutató, *Kovács Miklóssal* közös könyve pedig, 1958-ban jelent meg. 1991-ben *A magyarországi állattenyésztő szervezetek története* — az ÁKI gondozásában, 1996-ban *Országos mezőgazdasági kiállítások és vásárok története 1881–1990*, a *Csukás Zoltán* életútjáról és munkásságáról szóló, valamint *A magyar állattenyésztés nagyjai* c. életrajzi és tenyésztéstörténelmi munkák 2001-ben, ill. 2004-ben jelentek meg.

A MAE Állattenyésztők Társaságában, 1952–1988-ig titkárként, majd alelnökként végzett sokrétű szervezőmunkát. Az ÁKI szakszervezeti bizottsági titkáráként, majd elnökeként eredményesen segítette az intézet közösségének javát szolgáló törekvéseket.

S mit kaptunk *Kecskés Sándortól* örökségül? Egyrészt tengernyi feladatot, amelyeket ő, kíméletlen következetességgel és akadályt nem ismerve szabott ki, és kezdett el saját maga is teljesíteni. Másrészt a példát, emberi tartásra, meg nem alkuvásra, konok állhatatosságra, becsületre, nyíltságra, segítőkészségre, szakmaszeretetre és hazaszeretetre, ami egész életpályája során jellemezte, és amit másoktól is elvárt.

Hosszú, munkás élete és kötelességtudásának gyümölcse annak példázata, hogy múltunk eredményei és kudarcai fontos tanulsággal szolgálhatnak a jövő nemzedékének, jóllehet ezt a rohanó jelenben legtöbbször figyelmen kívül hagyjuk.

Jávorka Levente

A TAKARMÁNYOK MIKOTOXIN TARTALMA ÉS AZ ÉLELMISZER-BIZTONSÁG

KOVÁCS MELINDA — KOVÁCS FERENC — SZEITZNÉ SZABÓ MÁRIA — HORN PÉTER

ÖSSZEFOGLALÁS

A penészgombák által termelt mikotoxinok a növényi eredetű élelmiszerekkel (gabonamagvak), élvezeti cikkekkel (kávé, sör) közvetlenül, az állat eredetű termékek révén (vese, máj, tej, tojás) pedig közvetetten kerülhetnek be az ember szervezetébe. A mikotoxin probléma Magyarországon azért is érdemel figyelmet, mert ezek a természetes toxinok főként azokban a gabonafélékben találhatók (pl.: búza, kukorica), amely termények az ország vetésterületének jelentős hányadát foglalják el, a lakosság fő táplálékául szolgálnak és a gazdasági állatok takarmányának is az alapját képezik. A leggyakoribb humán egészségügyi hatások: rákkeltő hatás (aflatoxin, ochratoxin A, fumonizinek, patulin), fejlődési rendellenességet okozó hatás (ochratoxin A), a reprodukcióra kifejtett káros hatás (zearalenon, trichotecének), az ellenálló képesség csökkenése, immunszuppresszív hatás (trichotecének), lipidperoxidációt, apoptózist indukáló hatás (T-2, aflatoxin, fumonizinek, ochratoxin A), idegrendszeret károsító hatás (ochratoxin A, fumonizinek).

A takarmányokban jelenlévő mikotoxinok közül azok jelentenek élelmiszerbiztonsági problémát, amelyek az állati eredetű élelmiszer alapanyagokba bekerülnek, és így közvetetten bejutnak az ember szervezetébe. A közlemény összefoglalást ad a népegészségügyi és élelmiszerbiztonsági szempontból veszélyesebb mikotoxinok (aflatoxinok, ochratoxin A, zearalenon, trichotecének, fumonizinek) humán-egészségügyi hatásairól, az egyes mikotoxinoknak az állati eredetű élelmiszer alapanyagokban (tej és tejtermékek, hús és hústermékek, belső szervek, tojás) való előfordulásáról, valamint a mikotoxinok jogi szabályozásának alapjairól.

SUMMARY

Kovács, M.Ms. – Kovács, F. – Szeitzné Szabó, M.Ms. – Horn, P.: MYCOTOXIN CONTAMINATION OF FEEDS AND ITS FOOD SAFETY RELATION

Mycotoxins produced by microscopic moulds can enter into the human food chain directly through foods of plant origin (cereal grains), consumer goods (coffee and beer) and indirectly through foods of animal origin (kidney, liver, milk and eggs). Mycotoxins occur in small amount in the foods; however their continuous intake even in micro doses can result in accumulation in the organism. Synergic effects of the mycotoxins as well as their possible additive multi-toxic effects seem to be especially dangerous. The mycotoxin problem deserves attention in Hungary also because these natural toxins occur primarily in those cereal crops (e.g. wheat, maize) which occupy a substantial proportion of the sowing area of the country and serve as main food items for the human population and as important raw materials of animal feeds. The most frequently observed human health effects are carcinogen effects (aflatoxin, ochratoxin A, fumonisins, patulin); effects causing developmental abnormalities (zearalenon, ochratoxin); effects harmful to the reproduction (zearalenon, and trichotecenes), effects decreasing the resistance, immunosuppressive effects (trichotecenes), and effects causing injury of the nervous system (ochratoxin A, fumonisins).

Among mycotoxins in contaminated feeds those have human health risks which are accumulated or excreted in food products of animal origin (e.g. meat, fat, milk, egg). Milk demonstrates the greatest potential for introducing aflatoxin residues and ochratoxin A into the human diet. Among meat pork is the most susceptible to mycotoxin contamination, specifically to ochratoxin A (kidney, liver, blood and their derivatives as well). The occurrence of aflatoxin residues in eggs can also be an important human health hazard. According to the scientific data foods of animal origin do not pose a serious risk concerning many of the mycotoxins (i.e. trichotecenes, zearalenone, fumonisins), cereals are most frequently and highly contaminated.

It has recently recorded that 77 countries have specific regulations for mycotoxins, however no data are available for the most exposed regions. Public authorities are charged to set worldwide harmonised regulatory limits apart from economic interest.

A mikotoxinok az élelem előállítás teljes láncolatában (talaj-növény-állat-ember) kimutathatók. A talajok savanyodása, a nagytáblás monokultúrás termesztés, a hibás agrotechnika, a fungicidek szakszerűtlen használata, a gombafertőzésre érzékeny fajták és a gombák (*Fusarium* fajok) szaporodását segítő időjárási tényezők függvényeként alakul a mikotoxinok mennyisége, a táplálékláncban való vertikális mozgása és endémiás előfordulása. A gabonafélék szakszerűtlen tárolása is lehetőséget ad egyes penészgomba fajok szaporodására (raktári penészgombák) és toxin termelésére. A ma ismert toxikus metabolitok (toxinok) közül mintegy 100 mikotoxin káros hatása bizonyított, ezen belül 15–20 mikotoxin humán- és állategészségügyi szempontból is különleges jelentőséggel bír. A penészgombákkal tehát az élelmiszertermelés, -feldolgozás, -tárolás és -forgalmazás minden fázisában számolni kell.

A gabonatoxinok a növényi eredetű élelmiszerekkel, élvezeti cikkekkel — például korpában gazdag kenyérral, müzlivel, gyümölcslevekkel, sörral, kávéval, stb. — közvetlenül bejutnak az emberi szervezetbe. Ismeretes, hogy például a korszerűnek tartott táplálkozás során elfogyasztott búzakorpa, müzli, vagy kukoricatermék nagy mennyiségben tartalmaz biológiailag értékes anyagokat, ugyanakkor a gabonamagvak súlyos gombafertőződése esetén a mikotoxinok koncentrációja is nagy lehet bennük. A reformkonyha egyes kedvelt termékei tehát például *Fusarium* toxinokat is tartalmazhatnak, amelyek akár a pubertás zavaraihoz vezethetnek. Az állat eredetű termékek közül főként a belső szervekkel (vese, máj és a vér) készült töltelékáruval kerülhetnek mikotoxinok a táplálékláncba.

A mikotoxinok általában kis mennyiségben fordulnak elő az élelmiszerekben (mikrotoxikózis), és külön-külön nem is mindig váltanak ki kóros folyamatokat, egymás káros hatását azonban felerősíthetik. A folyamatosan felvett toxin mennyisége halmozódhat. A toxinok hőhatásra nem érzékenyek és a gyomorsavtartalma sem közömbösíti őket.

A mikotoxinok népegészségügyi vonatkozása

A mikotoxin-probléma Magyarországon azért is érdemel figyelmet, mert ezek a természetes toxinok főként azokban a gabonafélékben találhatóak (pl.: búza, kukorica), amely termények az ország vetésterületének jelentős hányadát foglalják el, a lakosság fő táplálékául szolgálnak, és az állatok takarmányának fontos alapanyagát képezik. Mivel a takarmányok valamilyen mikotoxinnal a penészeség minden látható jele nélkül is gyakorlatilag állandóan szennyezettek, ezért az ilyen takarmányokat fogyasztó állatok is állandó mikotoxin-terhelésnek vannak kitéve, ami veszélyezteti a gazdaságos állati eredetű élelmiszerek előállítását.

A leggyakoribb humán egészségügyi hatások: rákkeltő hatás (aflatoxin, ochratoxin A, fumonizinek, patulin), fejlődési rendellenességet okozó hatás (ochratoxin A), a reprodukcióra kifejtett káros hatás (zearalenon, trichotecének), az ellenálló képesség csökkenése, immunsuppresszív hatás (trichotecének), lipidperoxidációt, apoptózist indukáló hatás (T-2, aflatoxin, fumonizinek, ochratoxin A), idegrendszert károsító hatás (ochratoxin A, fumonizinek).

A mikotoxinok többsége az élelmiszerral, a tápcsatornán keresztül jut be az ember szervezetébe. A vékonybélből való felszívódásuk után a portális kerin-

géssel a májba jutnak. Innen változatlan formában kiválasztódhatnak az epével, és a bélsárral kiürülnek a szervezetből. A máj átalakíthatja, illetve kumulálhatja a toxint. A májból a keringésbe kerülő toxinok megjelenhetnek a legkülönbözőbb szervekben (pl. vese, izom, zsírszövet, agy), illetve kiválasztódhatnak (pl. vizelet, tej). A toxinok metabolizációja jelenthet detoxikációt, keletkezhetnek kevésbé toxikus metabolitok (pl. aflatoxin B₁-ből aflatoxin M₁), de jelentheti a toxicitás növekedését is (pl. zearalenon metabolizációja).

A mikotoxin károsító hatásának jellegét és súlyosságát külső és belső tényezők befolyásolhatják, így a mikotoxin biológiai tulajdonsága (kumulálódás), koncentrációja, a hatás időtartama, több mikotoxin egyidejű jelenléte (interakció, szinergizmus, addicionáló hatás), egyedi érzékenység, egészségi állapot, táplálóanyag, vitamin és hatóanyag ellátottság, stresszorok, stb. Napjainkban elsősorban a szubklinikai formában előforduló, krónikus mikotoxikózisokkal kell számolni. Míg az egyes toxinok hatása, hatásmechanizmusa viszonylag jól feltárt, addig keveset tudni ezek együttes (szinergista, additív, esetleg antagonista) hatásáról. Márpedig hasonló környezeti feltételek között többféle penészgomba elszaporodására is számíthatunk, illetve egy penészgomba faj több toxint is termel. Így a legtöbbször ezek együttes, multitoxikus hatása érvényesül.

Fejlett országok lakossága sokkal alacsonyabb expozíciónak van kitéve, az ételkészítési széles skálájának, könnyű elérhetőségének, a modern termesztési, tárolási és tartósítási technológiáknak, a szigorú szabályozásnak és ellenőrzésnek köszönhetően. Még ilyen körülmények között is gyakran okoz krízist a fejlődő országokból történő, erősen szennyezett tétel importja. Akut, klinikai tünetekben megnyilvánuló mikotoxikózissal leginkább a fejlődő országokban lehet számítani.

A mikotoxin probléma fontosságát jelzi, hogy több ország (*van der Westhuizen és mtsai*, 2002-es adatai szerint 77 ország) rendelkezik szabályozó határértékekkel, míg a leginkább veszélyeztetett országokból (Afrika) hiteles adatok még nem állnak rendelkezésünkre. A szabályozásként megszabott határértékek is sokszor megkérdőjelezhetők, mivel azokat jelentősen befolyásolja az adott ország gazdasági és fejlettségi állapota, gyakran az ökonómiai következmények és az ételbiztonság iránti igény kompromisszumaként születnek.

A népegészségügyi és ételbiztonsági szempontból veszélyesebb mikotoxinok és humán-egészségügyi hatásuk

Aflatoxinok: Az *Aspergillus flavus* és *A. parasiticus* által termelt mikotoxinok jelenlétét ételmezés-egészségügyi szempontból a legsúlyosabbnak tartják, mivel erősen toxikusak, és az IARC (2002) besorolás szerinti 1-es csoportba tartoznak karcinogénitásuk alapján. Megállapították azt is, hogy a karcinogén hatás sokkal kifejezettebben jelentkezik a hepatitis B vírust (HBV) hordozó egyekben. A májrák kialakításában a toxin és a vírus szinergista hatást mutat, azaz az aflatoxin B₁ egy lehetséges rizikófaktor a HBV-t hordozó emberekben, a májrák manifesztálódásában (Kew, 2003). Legújabb eredmények szerint a toxin szomatikus mutációt okoz a p53-as tumor szupresszor génben (TP53),

amelynek kimutatása biomarkerként alkalmazható az expozíció becslésében (Olivier és mtsai, 2004).

Az aflatoxinokat termelő penészgomba-fajok széles körben elterjedtek, a toxin előfordulása mégis földrajzi és szezonális tényezők függvénye. Az aflatoxikózis kóroktanában a B₁, B₂, G₁, G₂ és M₁ toxinok a meghatározóak. Az aflatoxin M₁ (AFM₁) az aflatoxin B₁ (AFB₁) 4-hidroxi származéka, és az AFB₁-et fogyasztó emlősök tejében jelenik meg. Az AFM₁ karcinogenitása kb. egy nagyságrenddel kisebb (2–10%-a), mint az AFB₁-é. Az aflatoxinok leggyakrabban és legnagyobb koncentrációban, földimogyoróban fordulnak elő, de gyakoriak egyéb fehérjedús olajos magvakban is (gyapot-mag, mandula, pisztácia, stb.). Kimutatták már szójából, rizsből, kölesből, kávéból, kukoricából és más gabonafélékből, valamint őrölt pirospaprikából. A toxin állati eredetű élelmiszer alapanyagokban (máj, tej, hús, tojás) is megtalálható. Bár a toxin hazánk éghajlati viszonyai mellett nem termelődik, a kereskedelem liberalizálódása miatt, importált tételekben számítani lehet előfordulására.

Az utóbbi évtizedek kutatási eredményei szerint, a takarmánnyal elfogyasztott AFB₁ 0,3–6,2%-a jelenik meg AFM₁-ként a tejben. A kiválasztás mértékét minden olyan tényező befolyásolja, amely a tejmirigy alveolusok permeabilitását megváltoztatja (pl. a laktáció stádiuma, tejtermelés foka, mastitis). A limitként megszabott 0,05 µg/kg koncentráció a tejben akkor érhető el, ha a tehének AFB₁ felvételét limitálni tudjuk 40 µg/nap/tehen mennyiségre, ez max. 3,4 µg/takarmány kg (ppb) szennyezettséget jelent.

Ochratoxin A: Az ochratoxin A-t (OTA) számos *Aspergillus* és *Penicillium* gombafaj szintetizálja. A toxin vese- és májkárosító, teratogén, mutagén és egyre inkább bizonyítottan rákkeltő hatású. Ma már jól ismert, hogy a "balkáni endémiás nephropathia" elnevezésű betegséget, amelyet Bulgáriában, Jugoszláviában és Romániában csaknem kizárólag a vidéki lakosság körében észleltek, a gabonafélék OTA szennyezettsége okozza. A toxikózis általában 30–50 éves kor között jelentkezik, de kimutatták már fiatalabb, 10–19 éves korban is. Előfordulási gyakoriságát 2–10%-ra becsülik. A betegség endémiásan jelentkezik, Bosznia-Hercegovina, Horvátország, Szerbia és Bulgária egyes területein. Szoros korrelációt mutattak ki a húgyúti daganatok előfordulása és a balkáni endémiás nephropathia okozta elhalálozások számával (Petkova-Bocharova és mtsai, 2002).

Felmerült annak a lehetősége is, hogy az egyes észak-afrikai országokban (Egyiptom, Algéria, Marokkó) gyakran előforduló krónikus interstitialis nephropathia (CIN) hátterében szintén a magas OTA terhelés áll. Van ugyanakkor olyan vélemény is, amely szerint az OTA önmagában nem, csak más környezeti toxikus hatásokkal (pl. citrinin) együtt képes az említett kórképek kialakítására (Abouzied és mtsai, 2002).

A toxin káros hatása három tényezőtől tevődik össze. Gátolja a mitokondriumban a terminális oxidációt, így ATP hiány lép fel; gátolja a tRNS szintetáz-t, ami csökkent fehérjeszintézist eredményez, és növeli a lipidperoxidációt. A tumorkeltő hatás hátterében feltehetően a DNS-hez való kötődés áll, a megalapítások ezzel kapcsolatban még nem tisztázottak (Galvano és mtsai, 2005).

Az ochratoxin-A hazánkban is komoly egészségügyi kockázatot jelent. Az ember közvetlenül (penészes növényi eredetű élelmiszerekkel) és közvetve

(állati eredetű termékekkel) veszi fel a toxint. Az élvezeti cikkek közül a kávé és a fűszerek (paprika) gyakran tartalmazhatnak toxint. A kockázatot növeli, hogy a toxin kiürülése lassú, ami azt jelenti, hogy a felvett toxin kumulálódik, felszívódása után a toxin a különböző szövetekből is kimutatható, legtöbbit a vér, a vese és a máj tartalmazza. Emberen az OTA felezési ideje 35 nap, azaz a fogyasztást követően tartósan kimutatható a vérből (WHO, 2001). Ezért alkalmas a humán vérminták OTA tartalmának mérése a toxin expozíció monitorozására (1. táblázat).

1. táblázat

Néhány példa az ochratoxin A előfordulására egészséges emberek vérében (JECFA, 2001)

Ország(1)	Mintavétel ideje(2)	Pozitív/vizsgált mintaszám(3)		Koncentráció (ng/ml)		Forrás(6) (cit. JECFA, 2001)
		n	%	\bar{x}	szélső értékek(4)	
Bulgária	1984–1990.	9/125	7		1,0–10	Petkova-Bocharova és mtsai (1991)
Cseh Köztársaság	1994.	734/809	91	0,23	0,1–14	Malir és mtsai (1998)
	1995.	404/413	98	0,24	0,1–1,9	
Dánia	1986.			1,5	0,1–9,7	Hald (1991)
	1987.			2,3	0,1–9,4	
	1988.			1,6	0,1–13	
Franciaország	1991–1992.	97/500	19		0,1–12	Creppy és mtsai (1993)
		385/2055	19		0,1–160	
		75/515	15		0,1–4,3	
Horvátország	1997.	148/249	59	0,39	0,2–16	Peraica és mtsai (1999)
Kanada	1994.	144/144	100	0,88	0,3–2,4	Scott és mtsai (1998)
Magyarország	1995.	291/355	82		0,2–10	Solti és mtsai (1997)
	1997.	213/277	77		0,1–1,4	Tapai és mtsai (1997)
Németország	1977.	84/165	51	0,79	0,1–14	Bauer és Gareis (1987)
	1985.	89/141/	63	0,42	0,1–1,8	
	1988.	142/208	68	0,75	0,1–8,4	
Olaszország	1992.	65/65	100	0,53	0,1–2,0	Breitholtz-Emanuelsson és mtsai (1994)

Table 1.: Occurrence of ochratoxin A in blood samples from healthy people (according to JECFA, 2001)
country(1), period of sample collection(2), positive/analysed no. of samples(3), range(4), reference(5)

A szájon át felvett OTA 6%-a változatlan formában ürül a vizelettel, egyes vizsgálatok szerint az aktuális OTA felvételt a vizelet OTA tartalma jobban tükrözi, mint a vérplazma toxin szintje (Gilbert és mtsai, 2001). Ember esetében ez mintavételi szempontból is kedvezőbb.

A toxin az anyatejjel is kiválasztódik, ezért az érintett lakosság körében számolni kell a csecsemők igen korai expozíciójával. Magyarországon a szolnoki és a kaposvári kórházban végeztek felmérést (Kovács és mtsai, 1995), az eredmény szerint, szülés után, a vizsgált nők 52%-ának véréből, illetve 40%-ban az anyatejből lehetett OTA-t kimutatni, ez utóbbiban 1,4 ng/l mennyiségben. Magyarországon 3 megye 5 településén élő emberek vizeletmintájának 63%-ában átlagosan 0,015 ng/ml (tartomány 0,006–0,065 ng/ml) OTA tartalmat mértek, az eredmények azonban jelentős regionális különbözőséget mutattak

(Fazekas és mtsai, 2005). Hazai eredetű, kereskedelmi forgalomban lévő búzaminták 8,3%-a mutatott OTA szennyezettséget, átlagosan 0,29 ng/g-ot, (szélső értékek: 0,12–0,5 ng/g), míg a kávéminták 66%-ában ki lehetett mutatni az OTA-t (0,17–1,3, átlag érték: 0,57 ng/g). Az eredmények alapján végzett számítások szerint az emberek OTA felvétele a cereáliákon keresztül 6,7 ng/nap, míg a kávé fogyasztásával 4,1 ng/nap toxin jut be szervezetünkbe, amely önmagában nem jelent komoly humán egészségügyi kockázatot (Fazekas és mtsai, 2002). Amint azt azonban a takarmány és élelmiszer alapanyagok, valamint a humán vér- és tejminták toxin vizsgálatának eredményei jelzik, az OTA jelenlétével mindig számolni kell a táplálékláncban. Ezért fontos a humán expozíció mértékének folyamatos figyelemmel kísérése.

Zearalenon: A zearalenon az egyik leggyakrabban előforduló *Fusarium* toxin (Ványi, 1993; Ványi és mtsai, 1995). A toxin ösztrogén hatású, az ösztrogénkötő receptorokkal rendelkező szervezetben okoz károsodást. Hímivarú állatokban gátolja a spermiogenezist, melynek súlyossága arányos a bevitt mennyiséggel és a toxinhatás időtartamával. A nőivarú egyedekben a méh állandó ödémás állapota észlelhető nagymértékű sejtproliferáció kíséretében. A petefészek és a méh működésében aszinkronia alakul ki, a pete implantációja akadályozott, méh eredetű meddőség alakulhat ki (Rafai, 2001). A genotoxikus és mutagén hatást az elmúlt évtizedben bizonyították, de a hatásmechanizmus ma még nem ismert minden részletében.

Feltételezik, hogy a zearalenon (F-2 toxin) karcinogenezist indíthat meg az ösztrogén dependens szövetekben (méh, emlő). Endometrium adenokarcinómában szenvedő asszonyok méh nyálkahártyájából vett szövetminták $48 \pm 6,5$ ng/ml koncentrációban tartalmaztak zearalenont, míg hyperplasiás endometrium szövetmintákból 170 ± 18 ng/ml toxint mutattak ki (JECFA, 2001).

A zearalenont feltételezik a lányokban előforduló ivari koraérés okaként. Magyarország dél-keleti régiójában a 90-es évek elejétől hasonló, a tejmirigy ivarérés előtti duzzanatával együtt járó eseteket figyeltek meg elsősorban az ún. „egészséges” reform ételeket fogyasztók körében (Szűts és mtsai, 1997, 1998).

A zearalenon döntően gabonamagvak (azon belül is a kukorica és a búza) és az azokból előállított termékek fogyasztása során kerül be az emberi szervezetbe. Gyerekekben elsősorban a gabonapelyhek és a popcorn, újszülöttekben pedig az anyatejjel kiválasztott toxin fogyasztása jelenthet veszélyt. Számos irodalmi adat szerint a zearalenon nem képez humán egészségügyi szempontból számottevő mértékű metabolitot sem a tejben, sem pedig a húspanban, így ezek az állati eredetű élelmiszerek nem jelentenek potenciális veszélyt. A tojás-sárgája azonban kumulál bizonyos metabolitokat, így az expozíció forrása lehet.

Trichothecének: A trichothecén típusú toxinok (T-2, HT-2, DON, DAS, NIV és fuzarenon-X) a leggyakoribb *Fusarium* toxinok hazánkban. Közülük a dioxinivalenol (DON) fordul elő leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben a különféle étkezési gabonaneműekben és termékeikben.

Eddig megismert káros hatásai: súlyos gastrointestinalis zavarok (hányás, hasmenés), dermatotoxikusak, befolyásolják a szaporítószervek működését, módosítják a mellékvese működését, immunszuppresszív hatásúak, nekrotikus és gyulladásos folyamatokat indítanak meg, idegrendszeri elváltozásokat indukálnak. Sejtszinten gátolják a fehérje, a DNS- és RNS-szintézist, befolyásolják a membrántranszport (nukleotidok, aminosavak, glükóz, Ca-K csatorna) folyamatokat. Sejten belüli metabolizmusuk fokozott lipid peroxidációval jár együtt, vérsé nyiroksejtekben kimutatták apoptózist indukáló hatásukat.

Az idült megbetegedések közül a nyelőcsőrák, a gyomor- és májrák, valamint az osteoarthritis egy típusának (Kashin-Beck betegség) kialakulásával összefüggésben vizsgálták a DON szerepét (IARC, 1993).

Fumonizinek: A fumonizinek a *Fusarium* toxinok viszonylag újonnan felfedezett, 1988-ban leírt csoportját alkotják, amelyek fő képviselője a fumonizin B₁ (FB₁). A FB₁ állatfajokban eltérő kórképeket idéz elő, lovakban encephalomaláciát, sertésben tüdővizenyőt, patkányban máj- és veseelfajulást, májrákot okoz. Rákkeltő hatása alapján az IARC (2002) besorolás szerinti 2B csoportba tartozik, azaz potenciálisan karcinogén. Ma már általánosan elfogadhatónak tekinthető, hogy a magas FB₁ tartalmú kukorica fogyasztása felelős az emberi nyelőcsőrák kialakulásáért. Olyan területeken alakul ki, ahol a lakosság táplálkozásában alapvető a kukorica, és annak más területekhez viszonyítva lényegesen magasabb a FB₁ koncentrációja (Dél-Afrika, Kína, Irán, ÉK-Olaszország, Kenya, Brazília, Irán). Általában a szociálisan, gazdaságilag elmaradottabb területeken figyelhető meg, ahol a táplálék alapját a gyakran nem megfelelően tárolt, szennyezett, penészes kukorica és az abból készített ételek, italok (pl. sör) képezik. Ez a táplálkozás egyben alacsony táplálóanyag, vitamin és ásványanyag-ellátást is jelent.

A FB₁ toxikózis elsődleges forrása a kukorica. Legtöbb toxin a kukorica szemtermésben van, általában kevesebbet tartalmaznak a darált (dara, liszt, kevert kukorica termékek, pl. polenta), és a valamilyen módon kezelt kukorica termékek (kukoricapehely, chips, extrudált kukorica, pattogatott kukorica, főtt csemegekukorica). A növényi eredetű élelmiszerek között a gabonamagvakon kívül, a rizsből és különböző babfélékből mutattak ki FB₁-et.

A toxin terhelés becslése során általában a fogyasztott élelmiszerek FB₁ tartalmának meghatározását veszik alapul. Újabban a toxikózis legérzékenyebb és specifikusabb biomarkerének, a megváltozott szfinganin és szfingozin arányának (SA/SO) mérése van elterjedőben, hiszen a szabad szfingoid bázisok koncentrációjának meghatározása a vizeletben mintavételi és analitikai szempontból is viszonylag egyszerű, ugyanakkor pontosabb információt ad (Shephard és mtsai, 1996).

A legújabb eredmények összegzéseként, a US Council for Agricultural Science and Technology (CAST, 2003) hangsúlyozta, hogy további vizsgálatok szükségesek a szfingolipid metabolizmust megváltoztató és apoptózis indukáló hatás területén, annak feltárására, hogy ezek a folyamatok mennyiben járulnak hozzá a karcinogén hatáshoz, és ezek milyen oktani összefüggésben állnak az emberi nyelőcsőrák kialakulásával.

A mikotoxinok előfordulása állati eredetű élelmiszer alapanyagokban

A takarmányokban jelenlévő mikotoxinok közül azok jelentenek élelmiszerbiztonsági problémát, amelyek az állati eredetű élelmiszer alapanyagokba kerülnek, és így közvetetten bejutnak az ember szervezetébe.

Tej és tejtermékek: A tejben előforduló mikotoxinok jelentetik a legnagyobb problémát, hiszen a tej és a belőle készülő termékek a lakosság egészségének egyik legjelentősebb táplálóanyag forrása. Különösen jelentős ez kisgyerekek esetében, akik nagyobb mennyiségben fogyasztják, és akik sokkal érzékenyebbek minden toxikus hatással szemben.

A tejben szinte kizárólag az aflatoxin M₁ kiválasztásával kell számolni. Az utóbbi évtizedben ennek előfordulása is jelentősen csökkent, ami a nagyon szigorú ellenőrzéseknek (főleg az EU-ban) és az analitikai módszerek növekvő pontosságának köszönhető. Az ellenőrző vizsgálatok során talált szennyeződések esetében a mért koncentrációk nem érték el a maximálisan megengedett 0,05 µg/kg értéket (Galvano és mtsai, 2005). Ennek ellenére a folyamatos és széleskörű monitorozási programokra szükség van, hiszen a kontamináció mérteke az időjárástól függően évről évre változhat.

Az AFM₁ stabil vegyület, a feldolgozás során nem alakul át, így a tejtermékekben (sajt, joghurt, vaj) is megjelenik (Galvano és mtsai, 1996). Mivel a toxin kötődik a kazeinhez, ezért a sajt készítés során a tej toxintartalma koncentrállódhat, és a késztermék AFM₁ tartalma akár 3–6-szorosa is lehet a tej szennyezettségének (Yousef és Marth, 1989). Galvano és mtsai (1996) által 1980–1995 között összegyűjtött adatok szerint a tejpor és így a csecsemőtápszerek is tartalmazhatnak nyomokban AFM₁-et. Bár a szennyezettség nagyon kismértékű, de figyelembe véve, hogy ez kizárólagos tápláléka lehet a csecsemőknek, elengedhetetlen ezek folyamatos ellenőrzése.

Az anyák által elfogyasztott aflatoxin és ochratoxin A szintén kiválasztódik a tejben és komoly kockázatot jelent a csecsemők számára. Míg az aflatoxinnal a trópusi és szubtrópusi országokban kell számolni, addig az OTA a mérsékelt éghajlaton jelent problémát. Fejlődő országokban a tej sokszor nagyobb mértékű AF és OTA expozíciós forrás, mint amennyi a fejlődő országokban a takarmányok megengedett maximális toxintartalma (Jonsyn és mtsai, 1995).

Elvileg megvan a lehetőség az OTA, a DON, a fumonizinek és a zearalenon átjutásának is. Ennek gyakorlati jelentősége azonban kicsi, csak nagy dózisé (kísérletes) expozíciót követően lehetett ezeket a toxinokat nyomokban megtalálni a tejben. Zearalenont, α- és β-zearalenolt mutattak ki juhok, tehének és kocák tejében. Koncentrációjuk ugyan a toxinbevitel megszüntetését követően azonnal minimumra csökkent, de még 5 napig volt kimutatható volt. 25 mg/kg zearalenon 7 napig tartó etetését követően mindösszesen 1,3 mg/kg volt a tejjel kiürített zearalenon és metabolitjainak mennyisége. Extrém nagy dózis (6000 mg/állat) hatására a zearalenon és metabolitjai 6 µg/l körüli mennyiségben ürültek a tejjel. A takarmány átlagos toxin szennyezettsége esetén gyakorlatilag minimális ürítéssel kell számolni (JECFA, 2001). T-2 toxint (2 µg/l) mutattak ki tehéntejben szintén magas (160–180 mg/nap) expozíciót követően (Yoshizawa és mtsai, 1981). Ugyancsak magas toxinbevitelt követően (100 mg/nap/állat) lehetett FB₁-et kimutatni kocatejből (Zomborszky-Kovács és mtsai, 2000).

Hús és hústermékek, belső szervek: A kérődzők húsát szinte ki lehet zárni, mint mikotoxin expozíciós lehetőséget, az előgyomrokban végbemenő mikrobiális metabolizáció miatt. Toxikológiai szempontból a baromfi sem jelentős veszélyforrás. Mivel a sertéstápok tartalmaznak gyakrabban ochratoxin A-t, és a toxin lassan választódik ki, a leggyakrabban a sertéshús és készítményei lehetnek szennyezettek (2. táblázat). Több országban végeztek széles körű felmérést: sertéshúsban (Curtui és mtsai, 2001; Jorgensen és Petersen, 2002), kolbászkészítményekben (Frank, 1991), sonkában (Chiavaro és mtsai, 2002), sertés májban (Dragacci és mtsai, 1999), májpástétomban (Jimenez és mtsai, 2001) a szennyezettség mértéke általában nem érte el a megengedett határértékeket. Dániában a 15 µg/kg feletti OTA tartalom esetén elkobozzák a májat és a vesét, ha az említett szervekben a koncentráció meghaladja a 25 µg/kg-ot az egész test elkobzásra kerül (Mousing és mtsai, 1997). Franciaországi becslések szerint az ember teljes OTA expozíciójában mindössze 3% vezethető vissza toxintartalmú hús fogyasztására (Verger és mtsai, 1999).

2. táblázat

Különböző élelmiszer alapanyagok hozzájárulása a humán OTA terheléshez (JECFA, 2001)

Élelmiszer(1)	Szennyeződés, µg/kg(2)	OTA felvétel(3)		
		g	µg/hét/fő(4)	ng/testsúly, kg/hét(5)
Gabonafélék(6)	0,94	230	1,50	25,00
Sör(7)	0,023	260	0,04	0,69
Bor(8)	0,32	240	0,54	8,90
Sertéshús(9)	0,17	76	0,09	1,50
Baromfi hús(10)	0,041	53	0,02	0,25
Száritott gyümölcsök(11)	2,2	2,3	0,03	0,58
Órölt kávé(12)	0,76	24	0,13	2,10

Table 2.: Classification of food categories as a function of their relative contribution to human OTA exposure (according to JECFA, 2001)
 food category(1), contamination(2), OTA intake(3), µg/week/person(4), ng/kg bw/week(5), cereals(6), beer(7), wine(8), pork(9), poultry(10), dried fruits(11), roasted coffee(12)

Számos vizsgálat eredménye igazolta, hogy a toxin kiválasztása a vesén keresztül történik, és itt kumulálódik is. Mivel az OTA előfordulásával Magyarországon is folyamatosan számolnunk kell, a 80-as évek elején egy széleskörű felmérés keretében 1,5 millió sertést vizsgáltak meg különböző vágóhidakon. A makroszkópos elváltozást mutató vesék 39%-a tartalmazott OTA-t. Ezek 66%-ában az OTA tartalom nem haladta meg az 5 µg/kg-ot, 10% esetében azonban több mint 100 µg/kg toxint tartalmazott (Sándor és mtsai, 1982).

A fumonizinek állati eredetű élelmiszer alapanyagokban való megjelenésének lehetőségéről viszonylag kisszámú adat áll rendelkezésünkre. Marhahúsból csak extrém nagy dózisú toxinfelvételt követően lehetett kimutatni (Smith és Thakur, 1996). Tejmintákban nem volt kimutatható mennyiségben jelen (Richard és mtsai, 1996). Sertéshúsban nem, de a sertés májában és veséjében lehet akkumulációra számítani (Prelusky és mtsai, 1994). Baromfiban FB₁ tartalmú takarmány etetését követően sem a húsból, sem pedig a tojásban nem volt kumuláció (Vudathala és mtsai, 1994). Választott malacokkal végzett

kísérletünkben, 21 napig 50 mg/nap FB_1 -t és 20 mg/nap FB_2 -t etetve, a legmagasabb FB_1 koncentrációt a májban ($99,4 \pm 37,5$ ng/g) és a vesében ($30,6 \pm 10,1$ ng/g), míg a legmagasabb FB_2 koncentrációt a májban ($1,4 \pm 2,3$ ng/g) és a zsírszövetben ($2,6 \pm 4,8$ ng/g) mutattuk ki. A fogyasztásra leginkább kerülő izom és zsírszövet minták többsége nem tartalmazott kimutatható mennyiségű FB_1 -et (Fodor és mtsai, 2006).

Több vizsgálat is igazolta, hogy a máj zearalenont és annak metabolitjait is tartalmazhat (James és Smith, 1982; Mirocha és mtsai, 1982; Sándor, 1984).

Tojás: A legtöbb információ az AFB_1 és toxikus metabolitjainak, illetve ezek konjugált formáinak a tojással történő kiválasztására vonatkozóan áll rendelkezésünkre (Micco és mtsai, 1987). Az irodalmi adatok meglehetősen széles határok (250:1 és 125000:1) között számolnak be értékekről, amelyek a takarmányban lévő AFB_1 -nek a tojásban való megjelenésének mértékét jellemzik (Galvano és mtsai, 2005). A tojással való nagyobb fokú expozíció elkerülése érdekében az EU már 1974-ben 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ban szabta meg a tojótyúkok takarmányának megengedhető AFB_1 tartalmát. Az újabb tudományos eredmények megerősítették, hogy amennyiben a megadott határértékeket betartják, AFB_1 , vagy metabolitjai nyomokban sem mutathatók ki a tojásból (Galvano és mtsai, 2005).

A tojás akumulálhat zearalenont is, ami még akkor is kimutatható a tojásárgájában, amikor a toxin 94%-a már kiürült a szervezetből (Dailey és mtsai, 1980).

Jelzett T-2 egyszeri (0,25 mg/testsúly kg) bevitele után 24 órával a legtöbb toxint a tojás tartalmazta, a sárgája az összes bevitt toxin 0,04%-át, a fehérje a 0,13%-át. Tartósabb (8 nap) bevétel esetén a sárgája és a fehérje T-2 akumulációja 0,28, illetve 0,41% volt. Egy átlagos súlyú tojótyúk esetében napi 100 g 1,6 mg/kg T-2-t tartalmazó takarmány elfogyasztása után a tojások átlagosan 0,9 μg T-2-t tartalmaztak (Chi és mtsai, 1978).

Összefoglalva az eddigi vizsgálati eredményeket megállapítható, hogy a mikotoxinok nagy része nem közvetetten, hanem elsősorban növényi eredetű élelmiszerekkel jutnak be az ember szervezetébe. Az állati eredetű élelmiszerek és alapanyagok nem jelentenek számottevő népegészségügyi veszélyt. Mivel azonban az állatok között jelentős eltérés lehet egyedi érzékenység, metabolizmus stb. tekintetében, magasabb toxintartalmú sertéshús, máj, vérkészítmények, vese vagy tej fogyasztása esetenként eredményezhet nagyobb fokú terhelést.

A mikotoxinok jogi szabályozása nemzetközi összehasonlításban

Az akut tüneteket nem okozó kis dózisú mikotoxinok súlyos populációs szintű egészségkárosító hatása miatt egyre több ország alakít ki szabályozást az élelmiszerek és takarmányok tolerálható mikotoxin tartalmára. A nemzetközi szabályozásban az élelmiszerekre vonatkozóan a FAO/WHO Codex Alimentarius-a az irányadó. A fejlett és a fejlődő országok között a mikotoxin határértékek tekintetében nehezen kibékíthető ellentét van. A fejlett országok ugyanis a karcinogen, génkárosító anyagokra vonatkozó ALARA elv alapján saját lakos-

ságuknak a lehető legalacsonyabb karcinogén anyaggal történő terheléssel, a lehető legteljesebb védelmet kívánják biztosítani, míg a fejlődő országok ebben főleg kereskedelmi akadályt látnak, és a szigorú szabályozást nem tartják tudományosan megalapozottnak (Otsuki és mtsai, 2001).

A legérzékenyebb szabályozás világszerte a legveszélyesebb mikotoxinoként számon tartott aflatoxinokra alakult ki, és az aflatoxin B₁ és/vagy az összes aflatoxin (B₁+B₂+G₁+G₂), valamint az M₁ még tolerálható határértékeit szabályozza. Az aflatoxinokon kívül más mikotoxinok mennyiségét csak kevés országban és főleg csak élelmiszerekre vonatkozóan szabják meg (pl. a patulint gyümölcskészítményekben, ochratoxin A esetében a gabona és gabonakészítmények, DON esetében főleg búzára, lisztre).

A takarmányokban a 2002/32/EK irányelv és módosításai határozzák meg a nemkívánatos anyagokat. A mikotoxinok közül az aflatoxin B₁ esetében korlátozzák a takarmányban levő mennyiséget. Az európai uniós határértékeket a Magyar Takarmánykódex kötelező alkalmazásáról szóló FVM rendelet honosította.

A határértékek kidolgozása, a mikotoxint csökkentő programnak csak egyik fontos eleme. A komplex nemzeti programnak termőföldtől az asztalig, a teljes táplálékláncban érvényesítenie kell a megelőző szemléletet az emberi egészség védelme érdekében.

IRODALOM

- Abouzied, M.M.- Horvath, P.M. – Podlesny, N.P. – Regina, N.P.- Metodiev, R.M. – Kamenova-Tozeva, R.M. – Niagolova, N.D. – Stein, A.D. – Petropoulos, E.A. – Ganev, V.S.(2002): Ochratoxin A concentrations in food and feed from a region with Balkan Endemic Nephropathy. Food Addit. Contam., 19. 755–764.
- CAST(2003): Mycotoxins: Risk in plant, animal and human systems. Task Force Report, 139. 217.
- Chi, M.S. – Robinson, T.S. – Mirocha, C.J. – Behrens, J.C. – Shimoda, W.(1978): Transmission of radioactivity into eggs from laying hens (*Gallus domesticus*) administered tritium labeled T-2 toxin. Poultr. Sci., 57. 5. 1234–1238.
- Chiavaro, E. – Lepiani, A. – Colla, F. – Bettoni, P. – Pari, E. – Spotti, E.(2002): Ochratoxin A determination in ham by immunoaffinity clean-up and a quick fluorometric method. Food Addit. Contam., 19. 575–581.
- Curtui, V.G. – Gareis, M. – Usleber, E. – Martlbauer, E.(2001): Survey of Romanian slaughtered pigs for the occurrence of mycotoxins ochratoxin A and B, and zearalenone. Food Addit. Contam., 18. 730–738.
- Dailey, R.E. – Reese, R.E. – Brouwer, E.A.(1980): Metabolism of 14C zearalenone in laying hens. J. Agric. Food Chem., 28. 286–291.
- Dragacci, S. – Grosso, F. – Bire, R. – Fremy, J.M. – Coulon, S.A.(1999): French monitoring programme for determining ochratoxin A occurrence in pig kidneys. Nat. Toxins, 7. 167–173.
- Fazekas, B. – Tar, A. – Kovács, M.(2005): Ochratoxin A content of urine samples of healthy humans in Hungary. Acta Vet. Hung., 53. 1. 35–44.
- Fazekas, B. – Tar, A. – Zomborszky-Kovács, M.(2002): Ochratoxin contamination of cereal grains and coffee in Hungary in the year 2001. Acta Vet. Hung., 50. 177–188.
- Fodor, J. – Meyer, K. – Riedlberger, M. – Bauer, J. – Pósa, R. – Horn, P. – Kovács, F. – Kovács, M. (2006): Fumonizin analógok *Fusarium verticillioides* gombatenyésztés száján át való adagolását követő eloszlása a sertés szervezetében és eliminációja. Magyar Állatorvosok Lapja, 128. 334–342.
- Frank, H.K.(1991): Food contamination by ochratoxin A in Germany. IARC Sci. Publ., 115. 77–81.
- Galvano, F. – Galofaro, V. – Galvano, G.(1996): Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products. J. Food Prot., 59. 1079–1090.

- Galvano, F. – Ritienei, A. – Piva, G. – Pietri, A.(2005): Mycotoxins in the human food chain. In: The Mycotoxin Blue Book (ed.: Diaz, D.), Nottingham University Press, 187–224.
- Gilbert, J. – Brereton, P. – MacDonald, S.(2001): Assessment of dietary exposure to ochratoxin A in the UK using a duplicate diet approach and analysis of urine and plasma samples. Food Addit. Contam., 18. 1088–1093.
- IARC(1993): Summaries & Evaluations, 56. 245.
- IARC(2002): Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene, 82.
- James, L.J. – Smith, T.K.(1982): Effect of dietary alfalfa on zearalenone toxicity and metabolism in rats and swine. J. Anim. Sci., 55. 110–118.
- JECFA(2001): Safety evaluation of certain additives and contaminants. www.who.int/pcs/jecfa/JECFA_publications.htm
- Jimenez, A.M. – Lopez de Cerain, A. – Gonzalez-Penas, E. – Bello, J.(2001): Determination of ochratoxin A in pig liver-delivered pates by high-performance liquid chromatography. Food Addit. Contam., 18. 559–563.
- Jonsyn, F.E. – Maxwell, S.M. – Hendrickse, R.G.(1995): Ochratoxin A and aflatoxins in breast milk samples from Sierra Leone. Mycopathol., 131. 121–126.
- Jorgensen, K. – Petersen, A.(2002): Content of ochratoxin A in paired kidney and meat samples from healthy Danish slaughter pigs. Food Addit. Contam., 19. 562–567.
- Kew, M.C.(2003): Synergistic interaction between aflatoxin B₁ and hepatitis B virus in hepatocarcinogenesis. Liver Int., 23. 405–409.
- Kovács, F. – Sándor, G. – Ványi, A. – Domány, S. – Zomborszky-Kovács, M.(1995): Detection of Ochratoxin-A in human blood and colostrum. Acta Vet. Hung., 43. 393–400.
- Micco, C. – Brera, C. – Miraglia, M. – Onori, R.(1987): HPLC determination of the total content of aflatoxins in naturally contaminated eggs in free and conjugated forms. Food Addit. Contam., 4. 407–414.
- Mirocha, C.J. – Robison, T.S. – Pawlosky, R.J. – Allen, N.K.(1982): Distribution and residue determination of (H-3)-labeled zearalenone in broilers. Toxicol. Appl. Pharmacol., 66. 1. 77–87.
- Mousing, J. – Kyval, J. – Jensen, T.K. – Aalbaek, J. – Buttenschon, J. – Svensmark, B. – Willeberg, P.(1997): Meat safety consequences of implementing visual postmortem meat inspection procedures in Danish slaughter pigs. Vet. Rec., 140. 472–477.
- Olivier, M. – Hussain, S.P. – Caron de Fromentel, C. – Hainaut, P. – Harris, C.C.(2004): TP53 mutation spectra and load: a tool for generating hypotheses on the etiology of cancer. IARC Sci. Publ., 157. 247–270.
- Otsuki, T. – Wilson, J. S. – Sewadeh, M.(2001): Saving two in a billion: quantifying the trade effect of European Food Safety Standards on African exports. Fd Policy, 26. 5. 495–514.
- Petkova-Bocharova, T. – Chernozemsky, I.N. – Castegnaro, M.(2002): Balkan endemic nephropathy and associated urinary tract tumours: a review on aetiological causes and the potential role of mycotoxins. Food. Addit. Contam., 19. 282–302.
- Prelusky, D.B. – Trenholm, H.L. – Savard, M.E.(1994): Pharmacokinetic fate of 14C-labelled fumonisin-B₁ in swine. Nat. Tox., 2. 73–80.
- Rafai, P.(2001): *Fusarium* toxinok hatása a sertés termelésére és egészségére. In: Penészgombák – mikotoxinok a táplálékláncban (Szerk.: Kovács F.), MTA, Budapest, 47–55.
- Richard, J.L. – Meerdink, G. – Maragos, C.M. – Tumbleson, M. – Bordson, G. – Rice, L.G. – Ross, P.F.(1996): Absence of detectable fumonisins in the milk of cows fed *Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg culture material. National Center for Agricultural Utilization Research, USDA/Agricultural Research Service, Peoria, IL 61604, USA
- Sándor, G.(1984): Deterioration of feedstuffs by mycotoxins in Hungary. Proc. 6th Inter. Biodet. Symp., Washington DC., 262–268.
- Sándor, G. – Glávits, R. – Vajda, L. – Ványi, A. – Krogh, P.(1982): Epidemiologic study of ochratoxin A associated porcine nephropathy in Hungary. Vth Intern. IUPAC Symp. Mycotoxins Phytotoxins, Vienna, 349–352.
- Shephard, G.S. – Van der Westhuizen, L. – Thiel, P.G. – Gelderblom, W.C. – Marasas, W.F. – Van Schalkwyk D.J.(1996): Disruption of sphingolipid metabolism in non-human primates consuming diets of fumonisin-containing *Fusarium moniliforme* culture material. Toxicol., 34. 527–534.
- Smith, J.S. – Thakur, R.A.(1996): Occurrence and fate of fumonisins in beef. Adv. Exp. Med. Biol., 392. 39–55.
- Szűts, P. – Mesterházy, Á. – Bartók, T.(1998): Premature thelarche/mastopathy and *fusarium* toxin contamination of foods: key to a mysterious disease. Pediatr. Res., 43. Part 2. 86A

- Szűts, P. – Mesterházy, Á. – Falkay, Gy.(1997): Early thelarche symptoms in children and their relations to zearalenon contamination in foodstuffs. *Cereal Res. Commun.*, 25. 429–436
- Ványi, A.(1993): A mikotoxikózisok állategészségügyi és takarmányozási jelentősége. In: A mikotoxin kérdés Magyarországon, különös tekintettel a *Fusarium* genusra. OMFB tanulmány, Budapest
- Ványi, A. – Glavits, R. – Molnár, T.(1995): Reproductive disorders due to F2 and T-2 toxins in large-scale pig farms. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 50. 7. 424–430.
- Yoshizawa, T. – Mirocha, C.J. – Behrens, J.C. – Swanson, S.P.(1981): Metabolic fate of T-2 toxin in a lactating cow. *Fd Chem. Tox.*, 19. 1. 31–39.
- Yousef, A.E. – Marth, E.H.(1989): Stability and degradation of aflatoxin M₁. In: *Mycotoxins in dairy products* (Ed.: Egmond, H.P.), Elsevier Appl. Sci., London and New York, 11–55.
- Verger, P. – Volatier, J.L. – Dufour, A.(1999): Estimation des niveaux théoriques d'ingestion d'aflatoxines et d'ochratoxine. In: *Les mycotoxines dans l'alimentation: evaluation et gestion du risque* (Ed.: Pfohl-Leszkwicz). TEC&DOC Lavoisier, Paris, France, 371–384.
- Van der Westhuizen, L. – Shephard, G.S. – Scussel, V.M. – Costa, L.L. – Vismer, H.F. – Rheeder, J.P. – van Egmond, H.P.(2002): Worldwide regulations for mycotoxins. *Adv. Exp. Med. Bio.*, 504. 257–269.
- Vudathala, D.K. – Prelusky, D.B. – Ayroud, M. – Trenholm, H.L. – Miller, J.D.(1994): Pharmacokinetic fate and pathological effects of 14C-fumonisin B₁ in laying hens. *Nat. Tox.*, 2. 81–88.
- WHO(2001): Ochratoxin A. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. International program on Chemical Safety. WHO Food Add. Series, 47. 281–416.
- Zomborszky-Kovács, M. – Vetési, F. – Kovács, F. – Bata, Á. – Tóth, Á. – Tornyos, G.(2000): Examination of the harmful effect to fetuses of fumonisin B₁ in pregnant sows. *Teratogen., Carcinogen. Mutagen.*, 20. 293–299.

Érkezett: 2006. augusztus

Szerzők címe: Kovács, M. – Kovács, F. – Horn, P.: Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

Authors' address: University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences

H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

e-mail: melinda@mail.atk.u-kaposvar.hu

Szeitzné Szabó, M.: Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal

Hungarian Food Safety Office

H-1097 Budapest, Gyáli út 2-6.

e-mail: titkarsag@mebih.gov.hu

KÖNYVISMERTETÉS

A Mezőgazda Kiadó, *Kralovánszky U. Pál* szerkesztésében, ez év májusában jelentette meg *Balikó Sándor – Bódis László – Kralovánszky U. Pál* új könyvét „**A szója termesztése**” címmel.

A 217 oldal terjedelmű, 69 táblázatot, 53 ábrát és 16 színes fényképet tartalmazó mű méltó folytatója, a hazánkban *Kurnik Ernő* munkásságával fémjelzett, és mintegy 50 évvel ezelőtt megindult szója-szakirodalomnak.

A szerzők nem tekintik művüket teljes körűnek, mert e helyett, inkább egy sokszínű „szójapalettát” szándékoztak összeállítani. Céljuk az volt, „hogyan aki érdeklődik a szója iránt, találjon problémáira eligazítást, aki pedig foglalkozik a szója termesztésével, felhasználásával, annak bővítsék tájékozódási lehetőségét, vagy adjanak kérdéseire hasznosítható válaszokat.”

A könyv tizennégy nagyobb fejezetben tárgyalja a tudnivalókat. Előbb a szójáról általában, majd világkereskedelméről, és a hazai termesztés múltjáról van szó. Ezután következnek a szójanövényt bemutató részek: a növény leírása, kémiai összetétele, genetikai adottságai, a fajták. A következő blokk a szója ökológiai igényeit, termesztéstechnológiáját, és a szójatermesztés gyakorlatát ismerteti. Foglalkozik a könyv a szójabab elsődleges feldolgozásának lehetőségeivel, és nem utolsósorban, a kapcsolódó ökonómiai kérdésekkel. A befejező fejezet a szójatermelés jövőjét taglalja. A téma szakirodalma után érdeklődő olvasó, több mint száz publikáció címét is megtalálhatja a könyvben.

Az olvasmányosan, szép magyar nyelven megírt, adatokkal gazdagon alátámasztott, látványos ábrákat és fotókat tartalmazó könyv, szépen illeszkedik a Kiadó hasonló céllal megjelentetett kiadványai közé, és a szerzők joggal bízhatnak abban, hogy művükkel a szója termesztésének, és áttételesen a szója táplálkozási és takarmányozási szerepének erősítését szolgálják.

Gundel János

ÚTMUTATÓ A KÉZIRATOK ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat, foglalkozik az állattermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állatfajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az életfolyamatokkal 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 kettő példányban, nem szerkesztett változatban, írógéppel, vagy nyomtatóval jól olvashatóan leírva kell a szerkesztőség címére megküldeni. Csatolandó valamennyi szerző nyilatkozata arról, hogy hozzájárul a közlemény megjelenéséhez, és egyet ért annak tartalmával. A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektorál-tatja, és amennyiben szükséges (ugyancsak 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 egy 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, 2004. 53. 2. számában a 193–195. oldalon 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 two copies, written in well readable in non-reduced form by typewriter or printer to the address of the editorial office. All authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. 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 one 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 MŐCSÉNYI Ágnes (Herceghalom)

A szerkesztőség tanácsadó testülete (Editorial advisory board):

Elnök (President): BODÓ Imre

BREM, G. (Ausztria)
HABE, F. (Szlovénia)
HODGES, J. (Ausztria)
NOBORU, M. (Japán)
VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)

FÉBEL Hedvig (Herceghalom)
FÉSŰS László (Herceghalom)
HORN Péter (Kaposvár)
INCZE Kálmán (Budapest)
KESERŰ János (Budapest)
KOVÁCS József (Keszthely)
MARTON István (Budapest)
MÉZES Miklós (Gödöllő)
MIHÓK Sándor (Debrecen)

RAFAI Pál (Budapest)
RÁTKY József (Herceghalom)
SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)
SZABÓ Ferenc (Keszthely)
SZAKÁLY Sándor (Pécs)
SZERDAHELYI Károly (Budapest)
VÁRADY László (Szarvas)
VERESS László (Debrecen)
ZSILINSZKY László (Budapest)

**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): RÁTKY József, 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 4840,- 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 (23/26)
A nyomda felelős vezetője: Kurucz István