
ÁLLATTENYÉSZTÉS

TAKARMÁNYOZÁS

2

TARTALOM — CONTENT

<i>Kovács, K.Ms. – Fésüs, L. – Zsolnay, A. – Györkös, I.:</i> A szarvasmarha növekedési hormont (szomatotropin) kódoló gén. (Szemleciikk) (The bovine growth hormone gene) (Review). ...	105
<i>Holló, G.Ms. – Tőzsér, J. – Szűcs, E. – Romvári, R. – Repa, I.:</i> A szarvasmarha vágóértékének becslése a vágott testből vett minta alapján. (Slaughter value estimation of cattle by taking carcass samples).....	115
<i>Csapó, J. – Schmidt, J. – Csapó-Kiss, Zs.Ms. – Holló, G.Ms. – Holló, I. – Wágner, L. – Cenkvari, É.Ms. – Varga-Visi, É.Ms. – Pohn, G.Ms. – Andrassy-Baka, G.Ms.:</i> A bakteriális eredetű fehérje mennyiségének meghatározása a D-aszparaginsav, a D-glutaminsav és a diamino-pimelinsav-tartalom alapján. (Quantitative determination of protein of bacterial origin on the basis of D-aspartic acid, D-glutamic acid and diamino-pimelic acid contents) .	125
<i>Nagy, G. – Pető, K.:</i> A lábon álló gyepek termésének mérése. (Measuring herbage <i>in situ</i>)... <i>Pongrácz, L. – Iváncsics, J.:</i> A szomatikus sejtszám szerepe a tőgy egészségi állapotának jellemzésében. (Szemleciikk) (The role of somatic cell count in the respect of udder health) (Review).	139
<i>Pethő, Á.Ms.:</i> Töprengés az állati bio- és géntechnológia hasznossága/haszontalansága felett. (Szemleciikk) (Depates on the usefulness of the biotechnology and genetechology for animals) (Review).	169

SZEMLE (Miscellanies)

90. Születésnapja alkalmából tisztelettel köszöntjük Horn Artúr akadémikust (Respect to prof. Artúr Horn on the occasion of his 90th birthday).....	97
Horn Artúr munkássága a huszonegyedik század kihívásainak tükrében (Artúr Horn's activity from a modern view)	101
Dohy János Az „Év Szerzője” (János Dohy: "Author of the year").....	114
Regionális Szaporodásbiológiai Tanácskozás, 2000. november 15., Gyöngyös (Regional Meeting on Reproduction, 15. November 2000, Gyöngyös)	168
<i>Kállai László:</i> Egérsirató (Future of laboratory animals).....	189
Könyvismertetés (Book reviews):	
<i>Fésüs László – Komlósi István – Varga László – Zsolnai Attila:</i> Molekuláris genetikai módszerek alkalmazása az állattenyésztésben (<i>Fésüs et al.:</i> Application of molecular genetic methods in animal breeding).....	138
<i>Mihók Sándor – Pataki Balázs – Kalm, Ernst – Ernst József:</i> Ló és szamár (<i>Mihók et al.:</i> Horse and donkey breeding).....	188

90. SZÜLETÉSNAPI ALKALMÁBÓL TISZTELETTEL KÖSZÖNTJÜK HORN ARTÚR AKADÉMIKUST*

A magyar állattenyésztés-tudomány legnagyobb élő személyisége: *Horn Artúr* állami díjas akadémikus, egyetemi tanár, szeretett tanítómesterünk, 90. éves! 1911. március 24-én született Kairóban. Szülei, akiket szerencsém volt ismerni és tisztelni, lenyűgöző, csodálatraméltó egyéniségek voltak: édesapja: *Horn Albert* nagyműveltségű, hat nyelven beszélő, nemzetközi gazdasági szakértő, édesanyja: *Beőthy Kata*, *Beőthy Zsolt* leánya. *Horn Artúr* jellemének, humanizmusának, hazafiságának, nyelvtudásának és műveltségének szilárd alapjai a szülői példaadásnak és a család páratlan miliójének, szellemi-kulturális-erkölcsi, építőköveiből épültek fei.

„A genotípus predisponál, a perisztázis (a környezet) realizál.” Ez a klasszikus megállapítás, amelyet *Horn Artúr* 1955-ben megjelent úttörő jelentőségű „Általános állattenyésztés” című nagy művében olvashatunk, az ő ifjúságában és életútjában is érvényesült. Kitűnő ausztriai, svájci és budapesti iskolákban végezte tanulmányait, iskolái közül kiemelkedik a budapesti Fasori Evangélikus Főgimnázium.

1934-ben szerzett diplomát a budapesti Közgazdasági Egyetem mezőgazdasági osztályán, ahol kutatómunkáját már egyetemi hallgatóként elkezdte. Harmadéves korában „A nemhez kötött öröklés jelentősége a baromfitenyésztés terén” című előadása után *Schandl József* professzor rámutatott, hogy „az elvont tudományos fejtegetéseknek milyen gyakorlati jelentőségük van.”

1935-ben „*Summa cum laude*” minősítéssel doktorált, 1943-ban — 32. éves korában (!) — magántanárrá habilitáltak a budapesti József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. *Wellmann Oszkár* munkatársaként több éven keresztül titkára volt az Országos Törzskönyvező Bizottságnak. *Wellmann* professzor mellett különösen *Konkoly-Thege Sándor* volt nagy hatással *Horn Artúr* szemléletének és szakmai-tudományos koncepciójának fejlődésére.

1952-ben — addigi tudományos munkássága alapján — megkapta a kandidátusi, majd 1954-ben, akadémiai doktori értekezése alapján, a mezőgazdasági tudományok doktora fokozatot.

1957-ben, amikor politikai okokból mellőzött volt, levelező tagja lett az NDK Mezőgazdasági Tudományok Akadémiájának. 1961-ben a Magyar Tudományos Akadémia is levelező tagjai sorába választotta, 1967. óta pedig az MTA rendes tagja. Az alkalmazott állatgenetika és -nemesítés területén kifejtett munkássága elismeréseként a Brno-i Mezőgazdasági Főiskola 1965-ben — a Mendel centenárium alkalmával — díszdoktorává avatta. Ugyanebben az évben az Angol Szarvasmarha-tenyésztők Szövetsége tiszteletbeli tagjává választotta. 1967-ben a Halle-Wittenbergi Egyetem, 1986-ban a Gödöllői Agrártudományi Egyetem, 1987-ben pedig a budapesti Állatorvostudományi Egyetem avatta *honoris causa* doktorává.



* Elhangzott 2001. március 23-án, Horn Artúr professzor 90. születésnapjára emlékező beszédén, a SZIE Állatorvostudományi Karán

1970-ben elnyerte az „Arany tojás” nemzetközi állattenyésztés-tudományi díjat, amelyet személyében első ízben kapott akkori szocialista ország tudósa. Ezt a nemzetközi kitüntetést ma már az állatnemesítés tudomány-területén adható „Nobel-díjnak” tekintik. Az „Arany tojást” Horn Artúr a centenáriumát ünneplő Magyar Mezőgazdasági Múzeumnak ajándékozta, a nemzet számára! Ugyancsak 1970-ben Horn Artúrt az Állattenyésztők Európai Szövetsége (European Association for Animal Production) — amelynek korábban is elnökségi tagja volt — alelnökévé választotta. 1975-ben a Lengyel Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagjává, 1980-ban pedig a Belga Királyi Orvostudományi Akadémia tiszteletbeli levelező tagjává választotta.

Közel hét évtizedre terjedő tudományos és egyetemi oktatói-nevelői tevékenysége igen széleskörű: felöleli az állattenyésztésben alkalmazott genetika és nemesítés, a baromfi-, a sertés és a szarvasmarha-tenyésztés számos szakterületét. Nemzetközileg is elismert és hasznosított eredményeket ért el az alkalmazott állatgenetika területén, különösen a keresztezési eljárások alkalmazásával és továbbfejlesztésével, a korszerűbb és gazdaságosabban termelő állattípusok kialakításában. Feltárta és a gyakorlatban is hasznosította a heterózisjelenségek egyes elméleti összefüggéseit, az állatpopulációk integrált (ökonómiai és ökológiai szempontokból meghatározó) értékelésének jelentőségét, a területi termelékenység megállapítása módszertani és elvi jelentőségű kérdéseinek problematikáját, gyakorlati értékű megoldásokat is javasolva.

Sokoldalú kutatómunkáját részben az 1949-ben megszervezett Állattenyésztési Kutatóintézetben — mint annak egyik alapító tagja, osztály-, illetve csoportvezetője és máig tudományos tanácsadója —, részben pedig egyetemi tanárként végezte. Nekem az a páratlan szerencse és megtiszteltetés jutott osztályrészemül, hogy 46 év óta Horn Artúr tanítványa, majd legközvetlenebb munkatársa és tanszékvezető professzor utóda lehettem, és a Magyar Tudományos Akadémián kollégája lehetek ma is!

Horn Artúr 1946 és 1949 között a Magyar Agrártudományi Egyetem Keszthelyi Osztályán az Állattenyésztéstani Tanszék vezető professzora, ezt követően — 1949 és 1957 között — az Agrártudományi Egyetem professzora, az Állattenyésztéstani Tanszék vezetője és két ízben az Állattenyésztési Kar dékánja volt Budapesten és Gödöllőn (ahonnan 1957-ben, az 1956-os forradalmat követő politikai megtorlásként, több kiváló tanártársával együtt, fegyelmi úton eltávolították).

Az 1950-es évek elején Gödöllőn egy kiváló Állattenyésztési Kar és ezen belül nemzetközileg is elismert Állattenyésztéstani Tanszék jött létre és működött Horn Artúr vezetésével. Erről most — a Szent István Egyetem jövőjéért dolgozó kollégák előtt is — illő tisztelettel keil megemlékezni! Az akkori tanszéki munkatársak — egykori kedves tanáraink — közül aktív nyugdíjas éveiket töltik és ma is köztisztületnek örvendenek a „Horn-iskola” tagjai közül pl. Bögre János, Fekete Lajos, Nagy Nándor, Monostori István, Sebestyén Gábor, Süpek Zoltán és Szmodits Tibor. Többen azonban — sajnos — már nem lehetnek közöttünk.

Horn Artúr olyan tudományos alkotóműhelyt valamint oktatói kollektívát hozott létre és irányított, amely különösen a populáció- és kvantitatív genetika állattenyésztési alkalmazása és továbbfejlesztése, a nemzetközi élmezőnyvel lépést tartó szakemberképzés és kutatás vonatkozásában elévülhetetlen érdemeket szerzett és példaként szolgálhat ma is!

Horn Artúr tanítványainak túlnyomó többsége szinte a rajongásig szerette és tisztelte. Ennek tanújele például, hogy az 1958. tavaszán végzett állattenyésztő évfolyam 120 hallgatója megható levélben köszöntötte Őt. Ebből a levélből legyen szabad idéznem a következő sorokat:

„Professzor Úr! Ön nem lehetett jelen, amikor átvettük diplománkat, nem hallhatta, amint tanáraink felé köszönetet mondtunk áldozatos munkájukért, de ezek a szavak Professzor úr felé is szálltak, és az a néhány arc, akiket letöröltek a tablóról erősebb kezek, nem fog eltűnni szívéből! Mert odáig még a legerősebb kéz sem érhet el. Mi tudjuk, hogy mit köszönhetünk mindnyájan Professzor úrnak. Köszönjük azt is, hogy

megtanított magyar embernek lenni, megtanított gerinces embernek lenni. Tanításait, oktatásait, emlékét szívünkbe zártuk, és mi csak annyit kérünk, amint lehet, térjen vissza újabb generációkba beleoltani mindazt, amit belénk, mert ennek a kis országnak nagyon nagy szüksége van a magyar földet szerető emberekre.”

Horn professzor 1963 és 1980 között — nyugállományba vonulásáig — az Állatorvostudományi Egyetem Állattenyésztési Tanszékének vezetője volt. Egyetemi tanári működése során korszerűsítette az állattenyésztési és alkalmazott állatgenetikai ismeretek oktatását az agrár-felsőoktatásban. Szak- és tankönyvei 1942-től kezdődően szolgálták a felsőfokú szakemberképzést, a kutatást és az állattenyésztés gyakorlatát. 1959-től 1976-ig sorozatban, számos átdolgozott kiadásban jelentek meg az általa szerkesztett és részben írt művek, amelyek igen jelentős mértékben járultak hozzá a korszerű állattenyésztési szakemberképzés és -továbbképzés megalapozásához.

Könyvein túlmenően — amelyek közül több mű nemzetközi szinten, világnyelveken is hasznosult — kutatási eredményeit és szintetizált nemzetközi tapasztalatait is tükröző tanulmányainak, szakkikkeinek, publikált előadásainak száma jóval meghaladja a kétszázat. Különösen német, angol és francia nyelven megjelent dolgozatai arattak nemzetközi elismerést. Megnyerő és szuggesztív előadóként — az élethivatásnak érzett szakma apostolaként — nemcsak hazánkban, hanem meghívott professzorként a világ sok országában tartott előadásokat, vezetett vitauléseket és konzultációkat. Számos nemzetközi konferencia, világkongresszus és egyéb tudományos rendezvény felkért előadója volt. Ezt a jelentős nemzetközi tevékenységét is nagymértékben segítette, hogy német, angol és francia nyelven előadó- és vitaképes. Meghívott szakértőként működött az NDK-ban, Csehszlovákiában, Indiában, Írországbán, Kubában és — 3 éven át — a FAO keretében. Európa és az USA, valamint Kanada sok szaktekintélyével épített ki sokrétű és gyümölcsöző szakmai-tudományos kapcsolatokat. Ezek közül kiemelkedő jelentőségű volt az amerikai *Lush* professzorral és az angol *Sir John Hammond*-dal kiépített együttműködés.

Horn Artúr rendkívül aktív, sokoldalú tudományos szervező és ismeretterjesztő tevékenységet is kifejtett. Most — a teljesség igénye nélkül — csupán, arra hivatkozom, hogy több cikluson át tagja volt a Tudományos Minősítő Bizottság plénumának, elnöke és örökös tiszteletbeli elnöke az MTA Állattenyésztési (ma: Állatnemesítési, Állattenyésztési és Takarmányozási) Bizottságának, a MAE Állattenyésztők Társaságának és sok egyéb szakmai testületnek. Ellátta számos hazai és nemzetközi tudományos folyóirat szerkesztőbizottsági tagsági és elnöki feladatait. Nagyszámú gyakorlati és népszerűsítő cikket is írt — nagy fontosságot tulajdonítva a tudomány népszerűsítésének —, ilyen jellegű előadásait ugyancsak nagy figyelem kísérte.

Ki kell emelni az állattenyésztés gyakorlatával kiépített és sok évtizeden át gyümölcsöző kapcsolatait. Országos méretű nagyüzemi kísérletei — igazi csapatmunkával — az 1950-es évek első felétől kezdődően az állami gazdaságok és az úttörő munkára ugyancsak önként vállalkozó termelőszövetkezetek keretében, azok hatékony és sokrétű támogatásával folytató, meghatározó szerepet játszva a tej- és húsirányú szakosodás létrejöttében és kibontakoztatásában.

Az 1960-as évek elejétől kezdődően évenként rendezett — országos, sőt nemzetközi — „Bábolnai Napok” egyik (szállóigévé vált) jelmondata Horn Artúrtól származik: „A tettért való felelősség mindjobban kibővül azzal a felelősséggel, amely a kellő tájékozottság hiányából fakadó mulasztásból adódhat. Úgy érzem, hogy ez az utóbbi felelőség ma már nagyobb horderejű.”

Arra is nyomatékosan és ismételtelen hívta fel figyelmünket Horn Artúr professzor, hogy: „A magyarság presztízséért legtöbbit akkor tehetünk, ha tekintélyt szerzünk teljesítményeinken keresztül.” Ugyanakkor egész életművével tanúsítja, hogy: „... aki a kutatásnak szenteli az életét, annak nemcsak a pillanatnyi gondok megoldására keil vállalkoznia, hanem a világ számára keil kutatnia.” — Úgy érzem, hogy ide kívánkoznak Széchenyi István következő gondolatai „Hitel” című korszakalkotó művéből: „... azt mondani,

„extra Hungariam non est vita”, hijábalóval s kaczagást vagy szánakozást okozó beszéd. Hanem azért, mert honunknál van boldogabb éghajlatú vidék is; hol úgy szólván se nyár, se tél nincs, — azért, hogy több idegen nemzet annyival előbbre van lelki műveltségben, mint mi, és sokan köztünk még azt se tudják, mi az igazi szabadság, vagy azért, mert másutt a társasági kellem, tudományok bája s a bajnoki becsület jobb fényben állanak már, mint nálunk ..., azért az el nem fajult magyar még se fogja anyaföldét kevésbé imádni, vagy azt éppen elhagyni, mert van valami ki nem mondható, mi a nemesb embert ellenállhatatlan erővel csatolja hazájához, legyen az bár kopár mező, bár berkes lapány, vagy hősivatag.”

Horn Artúr az a „nemesb ember”, aki végig rendíthetetlenül hűséges volt hazájához, pedig sokszor és csábító ajánlatok nyomán elhagyhatta volna! Erre is emlékeztetni keil napjaink magyar ifjúságát!

Állami és társadalmi kitüntetések után, amelyek a mellőzés és az igazságtalanság éveinek elmúltával következtek, Horn Artúr állami díjas akadémikus 1990-ben elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia legmagasabb kitüntetését: az Akadémiai Aranyérmet. Az MTA Elnöksége a kitüntetés indoklásának összegezéseként a következőket írta: „Horn Artúr ... kiemelkedő munkássága és iskolateremtő egyénisége nagyszerűen párosult nemes európaiságával, közvetlen, szerény, emberszerető és mindig egyenes jellemével... Kitüntetésével méltó kezekbe kerül az 1990. évi Akadémiai Aranyérem.”

1991-ben, 80. születésnapja alkalmából, METESZ-díjjal tüntették ki, és az Állattenyésztők Európai Szövetségének Elnöksége odaitélte számára a „Distinguished Service Award” kitüntetést, amelyet azok a prominens szakemberek kaphatnak, akik a legtöbbet tették e nagyjelentőségű nemzetközi szervezet céljainak szolgálatában.

2000-ben — a 20. század utolsó Mezőgazdasági Könyvhónapja országos megnyitó ünnepségén — Horn Artúr Életmű-díjat vehetett át, amelyet mindnyájunk számára tanulságos és megragadó beszéddel köszönt meg.

Horn professzor úr — aki életpályám és sorsom alakulására Édesapámmal együtt a legnagyobb hatást gyakorolta — 1992-ben papírra vetette és átadta számomra visszaemlékezéseit. Ezekből legyen szabad idéznem a következő sorokat: „Bizalommal nézek a jövőbe, ami az agrártudományok fejlődését illeti, mert bizhatunk abban, hogy mindjobban tudjuk egzakt experimentális alapokra helyezni kutatásunkat. ... Az agrárkutatás nagy körültekintést és óvatosságot igényel, mert rengeteg bonyolult kölcsönhatással terhelt. A csoportmunka, az állandó ellenőrzés, az esetleges hibák feltárása mind fontosabb feladattá válik. Másképpen az igazán mély felismerésektől mind messzebbre jutunk, és úrrá válik az eddig bizalommal alkalmazott módszerek közötti zavar: kiderülhet, hogy egy-egy látszólag sikeres eredmény más diszciplínák szemszögéből vizsgálva inkább káros, mint hasznos lehet”. — Úgy érzem, hogy ezek a gondolatok soha nem voltak idősebbek, mint napjainkban.

Legutóbb — az MTA Agrártudományok Osztályának 2001. január 30-án tartott ülésén — Horn Artúr akadémikus (ismételten) arra hívta fel a figyelmet, hogy az alap- és alkalmazott kutatások egymástól el nem választhatók, egymásra kölcsönösen megtermékenyítően hatnak.

„A jó gének nem vesznek el...” szokta mondani Horn Artúr professzor. Ezt valóban bizonyítja családja is, amelynek tagjaira büszkén és nagy szeretettel tekint. Én most Feleségének szeretnék köszönetet mondani azért, hogy olyan áldozatos társa volt mindvégig Professzorunknak, hogy vigyázott Rá és óvta testi-lelki egészségét, mindnyájunk örömére és javára!

A tanítványok, a munkatársak és a pályatársak nevében — különösképpen a gödöllői tudományos iskola tagjaként — hálával és szeretettel kívánok Horn Artúr professzor úrnak további sok-sok családi boldogságot, jó egészséget, lelkierőt az évek terheinek viseléséhez és a nagy életműből fakadó tartós örömet! Isten éltesse sokáig!

HORN ARTÚR MUNKÁSSÁGA A HUSZONEGYEDIK SZÁZAD KIHÍVÁSAINAK TÜKRÉBEN*

Horn Artúr a huszadik század állattenyésztési tudományának kiemelkedő egyénisége mind itthon, mind külföldön. Egyike azoknak szakmai munkássága és nyelvtudása révén, akiket a világ legnevesebb állattenyésztői között emlegetnek, mint Johansson, Robertson, Skjervold vagy Cartwright. Ő hozta be a populációgenetikát és a hozzá kapcsolódó állattenyésztési szemléletet elsőként Európába és már a második világháború idején közkincsé is tette az "Újabb irányelvek a szarvasmarha tenyésztésben" c. munkájában amely, amellett, hogy a formalizmus elleni küzdelem jelentős állomása volt, még ma is hasznos, érdekes és megfogadni való olvasmánya a szakembereknek. Jellemző már korai lényeglátására és racionális gondolkodására, az a nem mindenki által ismert tény, hogy a formalizmus elleni küzdelemben elsőként a postagalamb küllemének és teljesítményének összefüggésével foglalkozott, amelyet doktori disszertációjában publikált is. Már ekkor foglalkoztatta az életteljesítmény, amit később a szarvasmarha tenyésztésben is iránymutató elvként értelmezett és gyakorlati munkájában alkalmazott.

Mind az oktatásban, mind a kutatásban a valóban tudományos genetika képviselője volt akkor is, amikor a politika egészen mást írt elő. Amikor a bel- és külföldön egyaránt sikeres és évtizedeken át bibliaként forgatott Általános Állattenyésztés c. tankönyve 1955-ben a micsurini liszenkól "tanok" kötelező uralma alatt megjelent, mindnyájunknak azonnal feltűnt, hogy a szoros értelemben vett genetikai fejzetet nem ő írta meg. Ezt az üzenetet, mi akkor egyetemi hallgatók és fiatal szakemberek tüstént megértettük és Szabó Zoltán akkor betiltott genetika könyve lett mindnyájunk padalatti olvasmányává.

Annak ellenére, hogy hosszú éveken át nagyrészt tudományos elvei miatt politikailag nemkívánatos személynek volt minősítve, az ő vezetésével kutatócsoportjának és tanítványainak munkássága sok szemléletformáló és maradandó sikert tudott fölmutatni. Erről még sokat lehetne mondani. Most azonban azt kívánjuk összefoglalni, hogy miben előzte meg korát, sokszor sikertelennek minősített eredményekkel, amelyeknek a jelentőségét és alkalmazhatóságát most, a huszonegyedik század hajnalán látjuk, vagy kezdjük megsejteni.

Horn Artúr egyik legfontosabb gondolata a területi termelékenység, azaz nemcsak a hozamokat kell figyelembe venni, hanem az adott terület lehetőségeinek alapján kell megítélni az állattenyésztés termelési eredményeit is.

„Olyan szervezetet kell előállítani, amely nemcsak a legjobb hatásfokkal dolgozza fel a megetetett takarmányt állati terméké, hanem ezt a folyamatot viszonylag kevés emberi munka ellenében bonyolítja le, alkalmazkodva a hasznosítás során szükséges tartási viszonyokhoz és gépi technikához”. Úgy gondoljuk, aki ezt a Horn által 1960-ban megfogalmazott gondolatot nem téveszti szem elől, az sem a kutatómunkában, sem pedig a gyakorlati tenyésztésben nagyot nem tévedhet.

A jövedelmezőség jegyében vette figyelembe az életfenntartó takarmány fogyasztásával összefüggésben az élosúlyt és dolgozta ki a termelés gazdaságossági értékszámot.

Ugyancsak elsőként hívta fel a figyelmet arra is, hogy a tenyésztőmunka sikere elsőrendűen a típus, más néven az értékmérő tulajdonságok összefüggésrend-

* Elhangzott 2001. március 23-án, Horn Artúr professzor 90. születésnapjára emlékező előadásán, a SZIE Állatorvostudományi Karán

szerének minél pontosabb ismeretétől függ. Ezek ugyanis bonyolult viszonyosság-halmazt alkotnak és az egyik megváltozása maga után vonja több értékmérő változását. Már 1967-ben rámutatott arra, hogy az egyes küllemi bélyegek közül különösen a szélességi méretek és az izmoltság mutatnak határozott, negatív korrelációt a tejtermeléssel. Mindezek ellentmondanak a szélességi méreteket és telt húsformákat favorizáló, ún. jó „gazdasági típus”-nak, s egyúttal alátámasztják a típusdifferenciálás szükségességét.

Ennek felismerése vezetett a történelmi jelentőségű 1972-es szarvasmarhatenyésztési kormányprogram megalapozásához és bevezetéséhez.

Ugyancsak rendkívül előremutató az a megállapítás, hogy a tejelő tehen takarmányhasznosítását nemcsak a típus és a tejtermelés színvonala befolyásolja, hanem a termelt tej összetétele, más szóval koncentrációja. Egyértelműen kimutatható ugyanis, hogy ha a tehen azonos mennyiségű tejszírt illetve tejfehérjét termelt különböző zsír- és fehérjetartalmú tejben, a tej koncentrációjának (zsír- illetve fehérjetartalmának) növekedése arányában csökken az egységnyi fehérjére illetve zsírmennyiségre jutó táplálóanyag felhasználása. Ennek fő oka, hogy a kisebb zsír- és fehérjetartalmú tejben előállított egységnyi tejszír- illetve tejfehérje-mennyiséget arányosan több tejcukor, víz és ásványi anyag kiválasztása terheli. Ez utóbbi egyúttal elsődleges okozója a nagy tejtermelésű tehének anyagcsere-stabilitása megbomlásának, s ebből eredően a szaporodásbiológiai zavaroknak és a korai kiesésnek. Mindezekből egyértelmű Horn professzor úr és iskolája évtizedek óta vallott és hangoztatott tételének igazsága, hogy a tejet koncentrálni keil. Ezt még alátámasztják azok az előnyök, amelyek a szállítás, feldolgozás kapcsán a koncentráltabb tej mellett szólnak. Hogy mindezek ellenére hazánkban mégsem tudtak teret nyerni a koncentrált tejet termelő típusok, annak egyértelmű oka az, hogy mintegy 25 évre visszamenően — ellentétben a nyugat-európai országokkal — a zsírra és a fehérjére vonatkozóan diszkriminatív az árrendszer, holott az EU-ban, ahová igyekszünk, a fehérje és a zsír kg-ot fizetik és jó néhány országban a „liter”, mint költségnövelő tényezőt az árban levonásba helyezik. Jó lenne ehhez mihamarabb alkalmazkodni!

Az a munka, amelyet az egész világon az Ő nevéhez fűznek, elsősorban a heterozistenyésztés, a keresztezések ésszerű felhasználása. Már az ötvenes évek elején a gödöllői kísérleti telépen elvégezte a mosusz és a pekingi kacsá hibridizálását. Jellemző, hogy ez a sikeres kísérlet nem tudott hazánkban a gyakorlatban elterjedni, majd évek múlva, mint francia szabadalom került vissza Magyarországra (Lalondrelle-féle kacsahibrid). Még ennél is nagyobb ellenállás fogadta a keresztezések gondolatát a tejtermelésben, holott valamennyi jersey keresztezési konstrukcióban — a tejelő magyar tarkánál, tejelő magyar barnánál és a hungarofríznel — egyértelműen kimutatható volt a heterozízis kedvező hatása a tejtermelésben, mind a „szekunder” értékmérő tulajdonságokban.

A heterozistenyésztés terén ma már ott tartunk, hogy — elméleti megfontolások révén — külföldi tudósok az angol telivér lófajtában is latolgatják a génbevitel esélyeit. Ennek az ideje hamarosan el fog jönni a tejtermelésben is.

Ugyancsak úttörő és messze előremutató szerepe volt Horn professzor úrnak a szarvasmarha hústermelés kérdéskörének tisztázásában. Megállapította és kimutatta, hogy a hústermelés számos értékmérő tulajdonság eredője, amelyek bonyolult viszonyosság-halmazt alkotnak, továbbá e fontos tulajdonságok többnyire egymásnak antagonistái. Szentenciaként kijelenthető, hogy a hústermelés szempontjából nincs ideális fajta, s ilyen kialakítására törekedni illuzórikus vállalkozás lenne. Ezek az antagonizmusok a gyakorlati húsmarhatenyésztésben a borjú-

előállító „növonál” és a kívánatos vágó végterméket produkáló „hímvonál” kettéválasztása útján oldható fel. Az erre vonatkozó vizsgálataink során bebizonyosodott, hogy a szarvasmarha-állomány integrált hústermelő képessége javításának ez a legcélszerűbb módja. Ez egyúttal a heterózis maximális kihasználását is lehetővé teszi. A heterózis egy-egy tulajdonságban eltérő színvonalon valósul meg, de halmozott hatása elérheti a 20–25%-ot, ez pedig olyan nagy szám, amiről kár, sőt hiba lenne lemondani!

Horn professzor úr hazánkban, de világviszonylatban is egyik úttörője volt ennek a kérdéskörnek. Hogy milyen jelentőségűnek ítélte, mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy 1961-ben az akadémiai székfoglaló beszédében is a heterózis értékelésével foglalkozott. Ugyancsak ő vázolta fei azt a tenyésztési sémát, amely a heterózis, más néven hibrid vigor maximális kihasználását célozza mind a tej, mind a hústermelés terén, s amely egyúttal az előnyös komplementer hatások érvényesítését is leginkább lehetővé teszi. A jövő számára szóló tenyésztési stratégia szerint a kisebb létszámú fajtatiszta állományokra koncentrálódna az adott kornak megfelelő, lehető legnagyobb intenzitású tenyésztő munka. Az árutermelő üzemek nagy vitalitású, jó szaporaságú és termelőképeségű, keresztezett állományokkal állítják elő a tejet. A tejelő állomány minuszvariánsaira alapozva lehetne előállítani egy kistestű fajta, pl. a hereford, ami hazánkban e célra már jól bevált, segítségével egy igénytelen, extenzív körülmények között, olcsón tartható kistestű anyatehenet, amely elegendő tejet termel ahhoz, hogy borjai nagy súlyban leválaszthatók legyenek. A végterméket produkáló, nagytestű, jó húsformájú „terminál” bika megválasztásával olyan mértékben és olyan rugalmasan lehet alkalmazkodni a piac mindenkori igényéhez, amire semmilyen más tenyésztési eljárás nem ad lehetőséget. Úgy véljük, hogy ez a Horn professzor úr által javasolt tenyésztési modell, amely sem genetikai, sem gazdaságossági oldalról nem támadható, a jövőben tért nyer.

A termelés fejlesztését szolgáló kiválogatás során mindig óvott az egyoldalúságtól. Részletesen kidolgozta a szimultán szelekció során érvényesülő korrelációkat illetve mellékhatásokat is. Idetartozik az a megállapítás, amely a másodlagos tulajdonságok jelentőségét emelte ki a tej teremtésében, a tej mennyiségének egyszerű megítélésén túlmenően eljutva az életteljesítmény fontosságának hangsúlyozásáig.

Ezeknek a gondolatoknak a befogadására még ma sem teljesen érett a világ. Világosan látunk keil, hogy a keresztezésre alapozott termelési rendszer legalább olyan szakértelemet és lelkiismeretes végrehajtást kíván, mint a fajtatiszta tenyésztés. A nukleusz állományra alapozott top crossing feltételezi a magas szintű szelekcióra alapozott tenyésztői munkát éppen úgy, mint keresztezés szabályainak és fegyelmének betartását. A kitűnő elit állományok kialakításában nagy szerepe van a rokonytenyésztésnek is. Ebben a tekintetben Horn Artúr mindig figyelmeztetett arra, hogy ezt a módszert csak kitűnő és lelkiismeretes szakember gyakorolhatja sikerrel.

Előremutató és egyedülálló az is, hogy Horn Artúr a nemzetközi gén-bázisra építve képzelte el és gyakorolta az állatnemesítő tevékenységet. Ilyen alapon készült el a tejelő magyar-tarka és a tejelő magyar barna fajta, majd ezeket tovább fejlesztve a hungarofríz. Ezek szép példái a későbbi századokra átnyúló, szintetikus fajtát előállító, alkotó gondolatoknak. A legjellemzőbb példa a hungarofríz criss-cross rendszerű váltogató keresztezésre alapozott tenyésztése. Ez az eljárás valóban zseniális gondolatot foglalt magában, nem kell itthon a fajtában ivadékvizsgálatot végezni és generációs hátránnyal bikákat előállítani, hanem a heterózis maximális fenntartása mellett a világ legjobb génjeit lehetne az árutermelésben így felhasználni és ráadásul egyszerűen kivitelezhető.

A világon föllelhető legjobb gének fölhasználása, semmiképpen sem értelmezhető úgy Horn Artúrnál, hogy a hazai tenyésztői munka, a hazai szaktudás fontosságát nem eíéggé hangsúlyozta volna. Ellenkezőleg, a heterózis tenyésztés, az okszerű céltudatos keresztezés legalább olyan nívós tenyésztőt igényel, mint a fajtatiszta tenyésztés, nemesítés. Magának a keresztezésnek a kivitelezése is igényes tenyésztői feladat. Ennek elhanyagolásával ez a munka a a fajták és tenyész-állatok értelmetlen összekeverésévé silányul.

Horn Artúrt a legmodernebb irányzatok is megérintették. Gondolkozott arról is, hogy a biotechnológia vívmányait hogyan lehet beilleszteni az állattenyésztési technológiába. A poliploidia, írásaiban mint a végtermékben érvényre jutó genetikai összetétel szerepel. Felhívta a figyelmet, hogy az ivardeterminált sperma alkalmazása — ha az egyszer üzemi használatra érett lesz — forradalmasíthatja az egész tenyésztési stratégiát és rendszert. Ugyanígy felhívta a figyelmet az embriókezelésekben és átültetésben rejülő lehetőségekre, de ez csak akkor lehet igazán eredményes, ha az állattenyésztési technológiába megfelelő módon beépítjük. Mindig messzemenően támogatta munkatársainak ilyen irányú munkáját.

Amellett, hogy az újabb irányzatokra mindig figyelt, nem feledkezett meg a régi értékekről sem. Amikor a FAO elkezdte a géntartalékok védelmét, a legnagyobb nehézségek legyőzése árán fölvette a kapcsolatot a nemzetközi szakmai élet irányítóival és így közvetve az ő érdeme is, hogy Magyarországot a világon a legelső között tartják számon a régi, értékes fajták megmentése területén. Ez a téma a nyolcvanas évek elején még nem volt a szakma homlokterében. Úgy tűnik azonban, hogy a huszonegyedik században a legfontosabb kérdések egyike lesz a genetikai sokféleség fenntartása a háziállatokban is.

Ez a fenntartható mezőgazdaság egyik fontos előfeltétele.

A tenyésztői munka gyakorlata során az adott környezet mindig a legfontosabb volt számára. Maximálisan ki tudta használni az állami gazdaságok és a legfogékonnyabb témák adta lehetőségeket kísérleti munkáiban, akkor, amikor a nyugat európai állattenyésztő tudomány éppen a gyakorlati lehetőségek híján csupán számítógépes szimulációval próbálta a fölmerülő kérdéseket megoldani. Ehhez azonban szükség volt azokra a kiváló vezető beosztású és üzemi szakemberekre, akik önzetlenül ráéreztek Horn professzor úr előremutató és sokszor forradalmian új, konkrét megelőző elképzeléseire, tanaira és azok progresszív voltára, jóllehet ezek miatt az adott politikai közegben sokszor hátrányokat voltak kénytelenek elviselni. Mindezekért maximális tisztelet és elismerés illeti őket.

Horn professzor minden megnyilatkozásában éreztük és érezzük azt, hogy az élelmiszer termelését az egyik legfontosabb feladatnak tartja. Ha az utóbbi évek világának fejlődését nézzük, az emberiség szaporodása egyre inkább előtérbe helyezi a növénytermesztést és az állattenyésztési tevékenységünket. Ezért beszélünk arról, hogy az élelmiszertermelés stratégiai fontosságú kérdés.

Sajnos ez rövidtávon a mezőgazdasági termékek értékesítési áraiban és gazdaságosságában még nem mindig érvényesül. Kiváltképpen Magyarországon nem. Ennek ellenére nem vitatható, hogy Horn Artúr professzor többször hangoztatott mondása a jövőbe mutat:

„Az emberiség legnagyobb vállalkozása a mezőgazdaság”

Ezt is tudatosítani kellene!

A SZARVASMARHA NÖVEKEDÉSI HORMONT (SZOMATOTROPIN) KÓDOLÓ GÉN

(SZEMLECIKK)

KOVÁCS KATALIN — FÉSÜS LÁSZLÓ — ZSOLNAI ATTILA — GYÖRKÖS ISTVÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A szarvasmarha növekedési hormon természete (egyszerű fehérje), valamint sokféle, a termelést is erősen befolyásoló hatása miatt az utóbbi évtizedekben az állattenyésztési kutatások középpontjába került. A hormon kódoló gén ismertté válása után pedig több olyan mutációt is sikerült kimutatni a génen belül, amely feltételezhetően szoros kapcsolatban van a gazdaságilag fontos tulajdonságokat meghatározó DNS szakaszokkal. A két legismertebb és legfontosabb mutáció: az *AluI*- és az *MspI*-polimorfizmus. Ezen polimorfizmusok és a termelési tulajdonságok összefüggését illetően azonban meglehetősen eltérőek az eredmények.

SUMMARY

Kovács, K. Ms. – Fésüs, L. – Zsolnai, A. – Györkös, I.: THE BOVINE GROWTH HORMONE GENE (REVIEW)

The bovine growth hormone, because its simple structure and its multiple effects on production, became a focus of animal research recently. As the growth hormone gene has become widely known, several pointmutations of the gene which are supposed to be linked with genes of quantitative traits have been identified. The two most significant mutations are: *AluI* and *MspI* polymorphisms. However, the relationship between these polymorphisms and quantitative traits has not yet been clarified.

A téma aktualitása

A növekedési hormon körül az elmúlt évtizedekben kialakult viták nagyszámú kutatást kezdeményeztek ezen a téren. A hormonnak a tejtermelés fokozása céljából való adagolása ellen sikeres kampány indult, olyannyira, hogy Európában ma humán egészségügyi szempontok miatt tilos exogén eredetű szomatotropint juttatni állati szervezetbe. Ennek kissé ellentmondóan, az Egyesült Államokban nem tiltott a használata, sőt viszonylag nagy tételben folyik az előállításuk rekombináns baktérium-törzsekkel. Az Európában hatályban levő tilalom miatt is fontos lenne tehát a szervezet saját tartalékait mozgósítani e téren.

Miután sikerült a szarvasmarha növekedési hormont kódoló gén szekvenciáját megállapítani, a kutatók világszerte nagyító alá vették ezt a mintegy 1,8 kb hosszúságú DNS szakaszt. Kutatták annak a lehetőségét, hogy miként lehetne felhasználni ezt a gént a tejtermelés, a növekedési erély, illetve egyéb kvantitatív tulajdonság markereként.

Hazánkban jelenleg az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben folynak e téren kutatások.

A szarvasmarha növekedési hormon

A növekedési hormon (szomatotropin) egy 22 000 dalton súlyú, egyetlen láncból álló, 191 aminosavat tartalmazó polypeptid hormon (*Lucy és mtsai, 1993*), prekursor molekuláját pedig 217 aminosav építi fel. A somatolactogenikus hormonok családjába tartozik, melynek tagja még a prolaktin, a placentáris laktogén és számos növekedési faktor is. Ezen fehérjecsaládba tartozó anyagok receptorainak struktúrája igen hasonló (*Burton és mtsai, 1994*).

A felsorolt hormonok számos evolúciós, strukturális, immunológiai és biológiai folyamat résztvevői és mindegyik különböző mértékű laktogenikus, szomatotropikus, metabolikus és immunomodulációs hatással rendelkezik a legtöbb emlős fajban (*Berczi és Nagy, 1987; Arkins és mtsai, 1993*). A növekedésért felelős hormonális kaskádban több, a hipotalamuszban, a hipofízisben, valamint a perifériális szövetekben termelődő hormon szerepel. A növekedési hormon közbülső faktorként vesz részt ebben a folyamatban. A hormon termelése szövet-specifikus: a hipofízis acidofil sejtjeiben termelődik (*Isaksson és mtsai, 1987*). A növekedési hormon legkifejezettebb hatása, hogy közvetlen módon (*Isaksson és mtsai, 1981*), vagy pedig somatomedinek útján (*Daughaday, 1977*) serkenti a posztnatális testnövekedést.

Az elmúlt öt évtizedben kiderült az is, hogy tejelő tehénekben az exogén szarvasmarha növekedési hormon tejelválasztó hatású. A rekombináns DNS technikák elterjedése és fejlődése lehetővé tette a megfelelő mennyiségű rekombináns szarvasmarha növekedési hormon előállítását (azaz sikerült a szarvasmarha növekedési hormon gént *Escherichia coli*-ban klónozni). Csak ezután kerülhetett sor a növekedési hormon tejelválasztó hatásának bizonyítására. Az 1990-es években, a kutatók figyelme a növekedési hormonnal kapcsolatosan előbb a tejelválasztás fiziológiájára, majd pedig a betegségekkel szembeni ellenállás és az öregedés folyamata felé fordult. Ez utóbbi tény azt látszik

alátámasztani, hogy ez a hormon valószínűleg fontos szerepet játszik az állatok egészségének fenntartásában is (*Burton és mtsai, 1994*).

A szarvasmarha növekedési hormont kódoló gén

A növekedési hormont kódoló gén, egy több más gént is (prolaktin gén, chorio-somatotropin gén) magában foglaló család tagja. Ezen gének mind egy egyszerű, ősi szekvencia változatai (*Niall és mtsai, 1973; Miller és mtsai, 1981*). A növekedési hormon gén 1793 bázispár hosszúságú, 4 intront és 5 exont tartalmaz, amely egy 786 bázisból álló mRNS-t kódol (*Woychik és mtsai, 1982*). Ez az mRNS a későbbiekben változásokon megy át és tartalmaz egy olyan szakaszt is, ami a transláció folyamán nem íródik át aminosavvá, hanem feltehetően a keletkezett fehérje stabilitásáért felelős. A gén lókusza a szarvasmarha 19-es kromoszómáján, a q26qter régióban található (*Hediger és mtsai, 1990*). A növekedési hormon elválasztás fontos fiziológiai regulátorai a glükokortikoidok és a tireotróp hormon. Ezek szinergista módon serkentik a növekedési hormon szintézisét (*Martial és mtsai, 1977*), az mRNS felhalmozódását a szekretoros sejtekben (*Wegnez és mtsai, 1982*), valamint a növekedési hormon gén átírását (*Spindler és mtsai, 1982*).

A szarvasmarha szomatotropin génben több mutációt találtak: pl. az *AluI* polimorfizmust az 5. exonban (amely a fehérje természetű hormonban egy leucin/valin aminosav cserét okoz) (*Seavey és mtsai, 1971*), az *MspI*/*Msp+* polimorfizmust a 3. intronban (*Zhang és mtsai, 1993b*) (1. ábra), valamint újabban a gén promoter régiójában fedeztek fel egy trinukleotid deléciót (*Rodrigues és mtsai, 1998*).

1. ábra: A szarvasmarha növekedési hormon gén két legtöbbször vizsgált polimorfizmusának sematikus ábrája

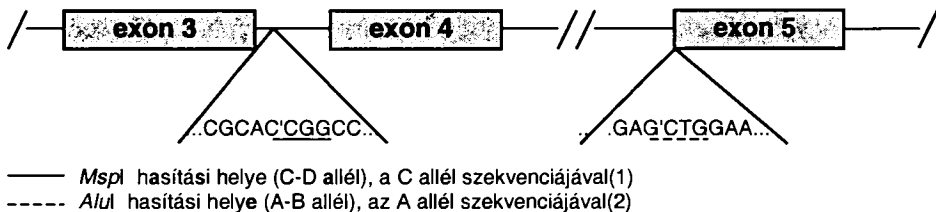


Fig. 1: The two most frequently studied polymorphisms of the bovine growth hormone gene *MspI* restriction site (C-D allele), sequence of fragment C(1), *AluI* restriction site (A-B allele), sequence of fragment A(2)

Beckmann és mtsai (1986), első alkalommal bizonyították kísérleteikkel a növekedési hormon polimorf voltát. Ezen kívül azt is megállapították, hogy a talált fenotípusok a mendeli szabály szerint öröklődnek.

TaqI polimorfizmus

Theilmann és mtsai (1989) a *TaqI* restrikciós endonukleázzal hasított növekedési hormon gént vizsgálva, négy RFLP allélt (Restriction Fragment Length

Polymorphism = Restriktációs Hosszpolimorfizmus) különböztettek meg (A:6.2 kb, B:5.2 kb, C:4.5 kb, D:4.3 kb). Ugyanezen szerzők a prolaktin gént vizsgálva, és *MspI* restriktációs enzimmal emésztve, két allélt azonosítottak (A:2.6 kb, B:2.2 kb).

Rocha és mtsai (1992) a kapott különböző hosszúságú fragmentumok (RFLP-k) és a kvantitatív tulajdonságok közötti összefüggéseket tanulmányozták nagy létszámú húsmarha populációban. Megállapították, hogy három GH (növekedési hormon)-*TaqI* allél (B, C, D) szoros kapcsolatban volt az átlagosnál kisebb születés kori súllyal, valamint a születés kori súlyra vetített vállszélességgel. A szóban forgó három allélra nézve homozigóta tehenek az átlagosnál általában 4 kg-mal könnyebb borjakat hoztak a világra, mint az A allélra nézve homozigóta (AA genotípusú) társaik.

Renaville és mtsai (1994), és még ugyanabban az évben *Sneyers és mtsai* (1994), hasonló következtetésekre jutottak. Megállapításaik szerint az AA genotípusú fehér-kék belga bikák 7. és 13. hónapos korban mért élősúlya, szignifikáns mértékben nagyobb volt, mint az AB genotípusú csoport esetében.

Falaki és mtsai (1996a) a növekedési hormont és a növekedési hormon receptort kódoló gént tanulmányozták olasz holstein-fríz bikákban. A növekedési hormon lokusz változatai nem befolyásolták az általuk vizsgált tejtermelési tulajdonságokat. A receptor gén régiójában, *TaqI* enzimmal hasítva, hat különböző hosszúságú fragmentumot és kilencféle mintázatot kaptak. Az itt észlelt polimorfizmus szignifikáns összefüggést mutatott a tejfehérje százalékkal.

Ugyanezen szerzők (*Falaki és mtsai*, 1996b) tovább tanulmányozva, és *TaqI* restriktációs enzimmal hasítva a növekedési hormon gént, 3 fragmentumot kaptak (A,B,E) (6.2;5.2;1.9 kb). Ezek a következő hat mintázatban fordultak elő: AA, AB, ABE, AE, BB és BE. A statisztikai vizsgálatok kapcsolatot mutattak ki a *TaqI* enzimmal hasított növekedési hormon fragmentumok, valamint a 305. napos tej-, zsír- és fehérjehozam között. Az AE genotípusú állatok termelése jóval alatta maradt AA és AB genotípusú társaik produkciójának. Ezek az eredmények egyértelműen megmutatták, hogy az E fragmentum hatására vonatkozóan még további kutatások szükségesek.

Egy évvel később *Falaki és mtsai* (1997) már csaknem a teljes szomatotropin gént (az 1. exon 1. bázisától az 5. exon 21. bázisáig terjedően), és *TaqI* enzimmal hasított fragmentumait, vizsgálták. A 6200 bázispár hosszúságú szakaszt A-val jelölték, az 5200 bázispár hosszúságút pedig B-vel. Ezután a három mintázat (AA, AB, BB) és az olasz szimmentáli szarvasmarhák BLUP eredményei között kerestek statisztikai összefüggést. A szomatotropin gén polimorfizmusai és a tejtermelés közötti összefüggés azonban nem bizonyult szignifikánsnak. A BB genotípusú bikák tejhozamra, valamint a tejfehérje-tartalmára vonatkozó tényészértékei is szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobbak voltak az AA bikák hasonló értékénél.

MspI polimorfizmus

Zhang és mtsai (1992, 1993a) *AluI* és *MspI* restriktációs enzimekkel hasították a szarvasmarha növekedési hormon gén meghatározott szakaszát. Két allélt találtak az 5. exonban (A és B) (*AluI* enzimmal hasítva) (*Zhang és mtsai*, 1992) és szintén két allélt (C és D) a 3. intronban (*MspI* enzimmal hasítva)

(Zhang és mtsai, 1993a). A C allél *MspI* enzimmel való emésztése után négy különböző hosszúságú fragmentum keletkezik, a D allél pedig három fragmentumból áll. A mutáció következtében tehát elvész egy *MspI* hasítási hely a 3. intronban.

Lee és mtsai (1994a) a szomatotropin gén 400 bázispár hosszúságú szakaszát szaporították fel, hogy így tanulmányozhassák a 3. intronban talált polimorf *MspI* hasítási helyet. Megállapították, hogy az *MspI* polimorfizmust egy timin inzerciója, valamint egy citozin-guanin tranzíció okozza. Megállapították még, hogy az *MspI*(-) (D) allél szignifikáns ($P < 0,1$) kapcsolatban van a bikák tejszírra vonatkozó örökítő képességével.

Hoj és mtsai (1993), akik dán vörös és norvég vörös tejelő fajtákon végeztek kísérletüket, megállapították, hogy dán vörös fajtában a nagy tejsír termelésre szelektált csoportban nagyobb volt a D haplotípusok (*MspI*(-)) aránya.

Alul polimorfizmus

Zhang és mtsai (1993b) *Alul* enzimmel emésztették a növekedési hormon gént és két allélt találtak (L és V). Az V allél a szarvasmarha növekedési hormon azon változatát kódolja, amelyikben a 127. aminosav leucin, a L allél által kódolt változatban pedig valin.

Lucy és mtsai (1993), az LV haplotípusok fajták (a különböző hasznosítási típusokat figyelembe véve) szerinti gyakoriságát és eloszlását vizsgálva megállapították, hogy az L allél a tejelő típusú, a V allél pedig a hústípusú fajtákban fordul elő nagyobb gyakorisággal. A gyakorisági értékek mellett meghatározták az LV polimorfizmust okozó pontmutációt is: a 127. helyen leucint tartalmazó hormon DNS-ében a megfelelő helyen CTG kodon van, míg a valint tartalmazó hormon esetében ez a kodon GTG-re változik.

A fent említett allélvariációk, valamint a tejtermelési tulajdonságok közötti összefüggések feltárását végezték el Sabour és Lin (1996) kanadai holstein-fríz bikákban. Eredményeik szerint a V allél jó tejtermelési tulajdonságokkal (különösen magas fehérje termeléssel) járt együtt. Ezt megerősíti az is, hogy a V allél a legjobb bikák között fordult elő leggyakrabban.

Schlee és mtsai (1994) az egyes növekedési hormon genotípusok, valamint az IGF-1 és a növekedési hormon plazmaszintje közötti összefüggéseket vizsgálták. Az LL genotípusú állatok vérében nagyobb volt a növekedési hormon koncentráció, mint az LV genotípusúaknál. Az IGF-1 koncentráció viszont éppen fordítva, az LV genotípusú állatokban volt magasabb. Végül is megállapítható volt, hogy a különböző növekedési hormon allélok szignifikáns módon ($P < 0,05$) befolyásolják a növekedési hormon és az IGF-1 vérplazma szintet.

Grochowska és mtsai (1997) szintén hasonló következtetésekre jutottak. Megállapították, hogy az LV lókuszt kapcsolatban van a növekedési hormon elválasztással. Azt találták, hogy a VV genotípusú egyedek növekedési hormon szintje szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$), mint az LL és az LV genotípusú állatoknak. A növekedési hormon elválasztás mintázatában a legnagyobb amplitúdó és a frekvencia érték az LV genotípusú egyedekre volt jellemző. Feltételezhető tehát, hogy a V allél jelenléte pozitív kapcsolatban van a növekedési hormon elválasztással.

Lovendhal és mtsai (1997) az előbbiekkal ellentétben azt állítják, hogy az L allél pozitív összefüggésben van az átlagos növekedési hormon plazmaszinttel ($P < 0,03$) és a növekedési hormon lebomlási idejével ($P < 0,06$). Az allélok tej-, zsír- és fehérjetermeléssel való kapcsolata viszont nem igazolódott.

Chung és mtsai (1996) szerint, akik a 305. napos első laktációs tejtermelési adatokat, valamint a tej beltartalmi mutatóit tanulmányozták, a szarvasmarha növekedési hormon lokusz és a tejfehérje százalék között szignifikáns összefüggés van. Kísérletükben az LL genotípusú tehenek tejének fehérje százaléka nagyobb volt ($P < 0,05$), mint az LV egyedeké.

Sabour és mtsai (1997) összefüggést állapítottak meg az LV lokusz, valamint a tejhozamra vonatkozó becsült átörökítő képesség (estimated transmitting ability: ETA) között, holstein-fríz fajtában. Vizsgálatukban a V allél sokkal gyakoribb volt az ETA szerint rangsorolt legjobb bikák között, mint a legrosszabbul teljesítő bikák csoportjában.

Ausztrál holstein-fríz szarvasmarhákat vizsgálva *Shariflou és mtsai* (1998) kimutatták, hogy a növekedési hormon L allélja, ami eredményeik szerint domináns a V alléllal szemben, nagyobb tej-, zsír-, és fehérjetermeléssel jár együtt (tej: LL: 6,4%, LV: 5,6%; tejszír%: LL: 11,2%, LV: 9,9%; tejfehérje: LL: 7,0%, LV: 6,3%).

Zwierzchowski és mtsai (1998) kimutatták, hogy a növekedési hormon genotípus szignifikáns módon befolyásolta a 7. és 8. hónapos élősúlyt, valamint a takarmányfelvétel képességet, növendék fríz szarvasmarhákban.

Chrenek és mtsai (1998) szlovák szimentáli bikákat vizsgáltak a növekedési hormon LV lokuszára nézve. A kapott eredmények azt bizonyítják, hogy a VV genotípusú bikák élősúlya és átlagos napi súlygyarapodása szignifikánsan ($P < 0,05$) alacsonyabb volt a többi genotípushoz képest.

Lechniak és mtsai (1999) a növekedési hormon gén *Alul* polimorfizmusa (LV) és mesterséges termékenyítésre használt tejelő és hústípusú bikák ondó minősége, valamint a visszaivarzási arány között kerestek kapcsolatot. Szignifikáns összefüggéseket ugyan nem találtak, de tendenciaszinten megállapították, hogy az LL (AA) genotípusú bikák ejakulátuma általában kisebb térfogatú volt, a VV (BB) genotípusú bikák esetében pedig alacsonyabb volt a visszaivarzási százalék.

Japán kutatók (*Chikuni és mtsai*, 1994) kísérletükben a szarvasmarha növekedési hormon gén 652 bázispár hosszúságú szakaszát (4. inton–5. exon) amplifikálták, majd ezt követően *Alul* restrikciós enzimmal hasították. Japán fekete és japán barna szarvasmarha fajtában a növekedési hormon gén három változatát sikerült megkülönböztetniük:

- A változat (Leu¹²⁷, Thr¹⁷²) {127. aminosav kodonja: CTG}
- B változat (Val¹²⁷, Thr¹⁷²) {127. aminosav kodonja: GTG}
- C változat (Val¹²⁷, Met¹⁷²) {172. aminosav kodonja: ATG}

A C változatot azonban nem sikerült kimutatni holstein-fríz, hereford, és aberdeen angus fajtákban. Ezenkívül megállapították azt is, hogy az általuk vizsgált fajtákban a szomatotropin gén egyes genotípusai nem befolyásolták a hasított féitest minőségi tulajdonságait.

Egyéb mutációk

Rodrigues és mtsai (1998) a szarvasmarha szomatotropin gén promoter régiójában találtak egy új polimorfizmust. Egy 333 bp hosszúságú szakaszt (mely a gén promoter régióját, valamint az 1. exont és az 1. intront tartalmazta) szaporítottak fei PCR technika segítségével. Húshasznú szarvasmarhákat vizsgálva (Nelore, Chianina) két allélt tudtak megkülönböztetni, tejhasznú szarvasmarhákban (borzderes, holstein) viszont ezt a polimorfizmust nem lehetett kimutatni. A rövidebb allél szekvenálása után megállapították, hogy a polimorfizmust a TATAAA szekvenciától 9 nukleotid távolságra levő AAG (³⁵AAG⁻³³) trinukleotid kiesése okozta. Féltestvér és édestestvér párosítások segítségével azt is sikerült bebizonyítaniuk, hogy ez a polimorfizmus a mendeli szabályok szerint öröklődik.

Lee és mtsai (1994b) a szarvasmarha szomatotropin 428 bázispár hosszúságú fragmentumát tanulmányozták (4. intron, 4. és 5. exon egy része) és a leucin/valin mutáción kívül még további két pontmutációt találtak: egy G-C (guanin-citozin) tranzíciót és egy C-T (citozin-timin) transzverziót a 4 intronon belül.

Hoj és mtsai (1993b) a növekedési hormon gén polimorfizmusai, valamint a magas és alacsony tejsír tartalomra szelektált vonalak borjainak növekedési hormon elválasztása közötti feltételezett kapcsolatot vizsgálták. Megállapították, hogy a talált polimorfizmus oka a gén 3' régiójában található inzerció (I) vagy delécio (D). A D(-) allél gyakorisága nagyobb volt a magas tejsír tartalomra szelektált csoportban. A TRH injekciót követő növekedési hormon elválasztás mértéke pedig az II(++) genotípusú borjakban volt nagyobb.

IRODALOM

- Arkins, S. – Danzter, R. – Kelley, K.W.*(1993): Somatolactogens, somatomedins and immunity. *J. Dairy Sci.*, 76. 2437.
- Beckmann, J.S. – Kashi, Y – Hallerman, E.M. – Nave, A. – Soller, M.*(1986): Restriction fragment length polymorphism among Israeli Holstein-Friesian dairy bulls. *Anim. Genet.*, 17. 25–38.
- Berczi, I. – Nagy, E.*(1987): The effect of prolactin and GH on haemolymphopoetic tissue and immune function. In Berczi, I. – Kovács, K. eds. *Hormones and Immunity*. MTP Press. Lancaster, England 145.
- Burton, J.L. – McBride, B.W. – Block, E. – Glimm, D.R. – Kennelly, J.J.*(1994): A review of bovine growth hormone. *Can. J. Anim. Sci.*, 74. 167–201.
- Chikuni, K. – Nagatsuma, T. – Tabata, T – Monma, M. – Saito, M. – Ozawa, S. – Ozutsumi, K.* (1994): Genetic variants of the GH gene in Japanese cattle. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 65. 340–346.
- Chrenek, P. – Kmet, J – Sakowski, T. – Vasicek, D. – Huba, J. – Chrenek, J.*(1998): Relationships of GH genotypes with meat production trait of Slovak Pied bulls. *Czech J. Anim. Sci.*, 43. 541–544.
- Chung, E.R. – Rhim, T.J. – Han, S.K.*(1996): Associations between PCR-RFLP markers of GH and PRL genes and production traits. *Korean J. Anim. Sci.*, 38. 321–336.
- Daughaday, W.H.*(1977): Hormonal regulation of growth by somatomedin and other tissue growth factors. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 6. 117–135.
- Falaki, M. – Gengler, N. – Sneyers, M. – Prandi, A. – Massart, S. – Formigoni, A. – Burny, A. – Portetelle, D. – Renaville, R.*(1996a): Relationships of polymorphisms for GH and GH receptor genes with milk production traits for Italian Holstein-Friesian bulls. *J. Dairy Sci.* 79. 1446–1453.
- Falaki, M. – Prandi, A. – Corradini, C. – Sneyers, M. – Gengler, N. – Massart, S. – Fazzini, U. – Burny, A. – Portetelle, D. – Renaville, R.*(1997): Relationships of GH gene and milk protein polymorphisms to milk production traits in Simmental cattle. *J. Dairy Res.*, 64. 47–56.

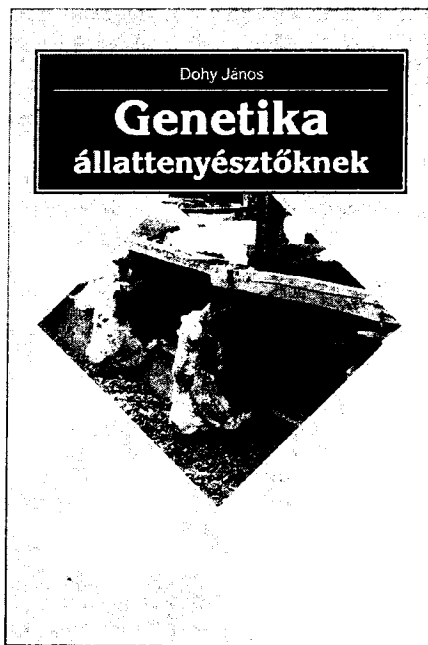
- Falaki, M. – Sneyers, M. – Prandi, A. – Massart, S. – Corradini, C. – Formigoni, A. – Burny, A. – Portetelle, D. – Renaville, R.(1996b): TaqI GH gene polymorphism and milk production traits in Holstein-Friesian cattle. *Anim. Sci.* 63. 175–181.
- Grochowska, R. – Snochowski, M. – Zwierzchowski, L. – Reklewski, Z. – Dymnicki, E. – Oprzadek, J.(1997): Association of GH gene polymorphism and GH release following injection of TRH in Friesian cattle. *Proc. 48th EAAP, C32B 244.*
- Hediger, R. – Johnson, S.E. – Barendse, W. – Drinkwater, R.D. – Moore, S.S. – Hetzel, J.(1990): Assignment of the growth hormone gene locus to 19q26-qter in cattle and to 11q25-qter in sheep by in situ hybridization. *Genomics*, 8. 171–174.
- Hoj, S. – Fredholm, M. – Larsen, N.J. – Nielsen, V.H.(1993a): GH gene polymorphism associated with selection for milk fat production in lines of cattle. *Anim. Genet.*, 24. 91–96.
- Hoj, S. – Lovendal, P. – Serjzen, K.(1993b): Possible association of GH gene polymorphism with GH release in calves from lines selected for high and low milk fat yield. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.*, 43. 129–135.
- Isaksson, O. – Binder, C. – Hall, K. – Hokfelt, B.(1987): Growth hormone: Basic and clinical aspects. In "Excrepta Medica", Elsevier, Amsterdam
- Isaksson, O. – Jansson, J.-O. – Gause, I.A.M.(1981): *Science*, 216. 1237–1239.
- Lechniak D – Machnik G. – Szydlowski - Switonski M.(1999): Growth hormone gene polymorphism and reproductive performance of AI bulls. *Theriogenology*, 52. 1145–1152.
- Lee, B.K. – Crooker, B.A. – Hansen, L.B. – Chester-Jones H.(1994a): Polymorphism in the third intron of somatotropin (bST) gene and its association with selection for milk yield in Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, 72. Suppl.1. 316.
- Lee, B.K. – Foster, D.N. – Crooker, B.A.(1994b): Detection of mutations in the bovine somatotropin (bST) gene by single strand conformation polymorphism (SSCP) analyses. *J. Anim. Sci.*, 72. Suppl.1. 316.
- Løvendhal, P. – Holm, L.E. – Sørensen, P.(1997): Possible effect of growth hormone gene polymorphism on GH-release in dairy calves. 48th EAAP, GPhP 4.27.
- Lucy, M.C. – Hauser, S.D. – Eppard, P.J. – Krivi, G.G. – Clark, J.H. – Bauman, D.E. – Collier, R.J. (1993): Variants of somatotropin in cattle: gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production. *Domest. Anim. Endocrinology*, 10. 325–333.
- Martial, J.A. – Seeburg, P.H. – Guenzi, D. – Goodman, H.M. – Baxter, J.D.(1977): Regulation of GH gene expression: synergistic effects of thyroid and glucocorticoid hormones. *Proc. Nat. Acad. Sci. (U.S.A.)*, 74. 4293–4295.
- Miller, W.L. – Coit, D. – Baxter, J.D. – Martial, J.A.(1981): Cloning of bovine prolactin cDNA and evolutionary implications of its sequence. *DNA*, 1. 37–50.
- Niall, H.D. – Hogan, M.L. – Tregear, G.W. – Segre, G.V. – Hwang, P. – Friesen, H.(1973): The chemistry of GH and the lactogenic hormones. *Rec. Prog. in Hormone Res.*, 29. 387–404.
- Renaville, R. – Sneyer, M. – Falaki, M. – Prandi, A. – Massart, S. – Devolder, A. – Boonen, F. – Marchand, E. – Burny, A. – Portetelle, D.(1994): TaqI RFLP for bovine GH in breed selected for milk and/or meat. *J. Anim. Sci.* 72. Supl. 1. 316.
- Rocha, J.L. – Baker, J.F. – Womack, J.E. – Sanders, J.O. – Taylor, J.F.(1992): Statistical associations between RFLPs and quantitative traits in beef cattle. *J. Anim.Sci.*, 70. 3360–3370.
- Rodrigues, C.V. – Guimaraes, S.E.F. – Neto, E.D. – Pinherio, L.E.L.(1998): Identification of a novel polymorphism in the promoter region of the bovine growth hormone gene. *Anim. Genet.* 29. 65–66.
- Sabour, M.P. – Lin, C.Y.(1996): Association of bGH genetic variants with milk production traits in Holstein cattle. *Anim. Genet.*, 27. (Suppl. 2.) 105.
- Sabour, M.P. – Lin, C.Y. – Smith, C.(1997): Association of genetic variants of bGH with milk production traits in Holstein cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, 114. 435–442.
- Schlee, P. – Graml, R. – Schallenberger, E. – Scams, D. – Rottmann, O. – Olbrich-Bludau, A. – Pirchner, F.(1994): GH and IGF-1 concentrations in bulls of various GH genotypes. *Theor. Appl. Genet.* 88. 497–500.
- Seavey, B.K. – Singh, R.N. – Lewis, V.J. – Geschwind, I.I.(1971): Bovine growth hormone: evidence for two allelic forms. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 43. 189–195.
- Shariflou, M.R. – Moran, C. – Nicholas, F.W.(1998): Candidate genes for production traits in dairy cattle. *Proc. 6th World Conf. Genet. Appl. Lives. Prod.*, 25. 043.
- Sneyers, M. – Renaville, R. – Falaki, M. – Massart, S. – Devolder, A. – Boonen, F. – Marchand, E. – Prandi, A. – Burny, A. – Portetelle, D.(1994): TaqI RFLPs for GH in bovine breeds and their association with quantitative traits. *Growth Regulation*, 4. 108–112.

- Spindler, S.R. – Mellon, S.H. – Baxter, J.D.*(1982): GH gene transcription is regulated by thyroid and glucocorticoid hormones in cultured rat pituitary tumor cells. *J. Biol. Chem.*, 257. 11627–11632.
- Theilmann, J.L. – Skow, L.C. – Baker, J.F. – Womack, J.E.*(1989): RFLP for growth hormone, prolactin, osteonectin, -crystallin, fibronectin and 21-steroid hydroxylase in cattle. *Anim. Genet.*, 20. 257–266.
- Wegnez, M. – Schachter, B.S. – Baxter, J.D. – Martial, J.A.*(1982): Hormonal regulation of GH mRNA. *DNA*, 1. 145–153.
- Woychik, R.P. – Camper, S.A. – Lyons, R.H. – Horowitz, S. – Goodwin, E.C. – Rottman, F.M.* (1982): Cloning and nucleotide sequencing of the bGH gene. *Nucl. Acid Res.*, 10. 7197–7220.
- Zhang, H.M. – Brown, D.R. – DeNise, S.K. – Ax, R.L.*(1992): Nucleotide sequence determination of a bovine somatotropin allele. *Anim. Genet.*, 23. 578.
- Zhang, H.M. – Brown, D.R. – DeNise, S.K. – Ax, R.L.*(1993b): PCR-RFLP analysis of the bovine somatotropin gene. *J. Anim. Sci.*, 71. 2276.
- Zhang, H.M. – Maddock, K.C. – Brown, D.R. – DeNise, S.K. – Ax, R.L.*(1993a): bGH gene frequencies in samples of U.S. AI bulls. *J. Anim. Sci.*, 71. Suppl.1. 93.
- Zwierchowski, L. – Lukaszewicz, M. – Dymnicki, E. – Oprzadek, J.*(1998): Polymorphism of GH, K-casein and β -lactoglobulin genes in growing Friesian cattle. *Anim. Sci. Papers and Reports* 16. 61–68.

Érkezett: 2000. július
Szerzők címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Authors' address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

AZ „ÉV SZERZŐJE” DOHY JÁNOS

A Mezőgazda Kiadó gondozásában jelent meg, 2000-ben, **Dohy János**: „**Genetika az állattenyésztésben**” című könyve, amelyért a szerzőt, 2001. február 5-én a Mezőgazdasági Könyvhónap megnyitóján, az „Év Szerzője” díjban részesítették. Ezt a megtisztelő díjat annak a szerzőnek ítélik oda, akinek az előző évben megjelent művét, a Kiadó, a szakmai és olvasói visszhang alapján, erre a leginkább méltónak tart.



Dohy János: „Genetika az állattenyésztésben” című könyvéről lapunkban (2000. 49. 2. 138. oldalon) már adtunk részletes ismertetést. Az ismertetőben *Bozó Sándor* többek között azt írta, hogy a kiemelkedő nivójú, szemléletformáló művet, meggyőződéssel és jó szívvel ajánlhatja nemcsak a témakörben érdekelt egyetemi hallgatóknak és oktatóknak, hanem valamennyi, az állattenyésztés különböző szakterületein dolgozó kollégáknak, annak aki a genetikával kapcsolatos ismereteit bővíteni kívánja és saját munkáját magasabb színvonalon szeretné folytatni.

Ezen megállapítással egyetértésben, *Dohy János* akadémikus úrnak lapunk olvasói nevében is gratulálunk a díj elnyeréséhez.

Szerkesztőség

A SZARVASMARHA VÁGÓÉRTÉKÉNEK BECSLÉSE A VÁGOTT TESTBŐL VETT MINTA ALAPJÁN

HOLLÓ GABRIELLA — TÓZSÉR JÁNOS — SZÜCS ENDRE —
ROMVÁRI RÓBERT — REPA IMRE

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a röntgen komputeres tomográfia (CT) felhasználásának lehetőségét vizsgálták a szarvasmarha fajban. A kísérleti munka során, különböző fajtájú és ivarú, 136 vágómarha próbavágását végezték el. A vágási és csontozási adatok mérése mellett a jobb oldali féltestből kivágták a 11–13. ún. hármás bordarészt, amelynek szöveti összetételét kicsontozással és röntgen komputeres tomográfia is megállapították. A csont nélküli mintákat homogenizálták és a vonatkozó magyar szabványok szerint, meghatározták kémiai összetételét.

Az eredmények szerint, a hármás bordarész szöveti összetevői (színhús, csont, faggyú) szoros összefüggést mutattak a hasított féltestek hasonló jellemzőivel.

A legszorosabb összefüggés a faggyú esetében állt fenn. A hármás bordarész faggyú mennyisége a vesefaggyú mennyiségével $r=0,91$, a hasított féltestekből kivágott faggyú mennyiségével pedig $r=0,92$ statisztikailag biztosított ($P<0,001$) összefüggést mutatott. A vágáskor megállapított csontsúly és a hármás bordarész csontmennyisége között $r=0,76$, míg a színhúsmennyiség vonatkozásában $r=0,84$ nagyságú ($P<0,001$) összefüggést kaptak.

A hármás bordarész csontozással és számítógépes rétegvizsgálattal (CT) meghatározott szöveti összetétele közötti összefüggéseket elemezve megállapították, hogy a zsírdenzitást mutató pixelek száma és a hármás bordarész faggyú mennyisége között legszorosabb az összefüggés ($r=0,94$). Az izomszövetre, illetve a csontszövetre jellemző denzitást mutató pixelek a rostélyos színhús mennyiségével, és a csontmennyiségével $r=0,80$, illetve $r=0,85$ összefüggést mutattak.

A hármás bordarész számítógépes rétegvizsgálati eredményei és a hasított féltestek csontozása során megállapított színhús-, csont- és faggyú mennyiségek közötti összefüggéseket elemezve kitűnt, hogy ismét a faggyú mennyiséget és a zsírdenzitást mutató pixelek száma között mutatkozott a legszorosabb összefüggés ($r=0,91$, $P<0,001$).

Mindezek azt igazolták, hogy a hármás bordarész tomográfias vizsgálatával meghatározott szöveti összetétel mind a próbavágási eredményekkel, mind a hármás bordarész kicsontozásával mért hús-, csont- és faggyú mennyiséggel szoros összefüggést mutat. Ebből következően a munkaigényes próbavágás helyett, a hasított féltestek szöveti összetételének meghatározására, ennek révén a vágóérték becslésére, elegendő a hármás bordarész számítógépes rétegvizsgálata.

A hasított féltestek színhúsmennyiségének regresszió analízissel történt becslésére csak a CT-adatok használata nem nyújt elegendő megbízhatóságot ($R^2=0,56$).

A becslés megbízhatósága jelentős mértékben javul, ha a hasított féltestek hidegen mért súlyát is figyelembe vették ($R^2=0,90$).

SUMMARY

Holló, G. Ms. – Tózsér, J. – Szűcs, E. – Romvári, R. – Repa, I.: SLAUGHTER VALUE ESTIMATION OF CATTLE BY TAKING CARCASS SAMPLES

In this study, the authors examined the possibility of the application of X-ray computer tomography in bovine species. During the research 136 slaughter cattle from different breeds and sexes were used. Besides slaughter records, samples were taken between the 11–13th ribs from the right half carcasses, of which tissue composition were determined by CT procedure and them dissected. Deboned samples were homogenised, and their chemical composition analysed, according to Hungarian standards.

Based on results, close correlations were calculated between tissue composition of the rib samples (meat, bone, fat) and the whole carcass.

Concerning fat, the closest correlation was found between the fat contents of the rib samples and kidney fat, fat in the whole carcass ($r=0.91$, $r=0.92$ resp. $P<0.001$). The correlation between bone and meat in the rib samples and bone, lean meat yield in carcass were $r=0.76$, $r=0.84$ resp. ($P<0.001$). Examination of the relationship between tissue composition of dissected and CT procedure analysed ribs determined the closest correlation in case fat pixel density data and fat content in separated ribs ($r=0.94$, $P<0.001$). Muscle and bone pixel density data showed a positive correlation with lean meat yield and bone in rib.

The relationship between singular plural results of rib tissue composition using X-ray computer tomography and lean meat, bone and fat contents of whole carcasses seemed to show the closest correlation between fat pixel density data and that of fat in carcass ($r=0.91$, $P<0.001$).

The finding reveals that the results using a non-invasive CT procedure for determination of tissue composition in rib samples closely correlated with slaughter records (lean meat, bone, fat), as well as data of separated rib sample. Consequently, instead of using a difficult, time consuming complete dissection of the slaughter value can be estimated using CT analysis of rib samples.

The results obtained using step by step multiple regression analysis to predict lean meat yield in carcass based on only CT-data were not reliable enough ($R^2=0.56$).

If the equation was included in the cold half carcass weight, the determination coefficient for the regression equation developed ($R^2=0.90$).

BEVEZETÉS

A világ számos országában végzett piackutatás eredményei szerint a fogyasztói igény a mind kevesebb zsírt tartalmazó hústermékek irányába tolódott el, az utóbbi évtizedekben ugyanakkor az alacsony zsírtartalomra való törekvés sem az egészségmegőrző táplálkozás, sem a húsnak az élvezeti értéke szempontjából nem indokolt (Cassens, 1999). Az inter- és intramuszkuláris zsírdepozíció érdemi csökkentése növekedésserkentő (esetenként hormon) készítmények segítségével hatékonyan elérhető, de világszerte érzékelhető a fogyasztók ellenérzése e módszerekkel szemben. A hústípusú állatok testösszetételének genetikai úton történő megváltoztatása a fogyasztó szempontjából a legbiztosabb, ugyanakkor lassú, időigényes folyamat. A szelekció meggyorsításához olyan módszerek szükségesek, amelyekkel a tenyészállat-jelöltek, illetve a vágóállatok testösszetétele az egyed károsodása nélkül, élő állapotban, nagy pontossággal megállapítható (Horn, 1991; Kallweit, 1994).

A szarvasmarha vágóértékét a szakmai közvélemény a hasított test értékével csaknem azonosnak vagy teljesen azonosnak tekinti. E felfogás szerint a marha vágóértékét a hasított test mennyiségi és minőségi jellemzői határozzák meg. Két azonos súlyú és ivarú, közel azonos korú állatból származó hasított test közül az az értékesebb, amely kevesebb csontot, több színhúst és optimális faggyúmennyiséget tartalmaz (Bozó és mtsai, 1995). A hasított test szöveti összetétele a szarvasmarha esetében is, vágóhídi próbavágással állapítható meg, ami munkaigényes és a vágóhídi technológiába nehezen illeszthető be. Emiatt a szarvasmarha-tenyésztőknek, -nemesítőknek is régi törekvése olyan módszerek kidolgozása és alkalmazása, amelyek révén a vágómarhák testösszetétele, élő állapotban, illetve a hasított test szöveti összetétele vágás után, csontozás nélkül meghatározható.

Napjainkban számos módszer ismert, ezek gyakorlati alkalmazhatósága, a becslés pontossága azonban jelentősen különbözik. Az élő állapotban történő minősítés legősibb módszere a küllemi bírálat, amikor is az állat húsfarmáiból, izmoltságából következtetnek vágóértékére, illetve az értékes húsrészek ará-

nyára. A kondíciópontozással el lehet bírálni a hizottság fokát, a bőr alatti faggyúréteg minősége és mennyisége ugyanis pozitív összefüggésben van az állat testébe beépített faggyú mennyiségével. Újabb módszer, a faggyúsodás mértékének megállapítására, a zsírszövetek átmérőjének, illetve térfogatának mérésére alapozott becslés, az ún. adipocita morfometria (*Robelin és Agabriel, 1986; Tózsér és mtsai, 1996*).

A humámdiagnosztikában sikerrel használt, különböző elveken (röntgensugár, ultrahang, mágneses rezonancia) működő képalkotó eszközök, állattenyésztési célú felhasználása, az utóbbi évtizedekben kezdődött meg. Ultrahanggal mérni lehet a bőr alatti faggyúréteg és a hosszú hátizom vastagságát, s meg lehet határozni a területét (*Staufenbiel, 1992; Ernst, 1994*).

Sértés, juh, baromfi és nyúl fajokban végzett külföldi (*Skjervold és mtsai, 1981; Sehested, 1986; Vangen, 1992; Thompson és Kinghorn, 1992; Baulain, 1994; Kallweit, 1994; Afonso és Thompson, 1996; Young és mtsai, 1998*), valamint hazai (*Horn és mtsai, 1996; Romvári, 1996; Pászthy és Lengyel, 1999*) kísérletek szerint a röntgen komputeres és a mágneses rezonanciás tomográffal, élő állapotban, nagy pontossággal becsülhető az állatok testösszetétele.

A szarvasmarha fajban, a digitális képalkotó eszközök, az állatfaj méretei miatt, csak fiatal borjak vizsgálatára használhatók. Az eljárásban rejülő előnyök miatt azonban keresni kell, a szarvasmarha faj esetében is, az alkalmazhatóság lehetőségeit. A hasított test szöveti összetételének meghatározására kézenfekvő lehetőségnek látszik a vágott testből vett minták számítógépes rétegvizsgálata. Számos vizsgálat (*Küchenmeister és mtsai, 1990; Robinson és mtsai, 1992; Bozó és mtsai, 1995*) utal arra, hogy bizonyos testrészek, pl. oldalas, szegy, de elsősorban a rostélyos szöveti összetétele, jól reprezentálják a hasított féltestek hús-csont-faggyú arányát. E tekintetben a rostélyosból a 9–11. vagy a 11–13. borda között kivágott ún. hármas bordarész érdemi a legnagyobb figyelmet. *Hankins és Howe (1946)* írták le először, hogy a hármas bordarész és a hasított testben lévő hús, faggyú és csont között a felsorolás sorrendjében $r=0,90$, $r=0,93$, $r=0,80$ mértékű összefüggés áll fenn.

Közismert, hogy az EU csatlakozás miatt hazánknak is alkalmazkodni kell az ott érvényben lévő EUROP minősítési rendszerhez. Ez a vágómarha hasított testének, a testfelek izmoltságának, faggyúsodásának szubjektív megítélésén alapul. *Bozó és mtsai (1999)* 15 fajtából, ill. genotípusból, 168 növendék bika és 105 növendék sző Magyar Szabvány (1979) szerinti és EUROP minősítését hasonlították össze. Megállapították, hogy az EUROP hústeltségre vonatkozó minősítése a bikáknál alig, az üszöknél egyáltalán nem követi a tényleges húsarányokat, míg a faggyúzsátosság megítélése többé-kevésbé összhangban van a tényleges faggyú arányokkal. Ezért javasolják a tényleges vágási vagy csontozási adatokkal való kiegészítését.

Ebből kiindulva, kutatómunkánkban a hármas bordarész csontozással, illetve számítógépes rétegvizsgálattal megállapított szöveti összetételét hasonlítottuk össze a hasított féltestek hasonló jellemzőivel. Célunk az összefüggések feltárásával adatok szolgáltatása olyan módszer kidolgozásához, amellyel a vágómarhák minősítése objektívebbé tehető.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunk során 136 holstein-fríz és magyar tarka fajtájú hízóbika, hízó-üsző illetve selejt tehén próbavágását végeztük el a Zala Hús Rt. zalaegerszegi vágóhídján. A vágást követően a hasított féltestek 24 órás hűtése után, a jobb-oldali féltesteket kicsontoztuk. A 11–13. borda közötti hármás bordarészt kivágtuk és azokat a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai Intézetében, Siemens Somatom DRG típusú, harmadik generációs, tomográfal értékeltük. A rostélyos mintákról 10 mm szeletvastagsággal, méretüktől függően, 15–36 felvétel készült, melyek kiértékelése CTPC képfeldolgozó programmal történt. Először a különböző szövetekre jellemző denzitásértékek (zsír –200 és –20, izom 20–200, csont 200–1500) alapján meghatároztuk azok területét, térfogatát, majd a mintában az adott szövetre jellemző pixelszámot. A CT-felvételzés után, a mintákat kicsontoztuk, megállapítottuk a szövet összetételét, ezután a csont nélküli részt homogenizáltuk, a vonatkozó Magyar Szabványok és az ISO szerint meghatároztuk a szárazanyag-, a nyersfehérje-, a nyerszsír- és a nyersshamu tartalmukat (MSz ISO 936; 1422; 1444 (2000) és MSz 5874-8 (1978)).

Az így kapott eredmények képezték vizsgálatunk adatbázisát. A statisztikai értékelést SPSS 9.0 programcsomaggal végeztük el. A normalitás vizsgálatok elvégzése után az alapstatisztikai mutatókat számítottuk ki (átlag, szórás, minimum-maximum érték), majd a vágási, és a hármás bordarész csontozási és tomográfias vizsgálati adatai között, korrelációs számítást végeztünk. Az összefüggések szorossága alapján kiválogatott tulajdonságok felhasználásával lineáris regresszió analízist végeztünk, becsülő egyenletek kidolgozása érdekében.

EREDMÉNYEK

A kísérleti állomány alapstatisztikai adatait (átlag, szórás, szélső értékek) az *1. táblázatban*, a hármás bordarész csontozásával meghatározott szöveti összetételt és a kémiai analízis eredményeit a *2. táblázatban*, a számítógépes rétegvizsgálattal (CT) kapott eredményeket pedig a *3. táblázatban* mutatjuk be. A táblázatokból látható, hogy 10 vágási, 9, a hármás bordarész kicsontozásából és kémiai analíziséből származó, valamint 5, a tomográfal megállapított adatra terjedt ki vizsgálatunk.

A *4. táblázat* a vágási adatok és a rostélyosból kivágott hármás bordarész szöveti összetétele közötti páros korrelációs koefficienseket mutatja. Az eredmények tanúsága szerint a hármás bordarész szöveti összetevői (színhús, csont, faggyú) szoros összefüggést mutatnak a hasított féltestek hasonló jellemzőivel. Legszorosabb összefüggés a faggyú esetében áll fenn, a hármás bordarészben lévő faggyú mennyisége a vesefaggyú mennyiségével $r=0,91$ -es, a hasított féltestekből kivágott faggyú mennyiségével pedig $r=0,92$ -es, statisztikailag biztosított ($P<0,001$) összefüggést mutatott. A vágás során megállapított és a hármás bordarész csontmennyisége között $r=0,76$, míg a színhűsmennyiség vonatkozásában $r=0,84$ -es nagyságú ($P<0,001$) összefüggést kaptunk.

1. táblázat

A kísérleti állomány vágási adatai (n=136)

Tulajdonság(1)	\bar{x}	Min.	Max.	s
Bruttó súly, kg(2)	535	270	790	94
Nettó súly, kg(3)	496	259	691	83
Vágási % (4)	52	43	62	5
Négy láb súlya, kg(5)	10	6,4	13	1
Vesefaggyú súlya, kg(6)	6	0,7	27	6
Meleg féltetek súlya, kg(7)	257	146	423	51
Hideg féltetek súlya, kg(8)	252	143	419	51
Színhús, kg(9)	169	88	244	31
Faggyú, kg(10)	31	10	118	18
Csont, kg(11)	52	29	77	9

Table 1. Slaughter records of experimental hire-stock (n=136)

traits(1), brutto weight(2), netto weight(3), dressing percentage(4), four foot weight(5), kidney fat weight(6), warm half carcasses weight(7), cold half carcasses weight(8), lean meat (kg)(9), fat (kg)(10), bone (kg)(11)

2. táblázat

A rostélyos szelet összetétele

Tulajdonság(1)	\bar{x}	Min.	Max.	s
Rostélyos súlya, g(2)	2795	1340	5025	694
Színhús, g(3)	1557	700	2670	368
Csont, g(4)	650	322	1132	150
Ín+hártya, g(5)	380	43	2000	324
Faggyú, g(6)	208	70	432	75
Száranyag, %(7)	36	24	58	7
Nyersfehérje, %(8)	19	13	24	2
Nyerszsír, %(9)	16	2	44	9
Nyershamu, %(10)	0,8	0,5	1,1	0,1

Table 2. Tissue- and chemical composition of rib

traits(1), total weight of rib(2), lean meat(3), bone(4), tendon and membrane(5), fat(6), dry matter(7), crude protein(8), crude fat(9), crude ash(10)

3. táblázat

A rostélyos szöveti összetétele a CT vizsgálat alapján

	Tulajdonság(1)	\bar{x}	Min.	Max.	s
Hounsfield változók(7)	Zsír, pixel(2)	16037	2626	73403	12242
	Izom, pixel(3)	83040	33564	146377	26242
	Víz, pixel(4)	7564	1641	22471	4093
	Csont, pixel(5)	11540	1625	25355	4764
	Összixel(6)	137016	47349	239821	45793

Table 3.: The tissue composition of rib based on CT-examination.

traits(1), fat(2), muscle(3), water(4), bone(5), total pixel sum(6), Hounsfield-variables(7)

A vágás előtt mért élősúlyok (bruttó, nettó, vágási) valamint a melegen, illetve hidegen mért féltetek súlya a hármas bordarész összsúlyával ugyancsak szoros összefüggést mutatott ($r=0,75-0,88$). Az eredmények, a szakirodalmi adatokkal egyezően, igazolják, hogy a rostélyosból kivágott hármas bordarész jól tükrözi a hasított féltetekben lévő hús-, faggyú-, és csontmennyiségét (Küchenmeister és mtsai, 1990; Robinson és mtsai, 1992; Bozó és mtsai, 1995).

A vágási adatok és a rostélyos összetétele közötti összefüggések (r)

Tulajdonság(1)	Rostélyos(13)				Kémiai analízis (14)			
	Ossz súly(15)	Színhús (16)	Csont (17)	Faggyú (18)	Sz.a. (19)	Ny.feh. (20)	Ny.zsír (21)	Ny.hamu (22)
Bruttó súly, kg(2)	0,75***	0,68***	0,53***	0,55***	0,48***	-0,39***	0,47***	-0,24*
Nettó súly, kg(3)	0,76***	0,69***	0,54***	0,57***	0,51***	-0,41***	0,50***	-0,26***
Vágási súly, kg(12)	0,78***	0,70***	0,54***	0,57***	0,51***	-0,41***	0,50***	-0,26***
Vágási % (4)	0,45***	0,45***	0,02	0,48***	0,47***	-0,41***	0,46***	-0,43***
Négy láb súlya, kg(5)	0,50***	0,50***	0,55***	0,17	0,06	-0,01	-0,06	0,06
Vesefaggyú súlya, kg(6)	0,66***	0,46***	0,13	0,90***	0,87***	-0,84***	0,87***	0,67***
Meleg féltetek súlya, kg(7)	0,88***	0,79***	0,47***	0,74***	0,68***	-0,57***	0,67***	-0,44***
Hideg féltetek súlya, kg(8)	0,88***	0,79***	0,47***	0,75***	0,68***	-0,58***	0,67***	-0,45***
Színhús, kg(9)	0,83***	0,84***	0,43***	0,59***	0,51***	-0,38***	0,49***	-0,30***
Faggyú, kg(10)	0,75***	0,55***	0,23*	0,92***	0,90***	-0,85***	0,91***	-0,68***
Csont, kg(11)	0,59***	0,48***	0,76***	0,28**	0,23*	-0,19*	0,23*	-0,08

*** P<0,01; **P<0,01; *P<0,05

Table 4.: Correlations (r) between slaughter values and tissue/chemical composition of rib sample

as in Table 1.(1–12), slaughter weight(12), rib(13), chemical analysis(14), total weight of rib(15), lean meat(16), bone(17), fat(18), dry matter(19), crude protein(20), crude fat(21), crude ash(22)

A kémiai analízis adatait elemezve kitűnik, hogy a hármás bordarész nyersfehérje tartalma az összes vágási tulajdonsággal negatív, míg a nyerszsír-tartalom pozitív irányú összefüggést mutat. A két tulajdonság között $r=-0,95$ -ös nagyságú statisztikailag biztosított ($P<0,001$) összefüggést találtunk, ami jelzi, hogy a hármás bordarész nyersfehérje illetve nyerszsírtartalma ellentétesen változik. Ennek megfelelően, a vágás során mért összes és vesefaggyú mennyiségek a rostélyos nyersfehérje tartalmával, negatív irányú ($r=-0,84$, illetve $r=-0,85$), míg a nyerszsírtartalommal szoros pozitív összefüggést ($r=0,87$, $r=0,91$) mutattak.

Az 5. táblázat a rostélyos szelet csontozással és számítógépes rétegvizsgálattal meghatározott szöveti összetétele közötti összefüggést mutatja.

A rostélyos szöveti összetétele és a CT adatok közötti összefüggések (r)

Tulajdonság(1)	Hounsfield-változók(13)				
	Zsír(14)	Izom(15)	Víz(16)	Csont(17)	Összpixel(18)
Rostélyos súlya(2)	0,82***	0,73***	0,82***	0,53***	0,83***
Színhús(3)	0,61***	0,80***	0,65***	0,47***	0,78***
Csont(4)	0,31**	0,54***	0,50***	0,85***	0,60***
Faggyú(6)	0,94***	0,27**	0,73***	0,10	0,51***
Száranyag(7)	0,88***	0,23**	0,75***	0,09	0,46***
Nyersfehérje(8)	-0,82***	-0,10	-0,67***	-0,04	-0,34***
Nyerszsír(9)	0,88***	0,20*	0,74***	0,08	0,44***
Nyershamu(10)	-0,66***	-0,11	-0,56***	-0,01	-0,30**

*** P<0,01; ** P<0,01; * P<0,05

Table 5.: Relationships (r) between tissue composition of rib and CT data as in Table 2.(1–4, 6–10), Hounsfield-variables(13), fat(14), muscle(15), water(16), bone(17), total pixel sum(18)

A hármás bordarész súlya és a CT-vizsgálattal meghatározott összpixelszám között természetszerűleg szoros kapcsolat ($r=0,83$, $P<0,001$) mutatkozott. A kétféle módon meghatározott szöveti összetétel egymásnak megfelelő jellemzői között szoros kapcsolat állt fenn. A zsírdenzitást ($-200 - -20$) mutató pixelek száma és a hármás bordarész faggyúmenyisége között állapítottuk meg a legszorosabb összefüggést, ($r=0,94$). Az izomszövetre, illetve a csontszövetre jellemző denzitást mutató pixelek, a rostélyos színhús mennyiségével, ill. csontmennyiségével $r=0,80$, ill. $r=0,85$ nagyságú összefüggést mutattak. A kémiai analízis eredményei szerint a nyerszsírtartalom és a zsírdenzitású pixelek száma között találtunk szoros ($r=0,88$) összefüggést.

A hármás bordarész számítógépes rétegvizsgálati eredményei és a hasított féltettek csontozása során megállapított színhús-, csont- és faggyúmenyiségek közötti összefüggéseket (6. táblázat) elemezve kitűnik, hogy ismét a faggyúmenyiség és a zsírdenzitást mutató pixelek száma között mutatkozott a legszorosabb összefüggés ($r=0,91$, $P<0,001$). A színhús mennyiség és az izomdenzitású pixelek száma között, nagyságát tekintve némileg kisebb, de szoros kapcsolatot igazoltak számításaink ($r=0,64$, $P<0,001$). A próbavágás során megállapított összes csont és a csontra jellemző denzitású pixelek száma között pedig $r=0,76$ -os nagyságú, statisztikailag biztosított ($P<0,001$) összefüggést állapítottunk meg.

6. táblázat

A vágási- és a CT adatok közötti összefüggések (r)

Tulajdonság(1)	Hounsfield-változók(13)				
	Zsír(14)	Izom(15)	Víz(16)	Csont(17)	Összapixel(18)
Bruttó súly, kg(2)	0,63***	0,62***	0,59***	0,55***	0,68***
Nettó súly, kg(3)	0,65***	0,61***	0,59***	0,54***	0,67***
Vágási súly, kg(12)	0,65***	0,65***	0,62***	0,56***	0,71***
Vágási % (4)	0,38***	0,12	0,38***	-0,12	0,15
Négy láb súlya, kg(5)	0,25**	0,53***	0,33***	0,51***	0,50***
Vesefaggyú súlya, kg(6)	0,84***	0,21*	0,63***	0,08	0,43***
Meleg féltettek súlya, kg(7)	0,77***	0,59***	0,68***	0,43***	0,68***
Hideg féltettek súlya, kg(8)	0,77***	0,60***	0,68***	0,43***	0,69***
Színhús, kg(9)	0,61***	0,64***	0,56***	0,40***	0,65***
Faggyú, kg(10)	0,91***	0,33***	0,72***	0,17*	0,53***
Csont, kg(11)	0,40***	0,54***	0,47***	0,76***	0,58***

*** $P<0,01$; ** $P<0,01$; * $P<0,05$

Table 6.: Relationships (r) between slaughter- and CT data as in Table 4.(1– 12), as in Table 5.(13–18)

Az előzőekben leírt összefüggések tehát azt igazolják, hogy a hármás bordarész tomográfiás vizsgálatával meghatározott szöveti összetétele mind a próbavágási eredményekkel, mind a hármás bordarész kicsontozása során mért hús-, csont- és faggyúmenyiségével szoros összefüggést mutat. Ebből következően a munkaigényes próbavágás helyett, a hasított féltettek szöveti összetételének meghatározására, ennek révén a vágóérték becslésére, elegendő a hármás bordarész számítógépes rétegvizsgálata. Ebből kiindulva regresszió analízissel, becslő egyenleteket dolgoztunk ki, amelyek segítségével a vágási paraméterek megbecsülhetők. Szelekciós szempontból az a leglényege-

sebb, hogy meg tudjuk állapítani a hasított féltetek mennyi színhúst, faggyút és csontot tartalmaznak. Ezért a rendelkezésre álló vágási, a hármas bordarész csontozási és tomográfias vizsgálati eredményei alapján, a hasított féltetek szöveti összetételét becslő egyenleteket számítottuk ki, amelyeket a 7. táblázatban foglaltunk össze.

7. táblázat

A hasított féltetek színhús-, csont- és faggyúmenyiségének meghatározására alkalmas becslő egyenletek (P<0,01)

Tulajdonság(1) (Y)	Becsülő egyenlet(2)	R ²
Színhús, kg(3)	$110,973+0,00072 \times \text{CTizom}(6)+0,00095 \times \text{CTzsír}(7)-0,00064 \times \text{CTcsont}(8)$	0,56
	$-4,725+0,738 \times \text{hideg féltet}(9)-0,0008 \times \text{CTzsír}(7)$	0,95
	$-5,621+0,699 \times \text{hideg féltet}(9)-0,00080 \times \text{CTzsír}(7)+0,00013 \times \text{CTizom}(6)$	0,96
	$-5,851+0,706 \times \text{hideg féltet}(9)-0,00083 \times \text{CTzsír}(8)+0,00023 \times \text{CTizom}(6)-0,00084 \times \text{CTcsont}(8)$	0,97
	$-1,677+0,648 \times \text{hideg féltet}(9)-0,00081 \times \text{CTzsír}(7)+0,021 \times \text{rostélyos színhús}(10)-0,019 \times \text{rostélyos csont}(11)$	0,97
Csont, kg(4)	$-18,34+0,888 \times \text{hideg féltet}(9)-0,877 \times \text{rostélyos faggyú}(12)-0,00093 \times \text{CTcsont}(8)+0,010 \times \text{rostélyos színhús}(10)$	0,98
	Faggyú, kg(5)	$36,588+0,0012 \times \text{CTcsont}(8)+0,0001247 \times \text{CTzsír}(7)$
	$17,683+0,0015 \times \text{CTzsír}(7)-0,00060 \times \text{CTcsont}(8)$	0,88

Table 7.: Estimation equations suitable for the definition of lean meat bone and fat content of carcass

traits(1), estimation equation(2), lean meat, kg(3), bone, kg(4), fat, kg(5), CT-muscle(6), CT-fat(7), CT-bone(8), cold half carcass(9), rib muscle(10), rib bone(11), rib fat(12)

Az adatokból kitűnik, hogy a hasított féltetek színhúsmentiségének becsléséhez csak a CT-adatok használata nem nyújt elegendő megbízhatóságot ($R^2=0,56$). Ha a hasított féltetek hidegen mért súlyát is figyelembe vesszük, akkor a becslés megbízhatósága jelentős mértékben javul, az R^2 értéke meghaladja a 0,90-es értéket. Hasonló a tendencia, ha a becslő egyenletbe beépítjük a hármas bordarész csontozásával megállapított színhús-, vagy csontmentiséget.

A hasított féltetekben lévő faggyú, illetve csont mennyiségnek becslését viszont, az eredmények alapján, úgy tűnik biztonsággal alapozhatjuk a hármas bordarész tomográfias vizsgálatára.

KÖVETKEZTETÉSEK

A szarvasmarha-tenyésztésben a röntgen komputeres tomográfia alkalmazásának, az állatfaj méretei miatt, technikai korlátai vannak. A testösszetétel élő állapotban történő megállapítására e módszer csak fiatal borjak esetében használható fei, a más állatfajokban (pl. sertés, nyúl, juh, baromfi) alkalmazott módszer szerint. Ebből következően a szarvasmarha testösszetételének, vágóértékének becslésére, a számítógépes rétegvizsgálat csak indirekt úton használható fei.

Vizsgálataink eredményei, a szakirodalmi adatokkal megegyezően, azt mutatták, hogy a hasított féltetek szöveti összetétele, a rostélyosból a 11–13. borda között kivágott ún. hármás bordarész szöveti összetétele alapján nagy pontossággal becsülhető. A korrelációs számítások szerint a hasított felek és a hármás bordarész hús-, csont-, faggyú mennyisége között szoros, sorrendben $r=0,84$, $r=0,76$, $r=0,92$ nagyságú, szignifikáns összefüggés áll fenn.

A számítógépes rétegvizsgálattal (CT) megállapított szöveti összetétel és a próbavágási, valamint a hármás bordarész csontozási eredményei között számított korrelációk ugyancsak szoros kapcsolatot igazolnak a hús, csont és faggyú mennyisége tekintetében. Legsorosabb összefüggés mindkét esetben, a faggyú vonatkozásában mutatkozott ($r=0,94$, ill. $r=0,91$). Ez alapján úgy tűnik, hogy a hasított féltetek faggyú mennyisége becsülhető a legnagyobb pontossággal, a hármás bordarész CT-vizsgálatával.

A húsrányú nemesítés szempontjából lényeges, hogy képesek legyünk megállapítani a hasított féltetek színhús, csont és faggyú tartalmát. A regresszió számítás eredményei azt mutatják, hogy a CT adatokon kívül, a csont és a faggyú mennyiség becsüléséhez, célszerű a hasított féltetek hidegen mért súlyát is figyelembe venni.

Az eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a hármás bordarész röntgen tomográfias vizsgálatával a hasított féltetek hús-, csont-, faggyú mennyisége jól becsülhető. Ez egyik lehetséges felhasználása lehet a számítógépes rétegvizsgálatnak a szarvasmarha-tenyésztésben. E módszerrel, a szarvasmarha vágóértékének megállapítására, a munkaigényes vágóhídi próbavágás és csontozás helyettesíthető.

IRODALOM

- Afonso, J. – Thompson, J.M.(1996): Fat distribution in sheep selected for/ against backfat depth, during growth on ad libitum feeding. *Livest. Prod. Sci.*, 46. 2. 97–106.
- Baulain, U.(1994): Bestimmung der Körperzusammensetzung landwirtschaftlicher Nutztiere mit Hilfe der Röntgen-CT. In: Kallweit, E. – Henning, M. – Baulain, U.(ed.): Nicht-invasive Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung-optimierung der quantitativen Analyse. *Landbforsch. Völknerode, Sonderheft*, 145. 110–118.
- Bozó, S. – Klosz, T. – Sárdi, J. – Rada, K. – Timár, L.(1995): Vágómarhák csontos húsának kereskedelmi bontás szerinti összetétele. *Kézikönyv. ÁTK Herceghalom*, 111.
- Bozó, S. – Sárdi, J. – Bárány, I. – Bölcskey, K. – Györkös, I.(1999): Vágómarhák testösszetétele és EUROP minősítése. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 48. 6. 637–638.
- Cassens, R.B.(1999): Contribution of meat to human health. *Proc. Int. Cong. Meat Sci. Tech.*, Yokohama, Japan, 642–648.
- Ernst, E.(1994): Ultraschall zur Ermittlung der Körperzusammensetzung bei Schwein und Rind. In: Kallweit, E. – Henning, M. – Baulain, U.(ed.): Nicht-invasive Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung-Optimierung der quantitativen Analyse. *Landbforsch. Völknerode, Sonderheft*, 145. 84–89.
- Horn, P.(1991): Az *in vivo* testanalízis újabb lehetőségei a húshasznosítású állattípusok nemesítésében, különös tekintettel a röntgen komputeres tomográfia (RCT) alkalmazására. *Magyar Állatorvosok. Lapja*, 46. 3. 133–137.
- Horn, P. – Kövér, Gy. – Pászthy, Gy. – Berényi, E. – Repa, I. – Kovách, G.(1996): The use of spiral CAT for estimating *in vivo* body composition of pigs. *Ann. Meet. EAAP, Lillehammer, Norway*.
- Kallweit, E.(1994): Bedeutung "nicht-invasiver" Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung in der Tierproduktion. In: Kallweit, E. – Henning, M. – Baulain, U.(ed.): Nicht-invasive Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung-Optimierung der quantitativen Analyse. *Landbforsch. Völknerode, Sonderheft*, 145. 1–4.

- Küchenmeister, U. – Ladegast, H. – Ender, K.(1990): Schlachtkörperbewertung und Klassifizierung bei Schwein und Rind. Fortschr. Ber. Landw. Nahr. Güterw. 28. 2.
- Magyar Szabvány(1978): 5874-8 Fehérje meghatározás
- Magyar Szabvány(1979): 6915 Vágási minősítés
- Magyar Szabvány(2000): ISO 936 Nyershamu meghatározás
- Magyar Szabvány(2000): ISO 1442 Nedvességtartalom meghatározás
- Magyar Szabvány(2000): ISO 1444 Szabad zsírtartalom meghatározás
- Pászthy, Gy. – Lengyel, A.(1999): *In vivo* testösszetétel meghatározó módszerek a juhtenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 48. 694–697.
- Preston, T.R. – Willis, M.B.(1982): Intensive beef production. 2nd Ed. Pergamon Press, Oxford – New York – Toronto – Sydney – Paris – Frankfurt
- Robelin, G. – Agabriel, J.(1986): Estimation de l'état engraissement des bovin vivants a partir de la taille des cellules adipeuses. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA 66, 37-41.
- Robinson, D.L. – McDonald, C.A. – Hammond, K. – Turner, J.W.(1992): Live animal measurement of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. J. Anim. Sci., 70. 1667–1676.
- Romvári, R.(1996): A komputeres tomográfia alkalmazásának lehetőségei a húsnyúl és a brojlerszirke testösszetételének és vágási kitermelésének *in vivo* becslésében. Doktori (Ph.D.) értekezés, Kaposvár.
- Sehested, E.(1986): *In vivo* prediction of lamb carcass composition by computerised tomography. Ph.D.-Thesis, As, Norway.
- Skjervold, H. – Gronseth, K. – Vangen, O. – Evensen, A.(1981): *In vivo* estimation of body composition by computerized tomography. Z. Tierzucht. Züchtbiol., 98. 77–79.
- Staufenbiel, R.(1992): Energie-und Fettstoffwechsel des Rindes-Untersuchungs Konzept und Messung der Rückenfettdicke. Mh. Vet. Med., 47. 467–474.
- Thompson, J.M. – Kinghom, B.P.(1992): CATMAN a program to measure Cat-scans for prediction of body composition in live animals. Proc. Aust. As. Anim. Breed. Genet., 10. 560–564.
- Tózsér, J. – Agabriel, J. – Hidas A. – Mézes, M. – Török, M. – Holló, I. – Szűcs, E. – Vadáné Kovács, M. – Mihályfi, I.(1996): Holstein-fríz fajtájú növendékbikák zsírsajtjeinek változása a hizlalási periódus alatt. A hús, 6. 4. 217–219.
- Vangen, O.(1992): Assessing body composition of pigs by computer assisted tomography. Pig New Infor., 13. 4.
- Young, M.J. – Nsoso, S.J. – Beatson, P.R.(1998): Response to selection for lean tissue growth in sheep assessed by x-ray computer tomography. Proc. Wld. Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Armidale, Australia, 24. 153.

Érkezett: 2000. szeptember

Szerzők címe: Tózsér, J. – Szűcs, E.: Szent István Egyetem,

Authors' address: Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar
Szent István University, School of Agricultural and Environmental Sciences
H-2103 Gödöllő, Péter K. u. 1.

Holló, G. – Romvári, R. – Repa, I.: Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Kaposvár University, Faculty of Animal Science
H-7200 Kaposvár, Guba S. u. 40.

A BAKTERIÁLIS EREDETŰ FEHÉRJE MENNYISÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA A D-ASZPARAGINSAV, A D-GLUTAMINSAV ÉS A DIAMINO-PIMELINSAV-TARTALOM ALAPJÁN

CSAPÓ JÁNOS — SCHMIDT JÁNOS — CSAPÓ-KISS ZSUZSANNA —
HOLLÓ GABRIELLA — HOLLÓ ISTVÁN — WÁGNER LÁSZLÓ — CENKVÁRI ÉVA —
VARGA-VISI ÉVA — POHN GABRIELLA — ANDRÁSSY-BAKA GABRIELLA

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt években több módszert dolgoztak ki a bendőből az oltóba, illetve vékonybélbe jutó nitrogéntartalmú anyagok mikrobiális eredetű részének meghatározására. Az utóbbi időben élelmiszerek, különösen tej és tejtermékek D-aminosav-tartalmát vizsgálva a szerzők megfigyelték, hogy a D-alanin (D-Ala) mellett hozzá hasonló mennyiségben lehet D-glutaminsavat (D-Glu) és D-aszparaginsavat (D-Asp) is kimutatni elsősorban azon termékekből, melyek kapcsolatba hozhatók a bakteriális tevékenységgel. Ezek alapján vizsgálták a szarvasmarhák bendőjéből nyert baktériumok, és a chymus DAPA, D-Glu és D-Asp tartalmát hogy van-e a három komponens között összefüggés, továbbá, hogy a D-Asp és D-Glu használható-e a bakteriális eredetű fehérje becslésére.

Öt növendék bika duodenális chymusának, valamint a bendőbaktériumok DAPA, D-Asp és D-Glu tartalmának meghatározásával megállapították, hogy: a chymus (és a bendőbaktérium) a lineáris regresszióval számított r értéke a DAPA és a D-Asp között 0,78 (0,76), a DAPA és a D-Glu között pedig 0,70 (0,81) volt. A bendőbaktériumok nyersfehérje tartalma és a vizsgált markerek közti r értékek a következők voltak: DAPA: 0,74; D-Asp: 0,73; D-Glu: 0,61. A bakteriális eredetű fehérje visszanyerésére végzett modell kísérletben a D-Asp és D-Glu alapján, az elméleti értéket, DAPA alapján pedig annál mintegy 10%-kal többet kaptak. Javasolják, hogy a DAPA mellett a két D-aminosavat is vonják be a bakteriális fehérje markerei közé.

SUMMARY

Csapó, J. – Schmidt, J. – Csapó-Kiss, Zs.Ms. – Holló, G.Ms. – Holló, I. – Wágner, L. – Cenkvari, É.Ms. – Varga-Visi, É.Ms. – Pohn, G.Ms. – Andrassy-Baka, G.Ms.: QUANTITATIVE DETERMINATION OF PROTEIN OF BACTERIAL ORIGIN ON THE BASIS OF D-ASPARTIC ACID, D-GLUTAMIC ACID AND DIAMINO-PIMELIC ACID CONTENTS

In the past few years, several methods have been developed for the determination of the proportion of microbial origin of nitrogen-containing substances passed from the rumen into the abomasum or the small intestine. Recently, on examining the D-amino acid content of foodstuffs, particularly milk and milk products, it has been observed that, in addition to D-alanine (D-Ala), D-glutamic acid (D-Glu) and D-aspartic acid (D-Asp) can also be detected in similar quantities, primarily in products which have links with bacterial activity. This gave rise to the idea of examining the diaminiopimelic acid (DAPA), D-Glu and D-Asp content of bacteria extracted from the rumen of cattle and that of chyme from the same cattle, in order to determine the type of relation existing among these three components, and to establish whether D-Asp and D-Glu can be used in the estimation of protein of bacterial origin.

On determination of the DAPA, D-Asp and D-Glu content by means of amino acid analyser and high performance liquid chromatography of duodenal chyme from five growing bulls and of ruminal bacteria from the same bulls, the following values were established. For chyme (and, in brackets, for ruminal bacteria) r value calculated by means of linear regression was 0.78 (0.76) between DAPA and D-Asp, and 0.70 (0.81) between DAPA and D-Glu. The r values between the crude protein content of ruminal bacteria and the markers examined were found to be the following: DAPA, 0.74; D-Asp, 0.73; D-Glu, 0.61. In the model experiment performed for the re-obtaining of values for protein of bacterial origins theoretical values were determined on the basis of D-Asp and D-Glu, and

values approximately 10% higher than the theoretical value on the basis of DAPA. It is therefore recommended that, in addition to DAPA, these other two amino acids be included among the bacterial protein markers.

BEVEZETÉS

A szarvasmarha takarmányozásában, az utóbbi évtizedben, számos országban bevezetett új fehérjeértékelési rendszerek közös vonása, hogy a takarmányok fehérjetartalmát a vékonybélben felszívódó aminosavak mennyisége alapján bírálják el. A felszívódó aminosav mennyiséget, a csak kis hányadot kitevő endogén aminosavak mellett, döntően két aminosavforrás, nevezetesen a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje, valamint a takarmány fehérjéjének bendőben le nem bomló (by-pass) hányada határozza meg. A bendőben ugyanis a takarmány fehérjetartalmának átlagosan 70%-a aminosavakra bomlik le, amelyek vagy mikrobafehérje szintézisre használódnak fel, vagy tovább bomlanak le, és ammóniát szolgáltatnak a mikrobáknak testfehérjéjük felépítésére. A fel nem használandó ammónia felszívódik a bendőből, és a májban, az ornitin ciklusban, karbamid képződik belőle. A bendőben termelődő mikrobafehérje mennyiségének ismerete azért is fontos, mert csak így tudjuk a takarmányfehérje by-pass hányadát megállapítani.

A bendőben szintetizálódott mikrobafehérje mennyiségének megismeréséhez szükséges, hogy a duodenális chymusban szét tudjuk választani a mikrobiális fehérjét a takarmány fehérje by-pass hányadától, valamint az endogén eredetű fehérjétől. Ez csak akkor lehetséges, ha találunk a fehérjében olyan komponenseket, amelyek csak a mikrobafehérjére jellemzőek.

Korábban, már több módszert dolgoztak ki a bendőből az oltóba, illetve vékonybélbe jutó nitrogéntartalmú anyagok mikrobiális eredetű részének meghatározására. Próbálkoztak a nukleinsavak meghatározásával, a B₁₂-vitamin és a kén 35-ös izotóp nyomkövetésével becsülni a nitrogéntartalmú anyagok mikrobiális eredetű részét. Ezekről a módszerekről közölnek kritikai értékelést és összefoglalást *Stern és Hoover* (1979).

Czerkawski (1974) a 2-aminoetil-foszfonsav mérésével a protozoa nitrogénre, a 2-6-diamino-pimelinsav (DAPA) mérésével pedig a bakteriális eredetű nitrogéntartalomra tudott következtetni. A 2-aminoetil-foszfonsav ugyanis döntő mértékben csak a protozoákban, a 2-6-diamino-pimelinsav pedig kizárólagosan csak a baktériumok sejtfalában lévő peptidoglikánokban fordul elő. Annak ellenére, hogy a sejtfalban a DAPA mennyisége erőteljesen függ a baktérium fajtól, a DAPA részaránya, az összes baktérium fehérjéhez viszonyítva, állandó takarmányozási feltételek mellett nem változik, ezért a DAPA összehasonlító kísérletekben jól használható a béltartalom bakteriális eredetű fehérje részének becslésére.

Schleifer és Kandier (1972) felfedezte azt, hogy a DAPA mellett a D-alanin is csak a baktériumok sejtfalában lévő peptidoglikánokban fordul elő, így ez a vegyület is jól használható a baktériumeredetű fehérje jelzésére és mennyiségi meghatározására. Fentiek ismeretében *Garrett és mtsai* (1982) beszámolnak arról, hogy D-alanint mérve a bendőfolyadékából, meg tudták határozni a bakteriális eredetű nitrogént. A későbbiekben *Garrett és mtsai* (1987) összehasonlító

vizsgálatokat végeztek a DAPA és a D-alanin között arra vonatkozóan, hogy melyik vegyület segítségével lehet a bakteriális eredetű nitrogént pontosabban meghatározni. Megállapították, hogy D-alanin jobb indikátora a bakteriális eredetű nitrogénnek, ugyanis a D-alaninnal kapott eredmények variációs koefficiense lényegesen kisebb volt mint DAPA-val, ezen kívül a D-alanin meghatározásának pontossága is nagyobb, mint a DAPA-é. Egy vizsgálatsorozatunkban (Csapó és mtsai, 1991b) ugyancsak arra a megállapításra jutottunk, hogy mind a DAPA mind a D-Ala jól használható a bakteriális eredetű fehérje mennyiségének becslésére. A két anyag között sem az analitikai meghatározás, sem a bakteriális eredetű fehérje meghatározásának hibáját illetően, nem találtunk különbséget.

További módszerekkel is kísérleteztek a DAPA meghatározására bendőfolyadékából, illetve béltartalomából. Hutton és mtsai (1971) automatikus aminosav analízátorral határozták meg a DAPA-at, kihasználva a DAPA-nak azt a tulajdonságát, hogy eltérően a többi aminosavtól, a prolinhoz hasonlóan, savas ninhidrin oldattal sárga színt ad, melynek maximális fényelnyelését 420 nm-es hullámhosszon tapasztalták. Czerkowski (1974) a DAPA meghatározásakor a fehérjét savval hidrolizálta, a hidrolizátumot csontszénoszlopon tisztította, anioncserélő oszlopon elválasztotta a DAPA-at a prolintól, majd meghatározta a DAPA-at savas ninhidrinnel.

Pongor és Baintner (1980) egy egyszerű és gyors ioncserés vékonyréteg kromatográfiás módszert dolgozott ki a DAPA meghatározására, videodenzitometriával kombinálva, a módszer azonban a videodenzitometriás kiértékelés miatt nem terjedt el a gyakorlatban. Edols (1985) automatikus aminosavanalízátorral két oszlopos módszert alkalmazva határozta meg a bendőfolyadék hidrolizátumából a DAPA-at. A pufferek összetételének optimalizálásával, a DAPA, a metionin és az izoleucin között jelent meg a kromatogrammon, az említett aminosavaktól jól elkülönülve, éles, jól értékelhető csúcs formájában. Csapó és mtsai (1986b) a fehérje hidrolízise előtt perhangyasavval oxidálták a mintát, melynek következtében — kiküszöbölve a szomszédos aminosavak zavaró hatását — a nyomnyi mennyiségben jelenlévő DAPA-at is pontosan meg tudták határozni. Ezt követően — kihasználva a metionin és a DAPA hasonló kromatográfiás viselkedését — gyors módszert dolgoztak ki a DAPA meghatározására ioncserés oszlopkromatográfiával (Csapó és mtsai, 1995b).

A szakirodalmi adatokat elemezve úgy tűnik, hogy a DAPA analitikája jelenleg megoldott, a nyomnyi mennyiségben előforduló DAPA-t is meg lehet határozni. Mi készítettett bennünket arra, hogy a D-aminosavak meghatározásával foglalkozunk, illetve keressünk még más olyan markereket, melyek segítségével a bakteriális eredetű fehérje mennyisége meghatározható? Élelmiszerek, különösen tej és tejtermékek (Csapó és mtsai, 1995a; Csapó és mtsai, 1997a) D-aminosav tartalmát vizsgálva azt figyeltük meg, hogy a D-alanin mellett, hozzá hasonló mennyiségben lehet D-glutaminsavat és D-aszparaginsavat is kimutatni elsősorban azon termékekből, melyek kapcsolatba hozhatók a bakteriális tevékenységgel. Ez adta az ötletet arra vonatkozóan, hogy a szarvasmarhák bendőjéből kinyert baktériumok, és ugyanazon szarvasmarhák chymusának DAPA, D-Asp és D-Glu tartalmát vizsgálva állapítsuk meg azt, hogy milyen összefüggés van e három komponens között, és hogy vajon a D-Asp és D-Glu használható-e a bakteriális eredetű fehérje becslésére.

Módszerek a D-aminosavak meghatározása

Az aminosav enantiomerek szálvlasztására és meghatározására több módszer is kidolgozásra került. A tiszta aminosavak racemizációjának tanulmányozására használták a polarimetriát, majd a különböző enzimes technikák nyertek teret. E módszerek hibája, hogy nem használhatók a D-aminosavak nyomnyi mennyiségeinek kimutatására, és igen jelentős hibaforrás lehet az enzimekből származó aminosavakkal történő szennyezés is.

Biológiailag aktív anyagok optikai tisztaságának ellenőrzésére különböző direkt folyadékkromatográfiás módszereket is kidolgoztak. E módszerek lényege a királis oszlop, mely kémiaiilag kötött L-hidroxiprolin-Cu²⁺ komplexből áll, és a mozgó fázis, mely Cu²⁺-ion tartalmú vizes oldat. A stacionáris fázis alkalmazásával mód nyílik mindazon vegyületek optikai tisztaságának ellenőrzésére, melyek kelát komplexeket képeznek a Cu²⁺-ionokkal, mint amilyenek például az aminosavak. A módszer hibája, hogy egyszerre csak egy aminosav D- és L-alakját lehet vele meghatározni.

Weinstein és Weiner (1984) az aminosavakból az 5-dimetil-aminonaftalin-1-szulfonil fluoreszkáló származékot képeztek és fordított fázisú folyadékkromatográfiával, az N,N'-di-n-propil-L-alanin és rézacetát királis töltet alkalmazásával, egy mintából, az összes fehérjealkotó aminosav D- és L-enantiomerjét szét tudták választani. Marfey (1984) az 1-fluoro-2,4-dinitrofenil-5-L-analin-amid segítségével — mely egy igen reakcióképes fluoratomot tartalmaz — diasztereomer származékokat hozott létre, melyek folyadékkromatográfiával szétválaszthatók.

Az aminosav enantiomerek mennyiségi meghatározásához nem elég azokat csak egymástól elválasztani, de ügyelni keil arra is, hogy azok a többi aminosavtól vagy azok származékaitól is jól elkülönüljenek. Ezen túl, a megfelelő érzékenység elérésére kis mennyiségben is jól detektálható aminosav-származékot keil képezni. Az utóbbi időben erre a célra széles körűen alkalmazták a fluorezcens reagensekkel történő oszlop előtti származékképzést és a származékok fordított fázisú kromatográfiáját (RPC). E módszerekkel, a meghatározni kívánt aminosavak kimutathatóságának a határa igen kicsi, és az analitikai rendszer flexibilitása is rendkívüli előnyöket rejt magában (Einarsson és mtsai, 1987). Így többek között automatikus módszereket fejlesztettek ki az optikailag inaktív o-ftálaldehid/merkaptóetanollal (OPA) az α -aminosavak (Smith és Panico, 1985), a 9-flurenilmetil kloroformáttal (FMOC-Cl) pedig az α -aminosavak és az iminosavak együttes meghatározására (Cunico és mtsai, 1986; Betner és Földi, 1988).

Az optikailag aktív (királis) aminosavak reakciója királis reagensekkel diasztereomer vegyületet eredményez, melyek elvben nem királis oszlopon is szétválaszthatók. Amennyiben a királis reagens egy másik aminosav, akkor a diasztereomer dipeptidek elválasztása és meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával is megoldható (Manning és Moore, 1968; Izumija és Muraoka, 1969; Bajusz, 1980; Csapó és Csapóné, 1989b; Csapó és mtsai, 1989a, 1989c, 1990, 1991a).

A királis reagenssel történő származékképzés után lehetőség van a fehérjeépítő aminosavak enantiomerjeinek szétválasztására és meghatározására egyetlen analízis során RPC-vel. Mivel a kromatográfiás elválasztás általában

50–70 percet is igénybe vesz, nagyon fontos, hogy a kidolgozott analitikai módszer teljesen automatikus legyen. Előfeltétel még az egyszerű származékképzési reakció, mely szobahőmérsékleten rövid idő alatt végbemegy. Az optikailag aktív tiolok és az OPA, valamint a meghatározni kívánt aminosavak közti reakciót felhasználták aminosav enantiomerek szétválasztására és meghatározására (Aswad, 1984; Buck és Krummen, 1987). A királis 1-(9-fluorenil)etil kloroformát (FLEC) használata az enantiomerek szétválasztására azzal az előnnyel jár, hogy az nemcsak az α -aminosavakkal, de az iminosavakkal is stabil származékot képez (Einarsson és mtsai, 1987).

A D- és L-aminosavak szétválasztására az egyik leggyorsabb módszer a gázkromatográfia. Az enantiomereket szét lehet választani egy megfelelő aszimmetrikus reagenssei létrehozott diasztereomer-pár formában, vagy az illékonyra tett származékokat egy optikailag aktív álló fázison lehet szeparálni. A gázkromatográfias technikát ma már olyan tökéletesre fejlesztették, hogy az enantiomerek meghatározásának hibája kisebb mint 5%, és a reprodukálhatóság is rendkívül jó.

A D-aminosavak meghatározásának egyik legfontosabb lépése a fehérje hidrolízise. Nagyon fontos annak ismerete is, hogy a fehérje hidrolízise során történik-e racemizáció, hisz — amennyiben igen — az a mérési eredményeket meghamisíthatja. Különböző tanulmányok beszámoltak arról, hogy a racemizáció foka a hidrolízis folyamán függ a peptid ill. a fehérje típusától, az aminosav környezetében levő többi aminosavtól, és megállapították, hogy a peptidkötésben lévő aminosavak általában gyorsabban racemizálódnak a szabad aminosavaknál (Liardon és Lederman, 1986; Liardon és Friedman, 1987).

Az utóbbi időben többen kísérleteztek a mikrohullámú technológia alkalmazásával a fehérje hidrolízise során, és többen beszámoltak a rövid ideig magas hőmérsékleten végzett hidrolízissel kapott kiváló eredményekről is (Chiu és Wang, 1988; Csapó és mtsai, 1994). Amennyiben célunk az aminosav enantiomerek szétválasztása és meghatározása, olyan fehérjehidrolízis módszert kell választani, melynek során minimális a racemizáció, hisz a hidrolízis alatt fellépő számottevő racemizáció esetén nem tudjuk eldönteni, hogy az aminosav enantiomerek egy része eredetileg is benne volt-e a mintában, vagy csak a hidrolízis folyamán keletkezett. Több módszert dolgoztak ki a fehérjehidrolízis során bekövetkező racemizáció visszaszorítására (Smith és mtsai, 1983; Reddy és mtsai, 1989; D'Aniello és mtsai, 1990), azonban ezek meglehetősen hosszadalmasak illetve nehézkesek voltak. Csapó és mtsai (1997b) egy magas hőmérsékleten és rövid ideig végzett fehérje hidrolízis módszert dolgoztak ki. Megállapították, hogy minden olyan lépés, mely gyorsítja a fehérje hidrolízisét, csökkenti a racemizációt.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Az állatkísérlet metodikája

A vizsgált chymus és bendőbaktérium minták öt, bendő- és duodenum-fisztulával ellátott, 480–500 kg testtestsúlyú, magyar tarka holstein fríz keresztezésből származó növendék bikával végzett két kísérletből származtak, mely kísérletekben különböző takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát,

továbbá különféle adalékanyagoknak (ortofoszforsav, glioxál, éterikus olajok keveréke) a fehérjék bendőbeli degradabilitására gyakorolt hatását kívántuk megállapítani. A vizsgált takarmányok között egyaránt szerepeltek olyanok, amelyeknek fehérjeje a bendőben nagymértékben (silókukorica szilázs, extra-hált napraforgódara, vinasz), közepesen (rétiszéna), illetve csak kismértékben (vérliszt, toll-liszt, kukoricaglutén) bomlik le.

Mindkét kísérlet tíznapos előtetési és négynapos kísérleti szakaszokból állt. Az egyes kísérleti szakaszokban más-más takarmány fehérjéjének a lebonthatóságát, illetve más adalékanyagok a lebonthatóságára gyakorolt hatását vizsgáltuk. A kísérleti szakaszokban, azok 1. és 4. napján 6 és 16 óra között kétóránként összesen hat mintát vettünk a fisztulán át a duodenális chymusból. A vizsgálatra kerülő chymus mintákat ezekből a részmintákból alakítottuk ki. A duodenumon áthaladó chymus mennyiségét az abraktakarmányhoz kevert TiO_2 jelzőanyag segítségével állapítottuk meg. Azért, hogy a bendőbaktériumok DAPA, D-Asp és D-Glu tartalmát meg tudjuk állapítani, a kísérleti szakasz 2. napján a reggeli etetést követő három óra múlva a bendőfisztulán át bendőfolyadék mintát vettünk az állatoktól.

A minták előkészítése kémiai vizsgálatra: A mintaelőkészítés során a bendőfolyadékot a takarmányrészecskék és az infuzóriumok elkülönítésére 3000/perc fordulatszámra centrifugáltuk. Ezt követően a folyadékfázis 16000/perc fordulaton történő centrifugálásával elkülönítettük a baktérium masszát, melyet liofilezással megszártítottunk. A duodénumból vett chymus minták aliquot részét szintén liofileztük.

A minták kémiai analízise: A DAPA tartalmat Aminochrom-II, ill. LKB 4101 típusú aminosav-analizátorral Csapó és mtsai (1986a) módszerével határoztuk meg a fehérje perhangyasavas oxidációját követő 0,1% fenolt tartalmazó 6 mólos sósavval, 24 órán át tartó hidrolízis után. A D-Asp és a D-Glu meghatározása előtt a fehérjét, 170 °C-on, 30 percig hidrolizáltuk 6 mólos sósavval a lehető legkisebb racemizáció elérése miatt. Az enantiomerek szétválasztását és meghatározását nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával végeztük Einarsson és mtsai (1987) módszere szerint. A származékképzéshez az o-ftáldaldehydet (OPA) és a 2,3,4,6-tetra-O-acetil-1-tio- β -glükopiranozidot (TATG) a Sigma-tól (St. Louis, Mo) vásároltuk. Az enantiomerek elválasztását fordított fázisú (250x4,6 mm belső átmérő, 5 μm részecskeméret, Kromasil oktil (C8) töltet) analitikai oszlopon végeztük. Az oszlop élettartamának megnövelésére, a mintaadagoló és az analitikai oszlop közé, egy biztonsági oszlopot (RP8, Newguard, 25x3,2 mm belső átmérő, 7 μm részecskeméret, Brownlee), a pumpa és a mintaadagoló közé, pedig egy tisztítóoszlopot (C18, 36x4,5 mm belső átmérő, 20 μm részecskeméretű Rsil) csatlakoztattunk. Az enantiomerek szétválasztására egy két komponensből álló gradiens rendszert alkalmaztunk, melynek összetétele a következő volt: A=40% metanol foszfát pufferben (9,5 mM, pH=7,05); B=acetonitril. Az áramlás sebessége 1 ml/perc volt.

Mivel ebben a kísérletsorozatban csak a D-Asp és D-Glu mennyisége érdekelte bennünket, ezért csak ezt a két aminosavat és enantiomereit határoztuk meg. Az alkalmazott módszerrel az igen kis mennyiségben jelenlévő D-Asp-t és D-Glu-t is ki lehet mutatni ill. meg lehet határozni nagy mennyiségű L-aminosav mellett is.

EREDMÉNYEK

Az 1. táblázat a chymus és a bendőbaktérium minták esetében a DAPA-D-Asp, a DAPA-D-Glu és a D-Asp-D-Glu a lineáris regresszió eredményét mutatja. A 2. táblázat a bendőbaktériumok és a chymus nyersfehérje tartalma, valamint a D-Asp, a DAPA és a D-Glu közötti összefüggést szemlélteti ugyanezen minták esetében.

1. táblázat

A lineáris regresszió paraméterei és statisztikai jellemzői a chymus és a bendőbaktériumok esetében a DAPA-D-Asp, a DAPA-D-Glu és a D-Asp-D-Glu vonatkozásában ($y=a+bx$)

		Bendőbaktérium(1)			Chymus		
		DAPA D-Asp	DAPA D-Glu	D-Asp D-Glu	DAPA D-Asp	DAPA D-Glu	D-Asp D-Glu
A		1,12088	2,68554	2,34587	0,31332	0,43877	-0,1682
	sd	0,55976	0,43646	0,43684	0,08943	0,14195	0,07365
B		0,83955	0,77105	0,72862	0,65491	0,82992	1,33064
	sd	0,18638	0,14533	0,11985	0,09351	0,14843	0,07825
SD		0,23758	0,18524	0,16914	0,11814	0,18752	0,08323
n		17	17	17	34	34	34
r		0,76	0,81	0,84	0,78	0,70	0,95
P		<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Table 1.: Linear regression parameters and statistical characteristics for chyme and ruminal bacteria with respect to DAPA-D-Asp, DAPA-D-Glu and D-Asp-D-Glu ($y=a+bx$) ruminal bacteria(1)

2. táblázat

A lineáris regresszió paraméterei és statisztikai jellemzői a nyersfehérje és a DAPA, D-Ala és D-Glu között a bendőbaktériumok és a chymus esetében ($y=a+bx$)

		Bendőbaktérium nyersfehérje(1)			Chymus nyersfehérje(2)		
		D-Asp	DAPA	D-Glu	D-Asp	DAPA	D-Glu
A		-0,6983	-1,7455	1,4848	1,07286	1,26676	1,30856
	sd	1,7043	1,1245	1,1521	0,3219	0,37937	0,45303
B		0,08822	0,09608	0,07013	-0,00608	-0,01364	-0,00394
	sd	0,03448	0,02275	0,0233	0,01305	0,01536	0,01834
SD		0,32875	0,2169	0,2222	0,18739	0,22064	0,26348
n		17	17	17	34	34	34
r		0,73	0,74	0,61	-0,08	-0,16	-0,04
P		0,021	<0,001	<0,01	0,644	0,381	0,831

Table 2.: Linear regression parameters and statistical characteristics determined between crude protein and DAPA-D-Asp and-D-Glu for ruminal bacteria and chyme ($y=a+bx$) ruminal bacteria crude protein(1), chymus crude protein(2)

A táblázatok adataiból megállapítható, hogy mind a chymus, mind a bendőbaktérium mintáknál igen szoros összefüggést kaptunk a DAPA és a D-Asp, valamint a DAPA és a D-Glu tartalom között. Az r érték a chymus DAPA-D-Glu tartalma közti összefüggést vizsgálva volt a legkisebb 0,70-dal, és a bendőbaktériumok esetében a DAPA-D-Glu vonatkozásában volt a legnagyobb 0,81-dal. Még szorosabb volt az összefüggés mind a chymus ($r=0,95$), mind a bendőbaktérium ($r=0,83$) esetében, a D-Asp és a D-Glu között.

Az igen szoros összefüggés a DAPA és a D-Asp, a DAPA és a D-Glu, valamint a két D-aminosav (D-Asp és D-Glu) között felbátorított bennünket arra, hogy további vizsgálatokat végezzünk annak kiderítésére, hogy vajon a két D-aminosav milyen markere lehetne a bakteriális eredetű fehérjének, ill. arra, hogy milyen összefüggés van a bakteriális markerek és a nyersfehérje tartalom között. A 2. táblázat adatait elemezve megállapítható, hogy a bendőbaktériumok esetében a legszorosabb összefüggést a DAPA és a nyersfehérje-tartalom között kaptuk ($r=0,74$); alig volt kisebb az r értéke a D-Asp és a nyersfehérje tartalom között ($r=0,73$), míg mindkettőtől némileg elmarad a D-Glu és a nyersfehérje tartalom közötti kapcsolat szorossága ($r=0,61$). A chymus esetében viszont nem kaptunk szoros összefüggést a vizsgált markerek és a nyersfehérje tartalom között, sőt a lineáris regresszió vizsgálat mindhárom esetben igen gyenge negatív összefüggést mutatott (r értéke $-0,04$ és $-0,16$ között változott). Az összefüggés hiányára magyarázatul szolgálhat az, hogy a chymusban lévő fehérjének csak egy része származik a baktériumokból, másik részét azok a takarmányfehérjék képezik, melyek nem szenvednek bakteriális bomlást a bendőben, míg kis részük endogén fehérje. A takarmányfehérjék bendőbeni lebonthatósága átlagosan 70%, ez az átlag azonban igen nagy szórást takar. Az *in vivo* és *in vitro* körülmények között végzett kísérletek eredményei ugyanis azt igazolják, hogy a bendőbeni degradabilitás tekintetében igen nagy különbség van az egyes fehérjék között. Vannak olyan takarmányok, amelyek fehérjeje csaknem teljes egészében lebomlik a bendőben, míg más takarmányfehérjék bendőbeni lebonthatósága csak 15–20%. A fennálló nagy eltérések a fehérjék szerkezetével, elsősorban a diszulfidkötések számával áll összefüggésben. Befolyásolja a bendőbeni lebonthatóságot a fehérjék frakcióinak mennyisége és aránya, a fehérje aminosavösszetétele, és a fehérje kemikáliákkal és hővel való kezelése is. Mindez azzal jár, hogy az etetett fehérjétől függően mindig más lesz a chymusban a mikróbafehérje és a bendőben le nem bomló takarmányfehérje részaránya.

Amint az a metodikai-fejezetben már említésre került, kísérletünkben kísérleti szakaszonként eltérő bendőbeni lebonthatóságú takarmányokat fogyasztottak az állatok, ami azzal járt, hogy az egyes kísérleti szakaszokban eltérő volt a chymusban a mikróbafehérje és a takarmányfehérje *by-pass* hányadának a részaránya. Véleményünk szerint ez az alapvető oka annak, hogy a mikróbafehérjével ellentétben, a chymus esetében nem találtunk összefüggést a DAPA tartalom, valamint a két D-aminosav mennyisége között.

A 2. táblázatban szereplő lineáris regressziós paraméterek felhasználásával, a bendőbaktériumok nyersfehérje tartalmára a D-Asp alapján számolva 49,05%-ot, a DAPA alapján 49,26%-ot, a D-Glu alapján pedig 49,96%-ot kaptunk. A bendőbaktériumok nyersfehérje tartalmának átlaga számításaink szerint 49,50%.

Ezt követően kiszámoltuk az általunk alkalmazott módszerrel nyert bendőbaktériumok DAPA tartalmát melyre 0,61%-ot, D-Asp tartalmát melyre 0,74%-ot és D-Glu tartalmát melyre 1,00%-ot kaptunk. Eredményeinket a szakirodalom tükrében a D-Asp és a D-Glu esetében értékelni nem tudjuk, mert tudomásunk szerint rajtuk kívül a baktériumfehérje ezen komponenseit más még nem vizsgálta. A DAPA-ra kapott 0,61% kevesebb az Orskov (1982) által baktériumfehérjére közölt $1,0 \pm 0,25\%$ -nál (az irodalmi adatok 0,6–1,4% között változtak),

ami talán a kísérleti állataink által fogyasztott takarmányok eltérő minőségével magyarázható. Mivel vizsgálataink célja új bakteriális marker keresése volt, a relatív eltérés a DAPA tartalomhoz viszonyítva, a D-Asp-ra és D-Glu-ra kapott eredményeinket nem befolyásolja.

A bendőbaktériumok analízise után a nyersfehérje tartalom ismeretében olyan szorzófaktorokat képeztünk, melyek segítségével egy ismeretlen mintában lévő fehérje bakteriális eredetű része a DAPA, a D-Asp és a D-Glu tartalom alapján becsülhető. A szorzófaktor a DAPA esetében $100/0,61=164$; a D-Asp esetében $100/0,74=135$; a D-Glu esetében pedig $100/1,00=100$.

Annak eldöntésére, hogy az általunk kapott szorzószámok a gyakorlatban hogyan használhatók, két kísérletet végeztünk. Az elsöben a különböző chymus mintákra kapott analízis adatokra alkalmaztuk a szorzófaktorokat, az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza. Látható, hogy két eset kivételével, a DAPA tartalom alapján becsült értékek átlagosan 10%-kal nagyobbak, mint a D-Glu ili. D-Asp tartalom alapján meghatározott mikróbafehérje mennyiségek. Ez azzal magyarázható, hogy a bendőbaktériumok DAPA tartalmát az irodalomban közltekhez képest valamivel kisebbnek mértük.

3. táblázat

Néhány példa a szorzófaktorok alkalmazására chymus minták bakteriális eredetű fehérjetartalmának meghatározásánál

A minta száma(1)	Analízis eredmények, %(2)			A bakteriális eredetű fehérje, %		
	D-Asp	DAPA	D-Glu	D-Asp	DAPA	D-Glu
	tartalom alapján számolva(3)					
1.	0,086	0,076	0,115	11,54	12,59	11,67
2.	0,067	0,058	0,089	9,03	9,59	9,06
3.	0,126	0,113	0,164	16,96	18,61	16,64
4.	0,074	0,066	0,103	10,01	10,82	10,49
5.	0,065	0,053	0,086	8,81	8,66	8,77
6.	0,106	0,099	0,136	14,26	16,38	13,83
7.	0,086	0,077	0,100	11,58	12,64	10,09
8.	0,087	0,070	0,119	11,72	11,61	12,03
9.	0,086	0,081	0,117	11,61	13,34	11,89
10.	0,092	0,082	0,124	12,48	13,50	12,58

Table 3.: Examples of the application of multiplying factors in the determination of protein of bacterial origin content of chyme samples sample(1), analysis results(2), protein of bacterial origin (%), calculated on the basis of D-Asp, DAPA and D-Glu(3)

A D-Glu és a D-Asp tartalom alapján meghatározott fehérjetartalmakat összehasonlítva az egyezés azonnal látható; a legtöbb esetben a kapott értékek szinte egybeesnek.

A szorzófaktorok tesztelését célzó kísérlet második részében, a rendelkezésünkre álló 17 liofilezett bendőbaktérium mintából egy átlagmintát állítottunk elő, melynek nyersfehérje tartalmát 49,5%-nak, DAPA tartalmát 0,325%-nak, D-Asp tartalmát 0,364%-nak, D-Glu tartalmát pedig 0,492%-nak mértük. A kalkulált szorzófaktorok alkalmazásával a nyersfehérje-tartalmat sorrendben 53,30; 49,14 és 49,20%-nak becsültük. Ezután marhahúsból liofilezéssel előállítottunk egy olyan húslisztet, melynek DAPA tartalma nulla, D-Asp és D-Glu

tartalma pedig (racemizáció tesztelése a fehérjehidrolízis során) az általunk alkalmazott módszerrel hidrolizálva a fehérjét 0,01% alatt volt, mind a glutaminsavra, mind az aszparaginsavra vonatkozóan. Az első esetben 1g húslisztet kevertünk 1 g baktérium mintához, majd 5 párhuzamos méréssel meghatároztuk mind a DAPA, mind a D-Asp és D-Glu tartalmat. Ezután 1 g baktérium mintához 9 g húslisztet keverve végeztük el az analíziseket. Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy a szórás százalékok a bakteriális fehérjét nagyobb mennyiségben tartalmazó 1-es minta esetén minden esetben 5% alatt vannak, tehát az eredmények szórása megfelel egy megbízható analitikai módszer követelményeinek. A 2-es minta esetében, ahol a bakteriális fehérje csak 20%-a az 1-es mintáénak, a DAPA kivételével a szórásszázalék minden esetben 5% alatt marad, míg a DAPA-nál azt némiképp meghaladja. Az analízisadatokból számolt nyersfehérje tartalmakat a kalkulált értékhez hasonlítva megállapítható, hogy a DAPA eredmények az 1-es és a 2-es mintánál is mintegy 10–15%-kal többet mérnek a várt értéknél, míg a D-Asp és D-Glu tartalom alapján kalkulált értékek a várt értékekkel gyakorlatilag egybeesnek.

4. táblázat

Modellkísérlet a bakteriális eredetű fehérje meghatározás pontosságának ellenőrzésére

Párhuzamos mérések(2)	Analízis eredmények, %(3)			Bakteriális eredetű fehérje-tartalom alapján számolva, %(4)		
	D-Asp	DAPA	D-Glu	D-Asp	DAPA	D-Glu
1. minta (24,76% (számított) baktérium eredetű fehérjével)(1)						
1.	0,182	0,162	0,247	24,60	26,71	25,05
2.	0,181	0,159	0,239	24,47	26,22	24,24
3.	0,179	0,155	0,251	24,20	25,56	25,45
4.	0,184	0,164	0,241	24,87	27,04	24,44
5.	0,185	0,166	0,246	25,01	27,37	24,94
\bar{x}	0,1822	0,1612	0,2448	24,63	26,58	24,82
SD	0,0021	0,0038	0,0043	0,287	0,636	0,430
2. minta (4,952% (számított) baktérium eredetű fehérjével)(5)						
1.	0,037	0,037	0,047	5,001	6,101	4,766
2.	0,035	0,035	0,049	4,731	5,772	4,969
3.	0,038	0,032	0,051	5,136	5,277	5,171
4.	0,034	0,031	0,046	4,596	5,112	4,664
5.	0,037	0,033	0,047	5,001	5,442	4,766
\bar{x}	0,362	0,0336	0,0480	4,893	5,541	4,867
SD	0,0015	0,0022	0,0018	0,198	0,355	0,181

Table 4.: Model experiment to investigate the accuracy of determination of protein of bacterial origin

1st sample (with 24.76% (calculated) protein of bacterial origin)(1), Parallel analyses(2), Analysis results(3), Protein of bacterial origin (%) calculated on the basis of D-Asp, DAPA and D-Glu(4), 2nd sample (with 4.952% (calculated) protein of bacterial origin)(5)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett vizsgálatok bizonyítják, hogy mind a D-Asp, mind a D-Glu alkalmas lehet a bakteriális eredetű fehérje mérésére. A két új bakteriális marker

alkalmazásával kapott eredmények mintegy 10%-kal kisebbek, mint amit a DAPA mérésekor kaptunk, ami nem a két új marker hibájának, hanem inkább a DAPA meghatározás bizonytalanságának köszönhető. Ismert bakteriális fehérje tartalmú mintával végzett analízisek bizonyítják, hogy egyrészt a D-Asp és a D-Glu gyakorlatilag azonos baktériumfehérje tartalmat, másrészt mindkettő az elméleti (kalkulált) értékhez nagyon közeli eredményt adott.

Milyen előnyei és hátrányai vannak a DAPA és a D-Asp és D-Glu meghatározásnak a bakteriális eredetű fehérje meghatározás szempontjából? A DAPA meghatározásakor a perhangyasavas kezelés az előkészítést hosszadalmassá teszi, e nélkül viszont, a kis mennyiségben jelenlévő DAPA meghatározása, az esetenként nagyságrenddel nagyobb koncentrációban jelenlévő egyéb aminosavak miatt, bizonytalan. A munkaigényesség mellett a DAPA meghatározás még idő és vegyszerigényes is, tehát meglehetősen drága. A DAPA analízisére ugyanakkor alkalmas az ioncserés oszlopkromatográfia elvén működő aminosavanalizátor, míg a D-aminosavak elválasztása aminosavanalizátorral nem végezhető el.

A D-Asp és a D-Glu meghatározása nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával precízen megoldható. Az általunk kifejlesztett gyors program alkalmazásával, a D-Asp és a D-Glu mennyisége, a DAPA ioncserés oszlopkromatográfias analíziséhez képest, negyedannyi idő alatt elvégezhető. A D-aminosavak mérésekor egy másik probléma jelentkezik, nevezetesen a fehérje hidrolízise alatt fellépő racemizáció, ami a vizsgálatok eredményeit meghamisíthatja, azaz a racemizációnak „köszönhetően” több D-Asp-at és D-Glu-at mérhetünk, amely alapján a bakteriális eredetű fehérje mennyiségét túlbecsüljük. Ennek kiküszöbölésére két módszert javasolunk, egyrészt olyan hidrolízis módszert keil alkalmazni, melynek során a racemizáció csekély mértékű (ilyen pl. az általunk kidolgozott magas hőmérsékleten, 160–170 °C, rövid ideig, 30–45 perc, végzett fehérjehidrolízis), másrészt az alkalmazni kívánt módszerrel meg keil határozni a bendőből nyert baktériumok D-Asp és D-Glu tartalmát, és hozzánk hasonlóan szorzófaktorokat keil képezni, a bakteriális eredetű fehérje mennyiségének becsülésére. Ez utóbbi esetben ugyanis a fehérje hidrolízise során fellépő racemizáció egy konstans hibának tekinthető, mind a szorzófaktorok megállapítása során, mind a tényleges minták analízisének, és így a meghatározás pontosságát lényegesen nem befolyásolja. A módszer a legkisebb hibával akkor terhelt, ha alacsony racemizációval járó fehérje hidrolízist használunk, továbbá, ha az alkalmazott módszerrel meghatározzuk a szorzófaktorokat is.

IRODALOM

- Aswad, D.W.(1984): Determination of D- and L-aspartate in amino acid mixtures by high performance liquid chromatography after derivatisation with chiral adduct of o-phthalaldehyde. *Anal. Biochem.*, 137. 405–410.
- Bajusz, S.(1980): Peptidszintézis. In: A kémia újabb eredményei 47. (Szerk.: Csákvári B.) Akadémiai Kiadó, Budapest, 230.
- Betner, I. – Földi, P.(1988): The FMOC-ADAM approach to amino acid analysis. *LC. GC.* 832.
- Buck, R.H. – Krummen, K.(1987): High performance liquid chromatography determination of enantiomeric amino acids and amino alcohols after derivatisation with o-phthalaldehyde and various chiral mercaptans. *J. Chromatogr.*, 387. 255–260.

- Chiou, S.H. – Wang, K.T.(1988): Simplified protein hydrolysis with methanesulphonic acid at elevated temperature for the complete amino acid analysis of proteins. *J. Chromatogr.*, 448. 404–410.
- Cunico, R. – Majer, A.G. – Wehr, C.T. – Sheehan, T.L.(1986): High sensitivity amino acid analysis using a novel automated precolumn derivatisation system. *BioChromatography*, 1.
- Czerkawski, W.J.(1974): Methods for determining 2-6-diaminopimelic acid and 2-aminoethylphosphonic acid in gut contents. *J. Sci. Fd. Agric.*, 25. 45–55.
- Csapó, J. – Csapó, J.-né(1989b): D- és L-aminosavak elválasztása és meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával diasztereoizomer dipeptid formában. I. Az alanil dipeptidok szétválasztása és meghatározása. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 35. 3. 140–152.
- Csapó, J. – Csapó-Kiss, Zs. – Csordás E. – Fox, P.F. – Wágner, L. – Tólos, T.(1997a): Különböző technológiával készült sajtok összes szabad- és szabad D-aminosav tartalma. *Tejipar*, 57. 25–30.
- Csapó, J. – Csapó-Kiss, Zs. – Csordás, E. – Martin, T.G. – Folestad, S. – Tivesten, A. – Némethy, S.(1995b): Rapid method for the determination of diaminopimelic acid using ion exchange column chromatography. *Analytical Letters*, 28. 2049–2061.
- Csapó, J. – Csapó Kiss, Zs. – Folestad, S. – Tivesten, A.(1994): Mercaptoethanesulphonic acid as a protecting and hydrolysing agent for the determination of the amino acid composition of proteins using an elevated temperature for protein hydrolysis. *Analytica Chimica Acta*, 289. 105–111.
- Csapó, J. – Csapó-Kiss, Zs. – Folestad, S. – Tivesten, A. – Némethy, S. – Wágner, L. – Tólos, T. – Martin, T.G.(1997b): Hydrolysis of proteins performed at high temperatures and for short times with reduced racemisation, in order to determine the enantiomers of D- and L-amino acids. *Analytica Chimica Acta*, 339. 99–107.
- Csapó, J. – Gombos, S. – Csapó, J.-né – Tossenberger, J.(1991b): Állattenyésztés és Takarmányozás, 41. 5. 431–441.
- Csapó, J. – Gombos, S. – Henics, Z. – Tóth, L.-né(1986b): Modified method of diaminopimelic acid determination in samples of biological origin. *Acta Alimentaria*, 15. 2. 159–167.
- Csapó, J. – Martin, T.G. – Csapó-Kiss, Zs. – Stefler, J. – Némethy S.(1995a): Influence of udder inflammation on the D-amino acid content of milk. *J. Dairy Sci.*, 78. 2375–2381.
- Csapó, J. – Csapó, J.-né – Penke, B.(1989c): D- és L-aminosavak elválasztása és meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával diasztereoizomer dipeptid formában. II. A 2-szulfonsav-alanil dipeptidok szétválasztása és meghatározása. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 35. 4. 201–208.
- Csapó, J. – Csapó, J.-né – Penke, B. – Tóth-Pósfai, I.(1989a): Separation and determination of D- and L-amino acids by ion exchange column chromatography in the form of diastereoisomer dipeptides. *Acta Alimentaria*, 18. 4. 399–417.
- Csapó, J. – Csapó, J.-né – Penke, B. – Tóth-Pósfai, I.(1991a): Separation and determination of D- and L-amino acids by ion exchange column chromatography in the form of diastereomer dipeptides. *Acta Alimentaria*, 1. 87–104.
- Csapó, J. – Tóth-Pósfai, I. – Csapó J.-né(1990): Amino Acids, Separation of D- and L-amino acids by ion exchange chromatography in the form of 2-sulfonic acid alanil dipeptides. 1. 96–101.
- Csapó, J. – Tóth-Pósfai, I. – Csapó-Kiss, Zs.(1986a): Optimisation of hydrolysis at determination of amino acid content in food and feed products. *Acta Alimentaria*, 15. 1. 3–21.
- D'Aniello, A. – D'Onofrio, G. – Pichetola, M.(1990): Total hydrolysis with strongly reduced racemisation of amino acids. *Biochim. Biophys. Acta*, 1037. 200–208.
- Edols, R.W.(1985): Simple method for the determination of diaminopimelic acid in rumen liquor hydrolysates. *J. Chrom.*, 329. 199–201.
- Einarsson, S. – Folestad, S. – Josefsson, B.(1987): Separation of amino acid enantiomers using precolumn derivatisation with o-phthalaldehyde and 2,3,4,6-tetra-O-acetyl-1-thio- β -glucopyranoside. *J. Liquid Chrom.*, 10. 1589–1598.
- Garrett, I.E. – Goodrich, R.D. – Meiske, J.C.(1982): Measurement of bacterial nitrogen using D-alanine. Protein requirements for cattle. Symposium. Oklahoma State University, MP-109.
- Garrett, I.E. – Goodrich, R.D. – Meiske, J.C.(1987): Measurement and use of D-alanine as a bacterial marker. *Can. J. Anim. Sci.*, 67. 735–743.
- Hutton, K. – Bailey, F.J. – Anison, E.E.(1971): Measurement of the bacterial nitrogen entering the duodenum of the ruminant using diaminopimelic acid as a marker. *Br. J. Nutr.*, 15. 165–173.
- Izumija, N. – Muraoka, M.(1969): A racemisation test in peptide synthesis. *J. Am. Chem. Soc.*, 91. 2391–2392.
- Liardon, R. – Friedman, M.(1987): Effect of peptide bond cleavage on the racemisation of amino acid residues in proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 35. 661–667.
- Liardon, R. – Lederman, S.(1986): Racemisation kinetics of free and protein-bound amino acids under moderate alkaline treatment. *J. Agric. Food Chem.*, 34. 557–563.

- Manning, J.M. – Moore, S.*(1968): Determination of D- and L-amino acids by ion exchange chromatography as L-D and L-L dipeptides. *J. Biol. Chem.*, 243. 5591–5597.
- Marfey, P.*(1984): Determination of D-amino acids. II. Use of a bifunctional reagent, 1,5-difluoro-2,4-dinitrobenzene. *Carlberg Res. Commun.*, 49. 591–596.
- Orskov, O.R.*(1982): Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, London
- Pongor, S. – Baintner, K.*(1980): Quantitative evaluation of ion exchange thin-layer chromatograms by videodensitometry (IV.) Determination of diaminopimelic acid. *Acta Biochem. et Biophys. Acad. Sci. Hung.*, 15. 1. 1–4.
- Reddy, G.S. – Reddy, S.V. – Smith, G.G.*(1989): The effect of Ni (II), Cu (II), Co (II) and Pd (II) ions on racemisation of hydroxy α -amino acids. *Inorg. Chim. Acta*, 166. 55–58.
- Schleifer, K.H. – Kandler, O.*(1972): Peptidoglycan type of bacterial cell walls and their taxonomic implications. *Bacteriol. Rev.*, 36. 407–477.
- Smith, G.G. – Khatib, A. – Reddy, G.S.*(1983): Effect of nickel (II) and other metal ions on the racemisation of free and bound L-alanine. *J. Am. Chem. Soc.*, 105. 293–295.
- Smith, R.J. – Panico, K.A.*(1985): Automated analysis of o-phthalaldehyde derivatives of amino acids in physiological fluids by reversed phase high performance liquid chromatography. *J. Liquid Chromatogr.*, 8. 1873–1879.
- Stern, M.D. – Hoover, W.H.*(1979): Methods for determining and factors affecting rumen microbial synthesis: A review. *J. Anim. Sci.*, 49. 1590–1603.
- Weinstein, S. – Weiner, S.*(1984): Enantiomeric analysis of a mixture of the common protein amino acids and their DNS derivatives. *Chromatogr.*, 303. 244–250.

Érkezett: 2000. február

Szerzők címe: *Csapó J. – Csapó-Kiss Zs. – Hoió G. – Holió I. – Varga-Visi É. – Pohn G. –*

Authors' adres: *Andrássy-Baka G.:* Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Wágner L.: Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agricultural Science
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

Schmidt J. – Cenkvári É.: Nyugat-Magyarországi Egyetem,
Mezőgazdaságtudományi Kar
West-Hungarian University, Faculty of Agricultural Science
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 2.

KÖNYVISMERTETÉS

Megjelent **Fésüs László – Komlósi István – Varga László – Zsolnai Attila: Molekuláris genetikai módszerek alkalmazása az állattenyésztésben** című könyv az AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft gondozásában, Budapest, 2000. 190.p.

Ezzel újabb értékes, időszerű és hiánypótló művel gazdagodott a magyar állatnemesítést szolgáló alkalmazott genetikai szakirodalom, örvendetesen bővülő tárháza. A napjainkban robbanásszerűen fejlődő, szinte hétről-hétre új felismeréseket hozó molekuláris genetika célszerű, hatékony alkalmazása, nem tűr halasztást hazánkban sem. Ehhez a nemzetgazdasági jelentőségű feladatkörhöz kívánnak korszerű információkat, útmutatást és szemléletformálást is jelentő segédeszközt az állatnemesítők kezébe adni a kompetens szerzők.

A tömör, világos stílusban, megfelelő szemléltetéssel és a mértékadó szakirodalom szakszerű feldolgozásával megírt könyv négy fejezetre tagolódik:

1. Molekuláris genetikai módszerek (a PCR, a nukleinsavak elválasztása elektroforézissel, nukleinsav fragmentek előkészítése és detektálása, polimorfizmusok és kimutatásuk eszközei).

2. Genom térképezés (a genetikai térképezés, kromoszóma-technikákon alapuló térképezési módszerek, sejthibridizáción alapuló térképezési módszerek, a szűken értelmezett fizikai térképezés, transzkriptum térképezés, a géntérképek átjárhatósága, genom szekvenálás, összehasonlító géntérképezés, megközelítési stratégiák a gének azonosításához, genom projektek).

3. Biometriai módszerek a QTL-marker kapcsolat azonosítására és felhasználására (nagyhatású gének valószínűsítése a populációban, kísérlettervezés a QTL-marker kapcsolat azonosítására, kísérlet-értékelés, a marker-QTL kapcsolat hasznosítása).

4. A direkt géntesztek és a marker-vizsgálatok gyakorlati alkalmazása (direkt géntesztek alkalmazása, a II. típusú marker vizsgálatok alkalmazása az állattenyésztésben, a molekuláris genetikai vizsgálatok egyéb alkalmazási területei, szabadalom és licenz problémák).

Valamennyi fejezetet a mértékadó és legújabb szakirodalmi forrásmunkák jegyzéke egészíti ki.

A szép kivitelű, jól szerkesztett könyv kitűnően illeszkedik Dohy János: Genetika állattenyésztőknek (Mezőgazda Kiadó, 1999) című művéhez, és hatékonyan szolgálhatja az állattenyésztési szakemberképzést is, különös tekintettel a doktori (PhD.) képzés napjainkban megújuló, jövőformáló rendszerére.

Dohy János

A LÁBON ÁLLÓ GYEPEK TERMÉSÉNEK MÉRÉSE*

NAGY GÉZA — PETŐ KÁROLY

ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánkban a gyep termésének mérésére eddig a közvetlen, kaszáláson alapuló módszert alkalmazták. A szerzők, a Debreceni Agrártudományi Egyetemen, 1996-tól kezdve, a gyep termésmennyiségét két közvetett módszerrel vizsgálták. Az alkalmazott módszerek: spektrális analízis (A) és elektromos kapacitás (B).

A mérési eredmények nem igazolták a közvetett módszerek alkalmazhatóságát, bár a spektrális analízissel mért vegetációs indexek és a fűtermések között igen szoros volt az összefüggés ($R^2=0,9549$). A vegetációs indexek és a szárazanyag hozamok között nem volt megbízható kapcsolat.

Az elektromos kapacitásmérővel becsült és a kaszált szárazanyag termések között szignifikáns különbségek voltak és a regresszió analízis nagyon kismértékű összefüggést tárt fel.

Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy egyik módszer alkalmazásával sem lehetett megbízhatóan becsülni az álló gyepék termését, ezért a vizsgálatokat tovább kell folytatni.

SUMMARY

Nagy, G. – Pető, K.: MEASURING HERBAGE IN SITU

In Hungary, only destructive (cutting) measurement methods have been used on grasslands so far. Since 1996, investigations have been made with two indirect herbage measurement methods at Debrecen Agricultural University. Indirect methods were: spectral reflectance (A) and electric capacitance (B).

Measurement results have not proved the usability of the methods. Although there was a very strong correlation ($R^2=0,9549$) between the vegetation index measured by A and cut fresh mass, we have not found any reliable correlation between the vegetation index and cut dry matter mass.

There were always significant differences between estimated (by B method) and cut herbage dry matter mass results, and regression analyses between CMR values (B method) and dry matter mass results gave very low correlation.

Results indicate that neither method is reliable enough for general use, so further investigation must continue.

* A kutatást az OTKA (T 021057) támogatta

BEVEZETÉS

A gyep termésének mérésére *in situ* mind gyakorlati, mind kísérleti körülmények között szükség van. A gyakorlatban a termés mennyiségének ismerete befolyásolhatja a betakarítási idő meghatározását, a betakarítási mód megválasztását, a betakarítás során jelentkező veszteség becslését, ezen túl a területen mért termés nagysága lehetőséget ad a legelő pillanatnyi állattartó képességének és a legeltetési veszteségek meghatározására.

Kísérleti körülmények között, a különböző kezelések hatásának vizsgálatakor, elengedhetetlen a gyep termésének megállapítása a helyszínen. Különös hangsúlyt kap a gyep termésének mérése, amikor az álló gyep termésváltozását, termésdinamikáját akarjuk mérni.

A gyep termésének mérésére közvetlen és közvetett módszerek állnak rendelkezésre (Frame, 1981).

A *közvetlen módszerek* lényege, hogy a gyep termését mintaterületek/mintatér vágásával állapítjuk meg. A mintaterület lehet a gyep tetszőleges kisebb egysége, vagy (pl. kisparcellás kísérletekben) a teljes terület. A módszer előnye, hogy a kapott eredmény közvetlenül és nagy pontossággal adja a termés nagyságát. Hátrányai azonban nehézkessé teszik alkalmazását, az eltérő tarlómagasság különbséget ad a minta és a tényleges (betakarított) termés között. Meglehetősen nagy a kézimunka- és eszközigénye, ezért költséges és időigényes, ami korlátozza a mintavételek számát, és ez csökkenti a felvétel megbízhatóságát, a mintaterületek kézi vágása a behajló fűvek miatt pontatlaná teszi a mintázást, szinte minden esetben idő telik el a mintázás és a tényleges betakarítás között, ami főleg az első növedékben, a rendkívül gyors termésváltozás idején pontatlanságot eredményez.

A *közvetett módszerek* lényege, hogy minimalizálják a mintaterületeken lévő termés letakarítását, és a termésadatokat különböző becslési technikákkal nyerik. Ezek együttes előnye, hogy kicsi a kézimunka- és eszközigénye, így viszonylag olcsó. Olyan területeken is alkalmazható, ahol a kaszálásos technika nem alkalmazható (nagy távolságok, egyenetlen sziklás talaj), a mintázás nem csökkenti az egyéb célra (pl. legeltetésre) használt kísérleti területet, kevésbé időigényes, így nagyszámú adatot nyerhetünk azonos idő alatt, miután nem távolítja el a mintatér termését, egymást követően korlátlan felvételezést engedélyez, ami lehetőséget ad termésdinamikai megfigyelésekre.

A közvetett módszerek hátránya, hogy becslésen alapulnak, ezért a megbízható adatokhoz nagy számú becsült adatra van szükség.

A szakmában, nemzetközileg használt indirekt módszerek a gyep magasságán, az elektromos kapacitáson és a vizuális becslésen alapulnak. Más technikákat, úgy mint a spektrális analízis, a gázcserén alapuló, vagy a radioizotópos technikát már próbálták gyepen, de széles körben nem terjedtek el (Frame, 1981). Hazánkban Balázs (1949) írt le a gyep cönológiai összetételén alapuló indirekt termésbecslési módszert, de az — a gyep növényállományának felvételezésére szolgáló quadrát módszerrel ellentétben — nem tudott meghonosodni sem a kutatásban, sem a gyakorlatban.

A gyepállományok termésének mérésére hazánkban eddig szinte kizárólag közvetlen mérési módszert alkalmaztak. Még a tudományos kísérletekben is a kézi vagy motoros mintázást végeztünk. Ennek valamivel fejlettebb változata a

drága, de a vágást és mérést is elvégző ún. parcella kombájnos megoldás (Dér, 1991).

Nem tudunk arról, hogy a gyepállományok termésének mérésére hazánkban eddig közvetett módszereket használtak volna. Ilyen megbízható technika lendületet adna a gyepgazdálkodási kutatásoknak, de segítené a gyepgazdálkodás szakszerűségének javítását a gyakorlatban is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatómunka célja az volt, hogy a nemzetközi viszonylatban több helyen vizsgált módszerek hazai adaptálhatóságáról képet adjon.

Az álló gyep *in situ* termésének közvetlen megállapítására a hagyományos próbakaszálós módszerrel használtuk. Ennek keretében először 0,5×0,5 m-es mintakeret segítségével, kézzel végeztük a próbakaszálásokat, később motoros fűnyíróval vágunk ismert méretű, (0,16 m²-es) mintaterületeket.

A próbakaszálásokkal vett zöldtömeget a vágás után azonnal lemértük, majd a szárazanyag-tartalom megállapításához átlag mintát vettünk, amit nylon zacskóban tároltunk a laboratóriumi feldolgozás idejéig. A fű szárazanyag-tartalmát az MSZ 6830-as szabványban előírt szárítószekrényes módszerrel állapítottuk meg.

Az álló gyep termésének mérésére szolgáló közvetett módszerek közül a spektrális analízist és az elektromos kapacitás változásán alapuló módszereket alkalmaztuk.

A kutatási témához kapcsolódó méréseinket a Debreceni Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Kísérleti Telepének legelőin (1. helyszín), és a gyakorlatai bemutató kertjében (2. helyszín) végeztük.

A spektrális analízis eszköze és módszere

A spektrális analízis vizsgálatokhoz az SM-2 spektrométert használtuk, amely a távérzékelésben elterjedt spektrális abszorpciós mérés technikára kifejlesztett mérőműszer (Nagy és Zilinyi, 1993). A műszert a Debreceni Agrártudományi Egyetemen fejlesztették ki és INTEL 8085 mikroprocesszorral működik, része továbbá az optikai egység illetve a digitális kijelző.

A műszer 400–1000 nanométeres fénytartományban képes mérni. Működési elve a talajfelszínre érkező, az ott elnyelt, illetve onnan visszaverődő fény sugárzás mérésén alapul. A műszer 61 reflexiós értéket (Rf%) rögzít a zöld (520–600 nm), vörös (630–690 nm), és a közeli infravörös (NIR, 760–900 nm) tartományból.

A vegetációs indexet (VI) a műszer az alábbi egyenlet alapján számítja:

$$VI = (4 \times \text{Zöld Rf\%}) - (6,67 \times \text{Vörös Rf\%}) + (2,67 \times \text{NIR Rf\%})$$

A vegetációs index és a próbakaszálással megállapított tényleges termés összefüggés vizsgálatából kapott regressziós egyenleten alapul a gyep termésbecslése.

Az SM-2 mérőműszerrel 2 m magasságból 40 cm átmérőjű kör alakú terület abszorpciós viszonyait mértük, minden esetben tiszta, napos időben.

Az elektromos kapacitás mérésének eszköze és módszere

Az elektromos kapacitás mérésének eszköze a *Pasture Probe* márkanévű műszer amely egy hordozható, mikroprocesszor által vezérelt kapacitásmérő, mérje a gyepterminésének a mérésére gyakorlati körülmények között. A gyártók szerint a műszer gyors, könnyű és pontos mérést tesz lehetővé gyepeken, kg/ha szárazanyag mértékegységben mérve és tárolva a termésadatokat. A műszer részei: a mérőrúd (100×3 cm) a fogantyúba szerelt méréskapcsolóval, a derékszíjjal/vállszíjjal szerelt műszertest, a digitális kijelzővel és működtető gombokkal. A műszer a Mosaic Systems Limited (Palmerston North, New Zealand) cég szabadalmaztatott terméke, amelyet nagy érdeklődés mellett mutattak be a XII. Gyepgazdálkodási Világkongresszuson (1993. Új-Zéland).

A műszer az elektromos kapacitás változását használja a gyepterminésének mérésére. A működési elvet és a vizsgált terület nagyságát a mellékelt 1. ábra mutatja. A „kapacitás” kifejezés az elektromos töltés nagyságára vonatkozik, amelyet két, lemezeknek nevezett elektromos vezető tárol. A lemezeket, áramot nem vezető szigetelőanyag választja el. A kapacitás nagyságát meghatározza a lemezek felületének nagysága és a szigetelőanyag ellenállása. A *Pasture Probe* nevű műszerben a központi talajtűske és a külső alumínium cső képezik a kapacitást gerjesztő két lemezt; a levegő és a gyantás felületi anyag adják a szigetelőanyagot. A kapacitás gerjesztők egy áramkör részei, amely bizonyos frekvenciával jeleket fejleszt. A kapacitás változása a gerjesztett jelek frekvenciájának változását okozza és ezt a változást mérik. A levegőben mért érték képezi a kapacitás kiindulási értékét, etalonját, melyhez a gyepterminésben mért kapacitás értékeket hasonlítják. A levegőben történő méréshez a műszer rúdját horizontálisan felel emelni, úgy, hogy 30 cm-en belül semmilyen tárgy ne legyen, és próbamérést kell végezni. Amikor a mérőrúd hegyét a gyepterminésre helyezzük és méréseket végzünk, a kapacitás a műszer mérési területén belül lévő gyepterminés szárazanyag mennyiségétől függően változik (1. ábra). Ezt a kapacitásváltozást (CMR) mérjük, amelyet a műszer feldolgoz és szárazanyag kg/ha értékben megjelenít a kijelzőn. A feldolgozás alapját a műszerbe programozott egyenletek képezik, amelyeket több ezer tudományos vizsgálat alapján állítottak össze. A kapacitásváltozás (CMR) és a tényleges termésadatok között négyzetes regressziós kapcsolatot állapítottak meg:

$$y = a + b \times \text{CMR} + c \times \sqrt{\text{CMR}}$$

y = szárazanyag kg/ha

a, b, c = regressziós állandók a gyepterminés állapotának függvényében

CMR = mért kapacitás változása

A műszerbe programozott egyenletek/programok:

- alap, általánosan használható,
- kora őszi (eső előtt),
- őszi (eső után),
- téli és kora tavaszi,
- késő tavaszi/kora nyári,
- nyári mérésekre javasolt programok.

1. ábra: Az elektromos kapacitásmérő sematikus működési elve

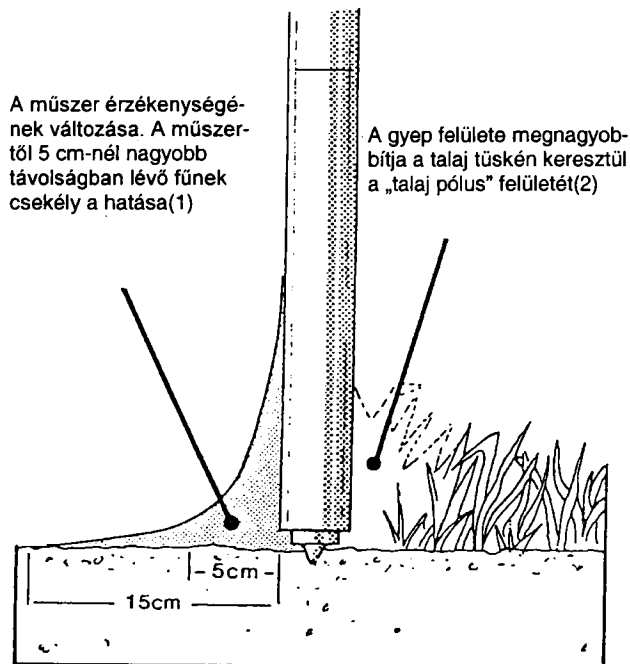


Fig. 1.: Schematic pattern of operation of electric capacitance

Shape of probe sensitivity pattern. Pasture more than 5 cm from the probe has little effect(1); The pasture surface forms an extension of the earth spike and increases the area of the earth plate(2)

A gyártók szerint leginkább ajánlott egyenletek:

- általános használatra, amikor a gyep nem nedves,
- vizes legelőre (harmat vagy eső után); (esőben nem használható),
- dús legelőre nagyon száraz időben; (a száraz fű mérése: amikor harmatos a fű, pontosabb mérést eredményez). A csontszáraz gyep nem mérhető a Pasture Probe-bal!

A gyepek állapotának jellemzésére használt módszerek

A vizsgált gyepek jellemzésére a gyepek zártságát és növényi összetételét állapítottuk meg, illetve minden egyes alkalommal mértük a fűmagasságot. A gyepek zártságának jellemzésére a borítottsági százalékot becsültük. A növényi összetétel meghatározásához a 2x2 m-es quadrát módszerrel az egyes fajok borítottsági százalékát állapítottuk meg (Balázs, 1949). A fűmagasság mérésére mérőbotot használtunk.

A gyeppálmányok nedvességi állapotát (száraz, nedves, vizes) a mérések előtt minden esetben ellenőriztük oly módon, hogy a fűállományban végighúztuk száraz kezünket, és ha a kéz nedves lett, a felszáradásig halasztottuk a mérések megkezdését.

A mérések ideje és gyakorisága

Az előzőekben leírt elektromos kapacitás és kaszálásos módszerrel négy egymást követő évben végeztünk vizsgálatokat. Ezek időszaka tavaszra, nyárra vagy ősze esett. Egy-egy időszakban sorozatméréseket végeztünk 2–7. naponként. Egy-egy mérési sorozat 15 mintahely (mintapont) kijelöléséből, a becsült termés méréséből, majd a fű lekaszálásából és a tényleges fűtermés megméréséből állt. Az alábbiakban megadjuk a mérések évét, időszakát, az adott időszakban végzett méréssorozatok számát és határnapjait:

	mérési sorozat
1996. V.07. – V.20.	5
1996. X.16. – XI.20.	6
1997. V.15. – VI.05.	6
1998. VI.22. – VII.09.	4
1998. X.13. – X.27.	3
1999. V.03. – V.20.	6
1999. IX.08. – IX.30.	5

A spektrális analízis módszerét 1996. tavaszán, május 07-én és 16-án próbáltuk lábon álló gyepeken. Mind a két alkalommal 12-12 mintaterületen mértük a fény-visszaverődési viszonyokat.

A kutatási eredmények biometriai kiértékelésének módszerei

A kutatás jellegének megfelelően az alábbi biometriai módszereket alkalmaztuk:

— A hipotetikus homogén adatbázisok (pl. zöld- és szárazanyag termés, szárazanyag-tartalom, fűmagasság) változékonyságának jellemzésére a középérték, a szórás és a variációs koefficiens megállapítása.

— A közvetlen (mintakaszálásos) és a közvetett (műszerekkel becsült) terméseredmények összehasonlítása statisztikai próbával.

— Összefüggés (regresszió) vizsgálat a műszerek által mért értékek (VI, CMR) és a közvetlen (mintakaszálásos) módszerrel mért termékek között.

EREDMÉNYEK

A vizsgált gyepek általános jellemzői

A kísérlet területének talaja jó adottságú réti csernozjom, igen homogén szerkezetű, ezért a talajra visszavezethető heterogenitást a fűállomány összetételében, borítottságában, magasságában megfigyeléseink alapján nem tapasztaltunk. Az 1. helyszínen úgynevezett legelőtípusú, a 2. helyszínen úgynevezett kaszálótípusú gyepek találhatók. Jellemzően a két gyepek között jelentős különbségek voltak. Az 1. helyszínen a gyepek első növedékét kaszálták, majd a sarjú növedékeket a fűkinálat függvényében juhokkal legeltették. A 2. helyszínen a gyepeket évente háromszor kaszálták.

A vizsgált gyepek borítottsága, növényi összetétele

A két helyszínen a gyepek borítottsága különböző volt. Az 1. helyszínen (1. táblázat) a gyepek csaknem teljesen zártak voltak (b% = 95–99%). A növényállományban uralkodtak a kisebb termetű tarackolós fűvek (*Poa pratensis* 38–45 b%, *Festuca rubra* 39–45 b%). Itt a gyepek összetételében csak kisebb jellegű változások következtek be.

1. táblázat

Az 1. kísérleti terület botanikai összetétele és annak változása a vizsgálatok ideje alatt (1996–1999)

Növény neve(1)	Borítottság, %(2)			
	1996.	1997.	1998.	1999.
<i>Poa pratensis</i>	38	40	45	41
<i>Festuca rubra</i>	40	39	42	45
<i>Festuca pratensis</i>	9	9	6	5
<i>Medicago sativa</i>	5	5	3	3
<i>Achillea millefolium</i>	1	3	2	4
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	2	+	+	1
Összes borítottság %(3)	95	96	99	99

* jelen van, de borítottsága 1% alatti(4)

Table 1.: Ground cover and sward composition on site 1 Grassland (1996–1999)
plant name(1), ground cover(2), total ground cover(3), present, but ground cover below 1%(4)

A kaszáló típusú gyepek (2. helyszín) ritkább állományúak voltak. A vizsgálat éveiben a gyepek borítottsága 81 és 92% között változott. A növényi összetétel (2. táblázat) a vizsgálatok ideje alatt számottevő változáson ment át. Az alacsonyabb termetű *Festuca rubra* borítottsága a 3. évre jelentősen visszaesett, majd a 4. évre szinte teljesen kiszorult a magasabb termetű *Festuca pratensis* és *arundinacea* mellől. A kétszikű növények jelenléte egyik évben sem volt számottevő.

A 2. kísérleti terület botanikai összetétele és annak változása a vizsgálatok ideje alatt (1996–1999)

Növény neve(1)	Borítottság, %(2)			
	1996	1997	1998	1999
<i>Festuca arundinacea</i>	36	36	35	39
<i>Festuca pratensis</i>	22	26	38	38
<i>Festuca rubra</i>	30	22	5	+
<i>Medicago satíva</i>	2	2	1	1
<i>Achillea millefolium</i>	+*	+	1	2
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	
<i>Cychorium intibus</i>	+	+	+	+
Összes borítottság, %(3)	92	87	83	81

* jelen van, de borítottsága 1% alatti(4)

Table 2.: Ground cover and sward composition on site 2 Grassland (1996–1999) as in Table 1.(1–4)

A fűállomány magassága

A fűállomány magassága fontos mutatója a gyepek fejlettségének, a fűkínálat nagyságának, jelzés értékű a szakemberek számára a gyepek fűtermésének megítéléséhez. A fűállomány magasságát általában befolyásolja a ráfordítások (elsősorban tápanyagellátás) színvonala, a gyepek növényi összetétele, az egyes gyeppalkotófajok termete, a fenológiai fázis, amely szoros összefüggésben áll a vegetációs időszakokkal, végezetül pedig nagyon meghatározó, hogy milyen idős a növedék, másképpen, hogy hány nap telt el az előző hasznosítás (kaszálás vagy legeltetés) óta. A 3. táblázatban megadjuk a két helyszín szerint a mérési sorozatok idejét (év, évszak), továbbá a vizsgálati időpontokhoz tartozó átlagos fűmagasságot az alapadatok szórását és a variációs koefficiensét.

A gyeppállományok magassági adatai jól tükrözik a gyepek évközi termésváltozását. Viszonylag magas a májusi, generatív fázisba menő gyepek. A három év közül az első két évben a májusi fű a szokásos magasságot érte el (a legutolsó mérések átlaga 62–72 cm), 1999-ben azonban, a fű a „talajhoz ragadt”, magassága elmaradt a szokásostól (a legutolsó mérések átlaga 42,9 cm).

A szezonális későbbi növedékek fűmagasságát még erőteljesebben befolyásolta. Az 1998. évi fűmagasság mérési adatokat az irreális viszonyok miatt (gyakorlatilag lábon elszáradt a fű) nem lehetett figyelembe venni, és statisztikailag ugyanilyen megbízhatatlannak bizonyult az 1999. év őszi mérések eredménye. Ezeket az adatokat a táblázatban nem is szerepeltetjük.

A statisztikai próbák azt támasztják alá, hogy az első növedék mérési eredményeinek szórása és variációs koefficiense szinte kivétel nélkül az ilyen jellegű *in situ* mérések hibahatárán belül van.

A 28 alkalommal végzett, alkalmankénti 15 mérésből a fűmagasságok variációs koefficiense csak egy alkalommal haladta meg a hibahatárnak tekinthető 20%-ot (1. helyszín, 1997. tavasz, 2. vizsgálati időpont).

A vizsgálat helye, időszaka(1)	Vizsgálati időpontok (2)						
	1	2	3	4	5	6	
1. helyszín(3)							
1996. tavasz(4)	\bar{x}	26,1	35,4	44,6	55,0	57,4	
	s	5,1	3,8	3,1	3,4	1,9	
	CV%	19,6	10,8	6,9	6,2	3,3	
1997. tavasz(4)	\bar{x}	7,2	18,7	35,9	40,5	43,3	46,3
	s	1,0	5,8	4,8	4,8	3,4	2,2
	CV%	14,0	30,7	13,3	11,8	7,8	4,7
2. helyszín(3)							
1996. tavasz(4)	\bar{x}	28,5	36,5	43,0	58,0	62,5	
	s	3,4	3,4	2,0	4,3	2,0	
	CV%	11,8	9,3	4,6	7,5	3,1	
1996. ősz(5)	\bar{x}	13,5	10,1	9,5	10,0	8,7	7,7
	s	5,2	2,3	1,9	2,0	1,6	2,1
	CV%	39,2	22,6	20,1	20,4	18,8	27,6
1997. tavasz(4)	\bar{x}	20,5	25,0	55,7	67,2	68,7	72,3
	s	3,3	3,2	6,1	2,7	1,8	2,8
	CV%	15,9	12,9	11,0	4,0	2,6	4,0
1999. tavasz(4)	\bar{x}	24,3	26,7	28,6	31,4	34,9	42,9
	s	1,7	1,4	1,4	1,4	1,0	2,1
	CV%	6,9	5,2	5,1	4,3	2,9	4,9

* az 1998. nyarán és őszén 1999. őszén a fű elszáradt(6)

Table 3.: Sward height, cm

place and season of measurement series(1), occasions per measurement series(2), site(3), spring(4), autumn(5) grass withered in the summer and autumn of 1998 and autumn of 1999(6)

A későbbi növedékek fűmagassági adataiból csak az 1996. évi őszi méréseket (2. helyszín) szerepeltetjük a táblázatban. Az adatok azonban szakmai következtetésekre nem alkalmasak, tekintettel az adatok szórására (a 6 időpontban végzett mérések szórása igen nagy, a variációs koefficiens alkalmanként 18,8 és 39,2 % között változik).

A fű szárazanyag-tartalma: A fű szárazanyag-tartalmának ismerete nélkül a gyeptertermésmennyisége egzakt módon nem fejezhető ki. A szárazanyag-tartalom több tényezőtől függ: a fű fejlettségétől, a növedék korától, a botanikai összetételtől, a vegetációs időszaktól, a klimatikus viszonyoktól, a tarlómagasságtól, az elhalt és élő növényi részek arányától, stb. Az előzőek miatt adott időpontban a szárazanyag-tartalom csak kevésbé, az egymást követő időpontokban jelentősebben eltérhet. A 4. táblázatban az előző táblázathoz hasonló szerkezetben megadjuk az egyes időpontokhoz tartozó átlagos szárazanyag-tartalmat, az egyes értékek szórását és a variációs koefficiensét.

A vizsgált gyepek kaszált terméséből képzett „átlag minták” szárazanyag-tartalma sokkal változatosabb értékeket adott, mint például a fűmagasság. A tavaszi időszakokban végzett mérésorozatok variációs koefficiensei között gyakrabban találunk 20%-hoz közeli, vagy azt meghaladó értékeket. A 28 tavaszi mérésorozattól 6 esetben volt ilyen magas a szórás százalékos mutatója.

A nyári vagy őszi mérésorozatok esetén 18 sorozattól 4 sorozat szórása tekinthető relatíve magasnak.

A gyep szárazanyag-tartalma, %

A vizsgálat helye és időszaka(1)	Vizsgálati időpontok(2)					
	1	2	3	4	5	6
1. helyszín(3)						
1996. tavasz(4) \bar{x}	23,9	23,1	21,2	20,4	24,7	
s	4,5	3,4	2,8	2,9	2,0	
CV%	18,9	14,9	13,0	14,2	8,0	
1997. tavasz(4) \bar{x}	40,0	61,0	61,4	51,3	47,5	50,7
s	9,9	10,6	11,9	7,3	9,3	8,2
CV%	24,6	16,4	19,4	14,2	19,6	16,2
2. helyszín(3)						
1996. tavasz(4) \bar{x}	29,1	24,9	21,5	20,2	24,0	
s	4,3	3,6	1,5	1,9	2,6	
CV%	14,8	14,6	7,0	9,2	10,9	
1996. ősz(5) \bar{x}	31,4	27,0	23,5	24,1	31,9	23,4
s	4,9	3,4	6,1	3,1	7,1	2,9
CV%	15,5	12,4	26,0	12,9	22,1	12,4
1997. tavasz(4) \bar{x}	45,2	44,5	40,7	37,4	36,6	41,7
s	5,4	6,7	3,9	3,6	4,4	5,3
CV%	11,9	15,0	9,5	9,6	11,9	12,7
1998. nyár(6) \bar{x}	88,1	74,3	73,4	79,9		
s	7,2	15,0	8,9	10,2		
CV%	8,2	35,6	12,2	12,8		
1998. ősz(5) \bar{x}	75,6	69,4	67,0			
s	11,4	11,6	12,1			
CV%	15,2	16,7	18,1			
1999. tavasz(4) \bar{x}	39,9	36,8	40,7	34,2	37,7	43,7
s	10,2	5,2	5,4	3,5	7,4	14,7
CV%	25,4	14,0	13,5	10,2	19,6	33,7
1999. ősz(5) \bar{x}	50,4	49,5	64,1	55,0	48,2	
s	3,3	3,7	11,2	4,9	9,6	
CV%	6,5	7,6	17,4	8,9	19,9	

Table 4.: Grass dry matter content, % as in Table 3.(1–5), Summer(6)

A hazai viszonyokat jól jellemzi a későbbi növedékek magas szárazanyag-tartalma. A 4 nyári vagy őszi vizsgálat sorozatból három esetben kaptunk 50% fölötti szárazanyag-tartalmat, sőt 1998. nyarán és őszén gyakorlatilag lábon elszáradt fűtermésről beszélhettünk (szárazanyag-tartalmi mérések átlaga 67,0 és 88,1% között változott).

Előre vetíthető, hogy a szárazanyag-tartalom ilyen jelentős változékonysága és magas abszolút értékei a vegetációs időszak második felében megnehezítik a közvetett termésbecslési módszerek alkalmazhatóságát.

A gyepek zöldtermése: Minden egyes mérési sorozat minden egyes időpontjában közvetlen módon (kézi vagy gépi kaszálással) megállapítottuk a gyep fűtermését. A gyep pillanatnyi zöldtömege nagyon sok tényezőtől függ, ezek közül ezúttal a fű növekedésének időtartamát, a vegetációs időszakot és a meglehetősen komplex környezeti feltételeket kell kiemelni.

A szárazanyag-tartalom eredményeinek bemutatása után itt már inkább fűtermésről, a frissen vágott fűtermésről, mint zöldtermésről lehet beszélni. A

ban igen nagyok. Minden bizonnyal szerepe van ebben annak, hogy a kézi ($0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$), illetve a gépi (50 cm átmérőjű kör = $0,16 \text{ m}^2$) mintaterületek viszonylag kicsik voltak, továbbá a gyeállomány szerkezete, a termés térbeli megoszlása ehhez képest egyenetlen, heterogén volt.

5. táblázat

A próbakaszálással mért zöldtermés (t/ha)

A vizsgálat helye és időszaka(1)	Vizsgálati időpontok(2)					
	1	2	3	4	5	6
1. helyszín(3)						
1996. tavasz(4) \bar{x}	18,9	23,2	25,2	29,2	33,4	
s	5,0	6,0	5,8	7,1	4,2	
CV%	26,6	26,1	23,0	24,5	12,8	
1997. tavasz(4) \bar{x}	4,2	7,4	7,7	9,2	11,7	9,9
s	0,8	1,8	2,6	2,3	4,0	3,5
CV%	21,0	25,2	33,5	25,7	34,0	35,4
2. helyszín(3)						
1996. tavasz(4) \bar{x}	15,9	20,2	24,6	33,0	33,8	
s	3,3	2,7	3,1	5,2	6,1	
CV%	20,8	13,3	12,9	15,4	18,2	
1996. ősz(5) \bar{x}	3,6	4,6	4,3	4,4	3,2	3,2
s	1,3	1,8	1,4	1,0	1,1	1,1
CV%	36,1	40,8	32,0	23,5	33,0	34,0
1997. tavasz(4) \bar{x}	12,2	19,8	16,2	15,7	19,0	17,0
s	2,5	2,1	2,2	3,1	5,3	3,6
CV%	21,2	10,7	14,0	19,9	28,6	21,2
1998. nyár(6) \bar{x}	6,6	9,2	6,9	7,1		
s	1,6	2,1	1,2	1,1		
CV%	23,7	22,2	17,3	16,0		
1998. ősz(5) \bar{x}	5,5	6,4	6,2			
s	0,8	1,4	1,4			
CV%	15,1	21,3	23,1			
1999. tavasz(4) \bar{x}	7,4	6,7	8,2	8,2	8,8	8,1
s	1,2	1,2	1,7	1,3	2,1	2,2
CV%	16,4	18,0	21,1	17,0	23,8	26,8
1999. ősz(5) \bar{x}	2,5	3,0	2,3	2,5	3,4	
s	0,4	1,4	1,0	0,5	1,0	
CV%	16,6	47,9	46,5	20,5	29,5	

Table 5.: Fresh herbage mass measured with cuts, t/ha as in Table 4.(1–6)

Az átlagos fűtermés adatok jól adják vissza a hazai gyepek jól ismert szezonális megoszlását, a nagy első termést követő mérsékelt sarjadzást, a későbbi növedékek összehasonlíthatatlanul alacsonyabb termését.

Az évjárat — már korábban is megfigyelt — igen fontos szerepét mutatják be a 2. helyszín három éves tavaszi terméseredményei (1996, 1997, 1999). Az 1999-es „éhség év” májusi termése csupán fele (1997), vagy alig több mint negyede (1996) a korábbi évek májusi termésének.

A gyepek szárazanyag termése: A gyepek szárazanyag termését minden egyes mintára kiszámítottuk a kaszált fűminta tömege és a szárazanyag tartalom % ismeretében (6. táblázat).

A gyepek szárazanyag termése: A gyepek szárazanyag termését minden egyes mintára kiszámítottuk a kaszált fűminta tömege és a szárazanyag tartalom % ismeretében (6. táblázat).

6. táblázat

A próbakaszálással mért szárazanyag termések (t/ha)

A vizsgálat helye és időszaka(1)	Vizsgálati időpontok(2)						
	1	2	3	4	5	6	
1. helyszín(3)							
1996. tavasz(4)	\bar{x}	4,5	5,3	5,2	5,8	8,2	
	s	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	
	CV%	13,9	11,6	11,6	14,9	10,7	
1997. tavasz(4)	\bar{x}	3,3	4,4	4,5	4,6	5,3	4,8
	s	0,3	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7
	CV%	9,5	12,0	15,7	10,6	16,6	15,2
2. helyszín(3)							
1996. tavasz(4)	\bar{x}	4,6	4,9	5,3	6,7	8,0	
	s	0,5	0,7	0,5	0,8	0,9	
	CV%	11,6	14,2	9,8	12,1	11,9	
1996. ősz(5)	\bar{x}	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1	0,8
	s	0,6	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3
	CV%	54,0	42,7	31,1	26,6	49,9	38,3
1997. tavasz(4)	\bar{x}	5,5	5,7	6,0	5,8	6,7	7,2
	s	0,9	1,0	0,8	0,9	1,1	1,1
	CV%	16,9	17,5	13,9	15,2	16,9	15,2
1998. nyár(6)	\bar{x}	4,8	6,3	5,1	4,5		
	s	2,7	2,0	1,0	2,4		
	CV%	56,4	32,8	20,8	54,3		
1998. ősz(5)	\bar{x}	3,8	4,4	4,0			
	s	1,1	0,6	0,5			
	CV%	29,2	13,0	11,5			
1999. tavasz(4)	\bar{x}	3,0	2,5	3,3	2,8	3,3	3,7
	s	1,0	0,3	0,5	0,4	0,7	1,9
	CV%	34,8	11,4	15,7	22,9	21,2	52,2
1999. ősz(5)	\bar{x}	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	
	s	0,8	0,8	0,2	0,2	0,3	
	CV%	12,9	54,2	12,8	15,9	18,5	

Table 6.: Herbage dry matter measured with cuts, t/ha as in Table 3.(1–6)

A terméseredmények nagyságából megállapítható, hogy az évközi és az évek közötti terméskülönbségek tendenciája követi a fűterméseket. Ugyanakkor az eredmények szórása kevésbé változékony, mint a zöldtermések esetén.

A 28 sorozat tavaszi szárazanyag termés adatból csupán 3 sorozatnál haladja meg az adott időponthoz tartozó variációs koefficiens érték a kritikusnak számító 20%-os értéket. Ez azt jelenti, hogy a szárazanyagban kifejezett termés mutatja legmegbízhatóbban a terméseredményeket, hiszen meglehetősen homogén adatokat adott ugyanannak a gyepeknek a terméséről.

Erre a célra az általunk mért leghomogénebb adatbázist, a szárazanyag terméseket és az elektromos kapacitásmérőbe betáplált képletekkel számított terméseket vetettük össze. Abból a hipotézisből indultunk ki, hogy amennyiben a műszer által becsült szárazanyag termések jól igazodnak a tényleges termésekhez, akkor egy homogén adatbázisról beszélhetünk, így a középértékek összehasonlítása szignifikáns különbséget nem mutat. Ha viszont a becsült és mért adatbázis átlagai között szignifikánsak a különbségek, a becsült érték nem adja vissza hűen a tényleges terméseket. Az összehasonlítást csak azokban az esetekben tettük meg, amikor a mért szárazanyag termés homogén adatbázist jelzett, vagyis az adott időpontban kapott termések variációs koefficiense alatta marad a kritikus 20%-os értéknek.

Bár az elektromos kapacitásmérő használati leírása megbízható és igen gyors termésbecslő eszköznek írja le a műszert, a mi kísérleti eredményeink ezt nem támasztják alá. A 30 adatbázis pár összevetése (két középérték összehasonlítása azonos számú adatokkal = t-próba) igazolta mindössze két esetben, hogy nincs szignifikáns különbség a két adatbázis átlaga között. A többi 28 esetben a próba szignifikáns statisztikai különbséget adott. A fentiek alapján eddigi méréseink azt jelzik, hogy a műszer használata, hazai viszonyaink között, megbízhatatlan eredményekre vezet. Az eredmények számszerűsített adatai a 7. táblázatban olvashatók.

A termésbecslő műszerek adatainak és a próbakaszálással kapott termés-eredmények összefüggés vizsgálata

A spektrális analízissel kapott vegetációs index értékek összehasonlító vizsgálatát mind a zöldtermésekkel (2. ábra), mind a szárazanyag termésekkel együtt elvégeztük.

2. ábra: A vegetációs index és a zöldtermés regressziós kapcsolata

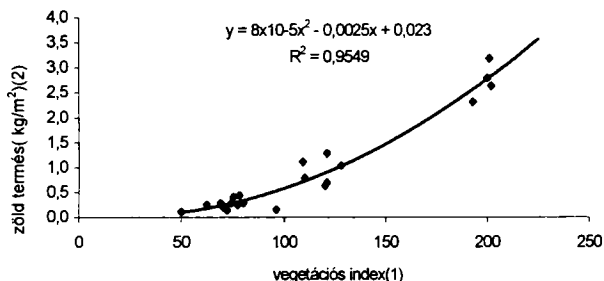


Fig. 2.: Regression analysis between vegetation index and cut fresh mass
vegetation index(1), fresh mass kg/m²(2)

A rendelkezésünkre álló adatok alapján igen magas korrelációs értéket ($R^2=0,969$) kaptunk a zöldtermések és a számított vegetációs index értékek között ($R^2_{(p=0,1\%)}=0,6524$). Ez azt jelzi, hogy vizsgálataink alapján a spektrális analízis megbízható közvetett módszer a gyep fűtermésének becslésére. A szárazanyag termés és a vegetációs index értékek összefüggés vizsgálata azonban a rendelkezésünkre álló adatállomány szerint nem adott megbízható

A rendelkezésünkre álló adatok alapján igen magas korrelációs értéket ($R^2=0,969$) kaptunk a zöldtermések és a számított vegetációs index értékek között ($R^2_{(p=0,1\%)}=0,6524$). Ez azt jelzi, hogy vizsgálataink alapján a spektrális analízis megbízható közvetett módszer a gyep fütermésének becslésére. A szárazanyag termés és a vegetációs index értékek összefüggés vizsgálata azonban a rendelkezésünkre álló adatállomány szerint nem adott megbízható kapcsolatot a két adatbázis között ($R^2=0,1362$). Eszerint a szárazanyag termés becslésére a gyep fényreflexiók viszonyai nem alkalmasak úgy, mint a zöldfü termés becslésére.

7. táblázat

Az elektromos kapacitásmérővel becsült és a kaszálással megállapított szárazanyag-termések T-próba eredményeinek összefoglalása

A vizsgálat helye és időszaka(1)	Vizsgálati időpontok(2)					
	1	2	3	4	5	6
1. helyszín(3)						
1996. tavasz(4)						
számított sz.a.(7)	3,6	3,8	4,0	4,2	4,6	
mért sz.a.(8)	4,5	5,3	5,2	5,8	8,2	
t-próba(9)	SD	SD	SD	SD	SD	
1997. tavasz (4)						
számított sz.a.(7)	2,2	2,7	3,0	3,3	3,3	3,5
mért sz.a.(8)	3,3	4,4	4,5	4,6	5,3	4,8
t-próba(9)	SD	SD	SD	SD	SD	SD
2. helyszín(3)						
1996. tavasz(4)						
számított sz.a.(7)	3,3	3,5	3,6	3,9	4,3	
mért sz.a.(8)	4,5	5,0	5,2	6,7	8,0	
t-próba(9)	SD	SD	SD	SD	SD	
1997. tavasz(4)						
számított sz.a.(7)	3,6	3,8	3,8	4,1	4,1	4,3
mért sz.a.(8)	5,5	5,7	6,0	5,8	6,7	7,2
t-próba(9)	SD	SD	SD	SD	SD	SD
1998. ősz(5)						
számított sz.a.(7)		6,6	7,2			
mért sz.a.(8)		4,4	4,0			
t-próba(9)		SD	SD			
1999. tavasz(4)						
számított sz.a.(7)		3,1	3,3			
mért sz.a.(8)		3,3	2,8			
t-próba(9)		**	SD			
1999. ősz(5)						
számított sz.a.(7)	1,8		1,7	1,7	1,7	
mért sz.a.(8)	1,2		1,4	1,4	1,6	
t-próba(9)	SD		SD	SD		

SD= a számított és mért szárazanyag-termések között szignifikáns különbségek(10)

Table 7.: Summary of comparison of herbage dry matter yields obtained by electric capacitance and direct cuts (statistical T-test) as in Table 3.(1–6), dry matter t/ha by electric capacitance(7), dry matter t/ha by direct cuts(8), T-test(9), significant differences between yields of direct cuts and electric capacitance(10)

A regresszió vizsgálatokat elvégeztük az elektromos kapacitásmérővel kapott CMR értékek és a szárazanyag termések között is. A 8. táblázatban megadjuk a vizsgálatok végeredményét egy-egy adott napon végzett mérésekre

vonatkozóan. Látható, hogy a műszer által mért értékek és a kaszálással kapott szárazanyag termések között a 39 regresszió analízisből csupán két esetben áll fenn megbízható kapcsolat ($R^2 \leq 0,6$).

8. táblázat

Az elektromos kapacitásértékek változása (CMR) és a kaszálással megállapított szárazanyag-termések közötti összefüggés eredményei (r)

A vizsgálat helye és időszaka(1)	Vizsgálati időpontok (2)					
	1	2	3	4	5	6
1. helyszín(3)						
1996. tavasz(4)	0,10	0,20	0,02	0,06	0,06	
1997. tavasz(4)	0,18	0,04	0,16	0,38	0,25	0,60
2. helyszín(3)						
1996. tavasz(4)	0,03	0,01	0,02	0,20	0,40	
1996. ősz(5)	0,12	0,04	0,31	0,37	0,02	0,30
1997. tavasz(4)	0,20	0,30	0,06	0,01	0,07	0,24
1998. nyár(6)						
1998. ősz(5)						
1999. tavasz(4)	0,03	0,30	0,08	0,10	0,10	0,01
1999. ősz(5)	0,74	0,11	0,04	0,06	0,49	

Table 8.: Correlation coefficients for regression analysis between electric capacitance (CMR) and cut dry matter yields (r) as in Table 4.(1–6), correlation coefficient(7)

KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatómunkánk célja az volt, hogy a hagyományos termés-megállapítás mellett vizsgálja a közvetett termésbecslésen alapuló módszerek közül a spektrális analízis és az elektromos kapacitásmérés elvén alapuló módszereket.

Négy év alatt összesen 46 alkalommal végeztünk többféle szempont szerint mérésorozatot két helyszínen, alkalmanként 15 ismétlésben.

Mérési eredményeink nem igazolták a közvetett termésbecslési módszerek alkalmazhatóságát.

A spektrális analízis igen szoros kapcsolatot tárt fel a mért vegetációs index értékek és a zöldtermések között. Ugyanakkor ez a szoros regresszió a szárazanyag termés vonatkozásában nem állt fenn.

Az elektromos kapacitás változásának mérésén alapuló műszer- és mérés-technika, az általunk vizsgált gyepon, oly mértékben becsülte túl vagy alul a próbakaszálásokkal kapott szárazanyag terméseket, hogy azok szignifikáns mértékben tértek el. Eredményeinkhez hasonlóan igen laza kapcsolatot találtak Bryant és mtsai (1971) az elektromos kapacitásmérővel becsült és a tényleges, kaszált termések között, más szerzők kísérleteiben viszont igen szoros kapcsolatot tártak fel (Vickery és mtsai, 1980; Angelone és mtsai, 1980), jelezvén, hogy az elektromos kapacitás mérő használata a gyepek termésének megállapítására ígéretes módszernek tűnik.

Az eddigi eredmények szerint a vizsgált közvetett termésbecslési módszerek alkalmazásával megbízhatóan nem becsülhető a gyepek termése *in situ*.

További kutatómunkával (a mérési gyakoriság növelése, a mérési pontok körültekintő megválasztása, a termés térbeli szerkezetének megállapítása) tovább kell tesztelni elsősorban az elektromos kapacitásmérő használhatóságát hazai viszonyaink között.

IRODALOM

- Angelone, A. – Toledo, J.M. – Burns, J.C.*(1980): Herbage measurements in situ by electronics. 2. Theory and design of an earth-plate capacitance meter for estimating dry matter. *Grass and Forage Sci.*, 35. 2. 95–104.
- Balázs, F.*(1949): A gyepék termésbecslése növénycőnológia alapján. *Agrártudományok* 1.1.26–35.
- Bryant, A.M. – Parker, O.F. – Cook, M.A.S. – Taylor, M.J.*(1971): An evaluation of the performance of the capacitance meter for estimating the yield of dairy pastures. *Proc. of the New Zealand Grassland Association*, 83–90.
- Dér, F.*(1991): Környezeti tényezők hatása a gyep termésmennyiségére és tápláléértékére. *DGYN* 9., DATE-kiadvány, Debrecen, 37–53.
- Frame, J.*(1981): Herbage Mass (in *Sward Measurements, Handbook* (Ed.: Hodgson, J. et al.), BGS, Hurley, Maidenhead, UK, 39–70.
- Nagy, G. – Zilinyi, V.*(1993): Sward production estimated by spectral reflectance, *Proc. of 17th International Grassland Congress*, Hamilton, New Zealand, 761.
- Vickery, P.J. – Bennett, I.L. – Nicol, G.R.*(1980): An improved electronic capacitance meter for estimating herbage mass (Research note). *Grass and Forage Sci.*, 35. 3. 247–252.

Érkezett: 2000. június
Szerzők címe: Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum,
Authors' address: Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Intézet,
Vidékfejlesztési és Tájhasznosítási Tanszék
Debrecen University, Agricultural Center Institute for Agroeconomics and Rural
Development, Department for Rural Development
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

A SZOMATIKUS SEJTSZÁM SZEREPE A TŐGY EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁNAK JELLEMZÉSÉBEN

(SZEMLECIKK)

PONGRÁCZ LÁSZLÓ — IVÁNCICS JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

A masztitiszre való hajlam lassan növekvő tendenciát mutat, ami a tejmennyiségre irányuló szelekcióval és a köztük lévő kapcsolattal magyarázható. Az alacsonyabb szomatikus sejtszámra történő szelekció viszont genetikai előrehaladást hozhat a tőgygyulladás elleni védekezésben. Az elérhető javulás ugyan csekély mértékű, de a költségei még mindig kisebbek, mint a masztitiszből eredő károk összesen.

Számos külföldi és hazai közlemény látott napvilágot a szomatikus sejtszámra ható tényezőkről, a sejtszám alakulásáról különböző genotípusú állományokban. Ezen tanulmány célja, hogy összefoglaló áttekintést adjon a tőgygyulladás, illetve a szomatikus sejtszám és néhány más tulajdonság genetikai eredetű valamint fenotípusos korrelációjáról. Ez a terület ugyanis kevésbé került előtérbe, ugyanakkor érdeklődésre tarthat számot mind az elméleti, mind a gyakorlati szakemberek körében.

SUMMARY

Pongrácz, L. – Iváncics, J.: THE ROLE OF SOMATIC CELL COUNT IN THE RESPECT OF UDDER HEALTH (REVIEW)

Susceptibility to mastitis increases slowly as a correlated response to selection for milk yield. Selection against high somatic cell count should provide genetic gain in controlling mastitis. Rates of improvement through this way are likely to be slow but the cost is small compared with the large cumulated cost of mastitis.

There have been many relevant studies published in Hungary and abroad dealing with factors affecting high somatic cell count in different stocks of genotype. The objective of this review is to present a comprehensive study of the genetic and phenotypic correlation between mastitis, somatic cell count and some other traits. This not wellreflected field of topic could be interesting for both the breeders and dairy farm managers.

Mint közismert, a tögygyulladás igen gyakori betegsége a nagy tejtermelő teheneknek. Számos tényező által befolyásolt rendkívül összetett probléma, kialakulását — többek között — *Süpek* (1994, 1995) ismerteti összefoglalóan. Gazdasági jelentősége óriási, hiszen az eredményeként tapasztalt költségkiesés illetve a felmerülő plusz ráfordítások komoly terheket eredményeznek. Ma már nyilvánvaló, hogy előfordulása csökkenthető, de teljesen sajnos nem számolható föl. Ráadásul a tögygyulladásos esetek számbavétele és nyilvántartása is meglehetősen következtelen (*Markus*, 1994). A vakcinázás eredményessége behatárolt, bizonyos kórokozók ellen esetleg védelmet nyújt(hat) (*Watson*, 1992; *Nickerson és mtsai*, 1993).

A tögygyulladás öröklődhetősége

Ugyancsak ismert, hogy a tögygyulladás kialakulásában a genetikai eredetű tényezőknek is szerepük van. *Ward* (cit.: *Schutz*, 1994) már 1938-ban beszámolt arról, hogy új-zélandi teheneken tapasztalta a masztitiszre való hajlam örökölhetőségét. *Lush* (1950) további vizsgálatok során szintén ilyen megállapítást közölt.

Miller (1984) összefoglalta az ide vonatkozó korábbi eredményeket. Ennek megfelelően $h^2=0-0,5$ közötti értékek fordultak elő, az átlag 0,12 volt. *Emanuelson és mtsai* (1988) svéd állatorvosok által kezelt tehenek esetei alapján lényegesen alacsonyabb értékeket állapítottak meg ($h^2=0,01-0,02$). *Weller és mtsai* (1992) is 0,01-es örökölhetőséget tapasztaltak izraeli állományban előforduló klinikai esetek kapcsán. Az alacsony érték okaként az alapadatok kevésbé pontos voltát jelölik meg (field study). *Simianer és mtsai* (1991) a beavatkozást igénylő esetek számának felhasználásával 0,05-ös értéket közöltek.

Az állat tulajdonosa által a masztitisz rezisztenciára adott osztályzat alapján *O'Bleness és mtsai* (1960) valamint *Norman és Van Vleck* (1972) $h^2=0-0,07$ közötti értékeket kaptak. *Lawstuen és mtsai* (1988) ugyanilyen alapon gyűjtött adatokból számolva $h^2=0,03$ örökölhetőséget állapítottak meg.

A bakteriológiai állapot figyelembe vétele a tögygyulladás örökölhetőségének szempontjából előnyös lehet, hiszen így a szubklinikai esetek is bekerülnek a számításokba. *Hansen és mtsai* (1979), az USA-ban, 4 állami tulajdonban lévő állományt ilyen szempontok szerint vizsgálva, 0,18-as h^2 -értéket kaptak. Igaz viszont, hogy a bakteriológiai állapot és a klinikai tögygyulladás közötti korreláció alacsony ($r=0,26$) volt. *Miller* (1984) a bakteriológiai állapot örökölhetőségére 0,11-et, míg *Weller és mtsai* (1992) 31 izraeli állomány adataiból 0,04-es értéket állapítottak meg.

Összességében tehát megfogalmazhatjuk, hogy a tögygyulladásra való hajlam örökölhetősége üzemi adatok alapján 0,02–0,04 körüli, de optimálishoz közelítő körülmények között talán 0,2 is lehet (1. táblázat). Átlagosan $h^2=0,1$ -es értékkel számolhatunk (*Shook és Schutz*, 1994).

Korreláció a termeléssel

A tehenészetek legfőbb szelekciós szempontja a tej- és a zsírmennyiség volt, de világszerte egyre nagyobb szerepet játszik a fehérjetartalom. *Powell* (1992) szerint a specializált tejtermelésben tehenenként átlagosan évi 139 kg

az előrehaladás, ami természetesen hasonlóan gyors ütemű változást eredményez más fontos tulajdonságoknál is.

A masztitisz esetek és a tej kg illetve fehérje kg közötti genetikai korreláció kérdésével nagyon sokan foglalkoztak. *Shook* (1989) $r=0,2$ -es értéket tapasztalt, *Simianer és mtsai* (1991) szerint ugyanez 0,51. *Weller és mtsai* (1992) a bakteriológiai állapot és a tej kg között $r=0,22$ -t számítottak. Ezek alapján lassú, de biztos növekedésre számíthatunk a tej kg-mal párhuzamosan a tögygyulladásos esetek számában is. Az alkalmazott szelekció milyenségén tehát nagyon sok múlhat.

1. táblázat

A tögygyulladás örökölhetősége (h^2)

Szerző(1)	Örökölhetőség (h^2)(2)	Megjegyzés(3)
<i>Ward</i> (1938)	?	hajlam(4)
<i>Lush</i> (1950)		
<i>Miller</i> (1984)	0,12 (0–0,5)	
<i>Emanuelson és mtsai</i> (1988)	0,01–0,02	beavatkozást igénylő esetek(5)
<i>Simianer és mtsai</i> (1991)	0,05	
<i>Weller és mtsai</i> (1992)	0,01 (üzemi kísérlet)(8)	
<i>O'Bleness és mtsai</i> (1960)	0–0,07	tulajdonos által a rezisztenciára adott osztályzat(6)
<i>Norman és Van Vleck</i> (1972)	0–0,07	
<i>Lawstuen és mtsai</i> (1988)	0,03	
<i>Hansen és mtsai</i> (1979)	0,18	bakteriológiai állapot(7)
<i>Miller</i> (1984)	0,11	
<i>Weller és mtsai</i> (1992)	0,04	
<i>Shook és Schutz</i> (1994)	0,1 (0,02–0,2)	

Table 1.: Heritability of mastitis (h^2)

author(1), heritability(2), remarks(3), susceptibility(4), cases of treated cows(5), marks of resistance(6), bacteriological status(7), field study(8)

Hansen és mtsai (1979) beszámoltak arról a különbségről, amit közel két évtized alatt a nagy termelésre szelektált és a kontroll csoport között észleltek. A tejtermelésre vonatkozó előrejelzett örökítőérték (PTA) között 653 kg volt a különbség. Az összes egészségügyi költség és a tögyegészséggel kapcsolatban felmerülő költségek laktációnként 7,74 \$-ral, illetve 4,94 \$-ral voltak magasabbak a szelektált állatoknál. *Dunklee* (1991) szerint, Iowa-ban 1968-ban kezdődött ugyanilyen tartamú kísérlet és 1989-ben a PTA-ban mért különbség 612 kg volt a szelektált egyedek javára. A vizsgált időszak alatt a kísérleti csoport egyedének laktációnkénti összes állategészségügyi költsége 19,66 \$-ral, a tögyegészségügyi költsége 3,37 \$-ral, míg a tejkiesésből eredő veszteség 9,76 \$-ral volt magasabb. A különbség nagyobb lenne, ha mindezt csak a kísérletsorozat második fele alapján számították volna.

A nagyobb tejtermelés tehát genetikailag jobban hajlamosít a tögygyulladásra is, ami az állategészségügyi költségek növekedését vetíti előre.

A tejösszetételben bekövetkező változások tögygyulladásakor

A masztitisz együtt jár a termelt tej mennyiségi és minőségi mutatóinak a megváltozásával, amit *Korhonen és Kaartinen* (1995) részletesen tárgyalnak.

A laktóztartalom és a zsírtartalom csökken, mert gyengül a szintézis aktiválása. A laktóz megjelenhet a tögygyulladásos tehén vérében és vizeletében is, mivel ilyenkor az epithel sejtek között kijuthat az alveolusokból.

Az összes fehérjetartalom egy ideig számottevően nem változik, a fehérjefrakciók aránya azonban már ekkor alapvetően módosul. Az igen jelentős kazein mennyisége csökken, míg számos enzim és savófehérje növekvő koncentrációban jelenik meg, mert a hajszálerek falának átjárhatósága növekszik. Ilyen pl. a szérumalbumin, a különféle immunglobulinok és a laktoferrin, vagy a kataláz, karboxil-észteráz, savas és alkalikus foszfatáz, lizozim, xantin oxidáz, N-acetil- β -D-glükózamináz (NAGase), plazmin, lipáz, α 1-antitripszin, argilszulfatáz, β -glukuronidáz stb. A megnövekedett szabad zsírsavtartalom is jellemző lehet (*Harmon és Newbould*, 1980; *Kitchen*, 1981; *Mattila*, 1985; *McFadden és mtsai*, 1988; *Shuster és mtsai*, 1991).

A tögygyulladás eredményeként egyes ionok előfordulási aránya szintén módosul, miáltal változik a tej elektromos vezetőképessége (*Lee és mtsai*, 1980; *Mattila*, 1985; *Woolford és mtsai*, 1998). A Na^+ és Cl^- mennyisége nagyobb lesz, mert a vérből ilyenkor átjuthatnak a tejbe. A K^+ , mely normál körülmények között az egyik legfontosabb elem, csökkenő tendenciát mutat, hiszen a károsodott epithel sejtek között kijuthat az alveolus üregéből. A Ca^{++} legfőképpen a kazein micellákban található, így ezek csökkenése a Ca^{++} -szintre is hasonló hatást gyakorol.

A pH az átlagos 6,6-ról 6,9-re emelkedik, aminek oka a véralkotók tejbe jutásával magyarázható.

A gyulladásban levő tögy által termelt tej szomatikus sejtszáma is magasabb (*Kitchen*, 1981; *Mattila*, 1985).

A masztitisz megállapítása, előrejelzése

Számos tejalkotó alkalmas a tejminőség, illetve a tögyegészségügyi állapot jellemzésére, mivel szoros összefüggés van a gyulladás és fertőzés jelenléte, valamint az összetevők változása között. Ezek közül talán a szomatikus sejtszám (SCC) a legelterjedtebb, különösen amióta mennyiségének megállapítása igen egyszerűvé vált. Alkalmas még ilyen célra a kataláz, a NAGase, az antitripszin, a Cl^- és Na^+ valamint a véralbumin stb. is (*Kitchen*, 1981; *Mattila*, 1985; *Korhonen és Kaartinen*, 1995).

Más tulajdonságok is hasznosíthatók a tögygyulladás jelzésére. *Detilleux* (1993) több aspektusból vizsgálta a sejtes immunitás szerepét, illetve lehetőségét a tögygyulladás megállapításánál. Szignifikáns különbséget talált az egyes bikák ivadékcsoportjai között, bár a tulajdonságok örökölhetősége széles varianciát mutat és a standard hiba is nagy — vélhetően a kis egyedszám miatt. Meglehetősen magas volt a neutrofil granulociták számának az örökölhetősége, valamint a szérumfehérje és az immunglobulin-szinté is. Az aktuális immunállapot ennek megfelelően tájékoztathat a tehén masztitisz rezisztenciájáról.

A BoLA (*Bovine Lymphocyte Antigen*) génkomplex több alléja is kapcsolatba hozható a tögygyulladással (*Weigel és mtsai*, 1990). Ilyenkor némelyik specifikus gén/marker jelenléte/hiánya utalhat a tehén masztitisz rezisztenciájára. Ezek a vizsgálatok azonban rutinszerűen alkalmazva még igen drágák. A sok gén által való befolyásoltság is csökkenti az esélyeket, bár a Németország-

ban jelenleg is folyó kutatások figyelemre méltó eredményeket produkáltak (Kalm, 1997).

A szomatikus sejtszám és a tőgygyulladás

Az egészséges tehén szabályosan működő tőgyében mindig található szomatikus sejtek. Ezek vagy a tőgy különböző szöveteiből válnak le, vagy a vérből kerülnek a tejbe. A tehén szervezetében fellépő kóros folyamatok esetében — mint korábban szó volt róla, számos más tényező megváltozása mellett — a tej szomatikus sejtartalma is növekszik (Griffin és mtsai, 1977; Kitchen, 1981; Mattila, 1985; Korhonen és Kaartinen, 1995).

Seelemann (1964) szerint az egészséges tej szomatikus sejtszáma 200 000/cm³ körüli. A Nemzetközi Tejgazdasági Szövetség (IDF) megállapítása szerint a fiziológiás küszöb 500 000 sejt/cm³. Model (1994) 100 000/cm³ körüli értéket tart egészségesnek, de az elegytej sejtszáma mindenképpen legyen 400 000/cm³ alatt.

Tenyésztői programokban egy tulajdonság akkor helyettesíthető egy mással, ha genetikai kapcsolat van köztük, illetve ha a nyilvántartása, mérése kevésbé költséges vagy egyszerűbben kivitelezhető, továbbá ha az egyed életének korábbi szakaszában tudunk rá következtetni, és ha az örökölhetősége nagyobb.

A szomatikus sejtszám és a masztitisz, illetve a bakteriológiai állapot közötti összefüggés meglehetősen szoros. Young és mtsai (1960) két különböző módszerrel számolva $r=0,8$ illetve $0,98$ -as genetikai korrelációkat kaptak. Afifi (1968) $r=0,83$ -as eredményt közölt. Megalapozottabb statisztikai eljárás segítségével Emanuelson és mtsai (1988) $0,46$ illetve $0,78$ -as korrelációt említenek svéd feketetarka, illetve vöröstarka állományokra vonatkoztatva. Weller és mtsai (1992) kisebb értéket kaptak ($r=0,3$), de a korábbiaktól való eltérés okaként az alapadatok kevésbé megbízható voltát jelölték meg. Tehát a szomatikus sejtszám és a masztitiszes esetek közötti genetikai korreláció $r=0,6$ körül lehet (Shook és Schutz, 1994), ami a genetikai háttér szelekcióval történő javítását vetíti előre. Így az alacsonyabb sejtszámra történő szelekcióval csökkenthető a szubklinikai és klinikai esetek száma.

A szomatikus sejtszám csökkentésére irányuló törekvés a szubklinikai és klinikai tőgygyulladásán túl számos okból gazdaságilag is kívánatos. Az EU-ban a 400 000/cm³-ről 300 000/cm³-re csökkentik az értékesíthető tej szomatikus sejtszámának felső határát. Magyarországon is hasonló a helyzet. Az USA-ban nagyobb értéket engedélyeztek (750 000 sejt/cm³), de a megszorítások ott is jelentkeznek. Ezzel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy a hirtelen változtatásokat a szarvasmarhánál genetikailag meglehetősen nehéz követni, ami a környezeti feltételek javítását, optimalizálásának igényét hangsúlyozottabban veti fei (Iváncsics és mtsai, 1996). Izraelben felárat fizetnek az alacsonyabb sejtartalmú tejért. A magasabb sejtszámú tejből, ugyanis pl. kevesebb sajt készíthető a megnövekedett proteáz-aktivitás miatt. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a tőgyből kifejt tej szomatikus sejtszámát számos tényező befolyásolja, így pl. a laktációk száma is (Shook és Schutz, 1994). Mindez azt is jelenti, hogy az idősebb tehének hajlamosabbak a tőgygyulladásra.

Több szerző (*McDaniel és mtsai*, 1983; *Miller*, 1984; *Dohy*, 1985; *Danuser*, 1991) javaslatával összhangban a tenyészbikák szelekciójakor célszerű tehát figyelembe venni a leány utódoktól kifejtj tej szomatikus sejtszámát. Ennek megfelelően a szomatikus sejtszám genetikai értékelése számos országban már napi gyakorlat.

A szomatikus sejtponyszám

Mint közismert, napjainkban a szomatikus sejtszám a tögy egészségi állapotának egyik viszonylag egyszerűen megállapítható mutatója. Jól reprezentálja a tögy egészségi állapotát, hiszen a fertőzöttség vagy a gyulladás együtt jár a szomatikus sejtszám emelkedésével. Önmagában alkalmazva ugyanakkor nem megfelelő a statisztikai elemzésekhez. Ilyenkor célszerű a logaritmusát venni, miáltal normál eloszlásúvá válik és a variancia is kezelhető lesz (*Ali és Shook*, 1980; *Shook és Schutz*, 1994; *Vági*, 1996). További előny, hogy pl. a kettes alapú logaritmussal (\log_2) számolva (használatos még a \log_n és a \log_{10} is) minden sejtszám duplázódás egy sejtponyszám változást jelent. Így ha pl. a 100 000 sejt/cm³ értékhez tartozik a 3-as sejtponyszám, akkor az 50 000 sejt/cm³-2; 25 000 sejt/cm³-1; 200 000 sejt/cm³-4; 400 000 sejt/cm³-5; stb. Alacsonyabb sejtponyszám kisebb mértékű baktériumos fertőzöttséget, kevésbé súlyos tögygyulladást jelent (*Vági*, 1998).

Másik fontos előnye a szomatikus sejtponyszámnak, hogy minden befejeési napon az összes tehénre kiszámítható, míg a masztitisz előfordulása vagy elő nem fordulása inkább csak a laktáció végén jegyezhető fel. Ráadásul a bika tenyésztérékébe így a le nem zárt laktációk adatai is bekerülhetnek.

A sejtponyszám elsődlegesen management célokat szolgál, de az adatok alapját jelenthetik a genetikai értékelésnek is. Az alapadatok gyűjtésének költségei alacsonyak, mert a tejtermeléssel összefüggésben a már jól bevált módszernek csak kis módosítására van szükség. A befejeési napon vett tejminta szomatikus sejtszámának logaritmizált értékelése a skandináv országokban már nem újdonság. Az Egyesült Államokban 1994 óta, Izraelben pedig 1996-tól használják (*Pongrácz*, 2000).

A laktációs szomatikus sejtponyszám (LSCS) genetikai programokban az egész laktáció jellemzésére használható. Örökölhetőségi értéke 0,05 és 0,27 közötti, átlagosan 0,12. Mindez valamelyest magasabb, mint a tögygyulladás előfordulásának vagy a bakteriológiai állapotnak a h² értéke, amiről összefoglalóan az 1. táblázat tájékoztatott (*Banos és Shook*, 1990; *Schutz és mtsai*, 1990; *Boettcher és mtsai*, 1992; *Da és mtsai*, 1992; *Weiler és mtsai*, 1992; *Welper és Freeman*, 1992; *Schutz és mtsai*, 1994).

Az alacsonyabb sejtponyszámra történő szelekció kapcsán felvetődik a kérdés, hogy ennek eredményeként hosszú távon lehet-e a szomatikus sejtszám „túlzottan” alacsony. Az alacsony laktációs szomatikus sejtponyszámra történő szelekció elsősorban nem a sejtszámot csökkenti, hanem a klinikai eseteket, amelyek viszont a kiugróan magas sejtszámmal járnak együtt (*Schukken és mtsai*, 1993). *Coffey és mtsai* (1986) arra világítanak rá, hogy szoros kapcsolat van az első laktációs magas sejtszám és a későbbi masztitisz között. *McDaniel és mtsai* (1993) pedig 3 kísérleti állományban azt tapasztalták, hogy azon bikáknak volt alacsonyabb a szomatikus sejtszámra vonatkozó

Strandberg és Shook (1989) valamint *Rogers* (1993) is jelezte, a mai tenyésztői programok segítségével csak a laktációs szomatikus sejtponyszám növekedésének ütemét lehet mérsékelni. Mindez azt jelenti, hogy a sejt szám belátható időn belül nem lesz túlzottan alacsony, azaz a korábban általánosan elfogadott nézet szerint a tögygyulladás megelőzéséhez elengedhetetlen magasabb sejt szám hosszabb távon is „biztosítható” (*Coffey és mtsai*, 1986; *Detilleux*, 1993).

A LSCS tehát megfelel azoknak a követelményeknek, hogy a tenyésztői programban viszonylag kis költségek mellett meglehetősen jó hatékonysággal lehessen hasznosítani a tögygyulladás elleni védekezésben.

A szomatikus sejtponyszám és néhány tulajdonság kapcsolata

Tejtermelés: A szakirodalomban számos közlemény látott napvilágot, melyek a laktációs szomatikus sejtponyszám (LSCS) és a tejtermelés között $r = -0,2$ -től $0,48$ -ig számítják a genetikai korreláció mértékét. Az átlag $r = 0,12$ körül alakul (*Kennedy és mtsai*, 1982; *Monardes és Hayes*, 1985; *Emanuelson és mtsai*, 1988; *Banos és Shook*, 1990; *Schutz és mtsai*, 1990; *Boettcher és mtsai*, 1992; *Weller és mtsai*, 1992; *Welper és Freeman*, 1992). Ahogyan a tögygyulladásos esetek száma, úgy a szomatikus sejtponyszám is a növekvő tejtermeléssel párhuzamosan lassan emelkedik a genetikai korreláció miatt. Az első laktációban a korreláció átlagosan $r = 0,28$, a másodikban $r = -0,15$. A harmadik illetve későbbi laktációk szomatikus sejtponyszáma és a tejtermelés között egészen laza ($r = 0,05$) kapcsolat áll fenn. Az alacsonyabb korrelációs értékek azzal magyarázhatóak, hogy az első laktációban megbetegedett tehének egy része selejtezésre került, így azok a későbbi vizsgálatokban már nem vettek részt. *Schutz és mtsai* (1993) szerint a masztitisz — ahogy a szomatikus sejtponyszám is jelzi — sokkal valószínűbb azon ivadékcsoportok első laktációjában, melyeknek nagyobb a tejtermelése.

A zsírmennyiség (kg) és a laktációs szomatikus sejtponyszám közötti átlagos korreláció $r = 0,02$ amely kis összefüggést jelez. A fehérje kg esetében ugyanez $-0,14$ és $0,54$ között alakult, az átlag $r = 0,17$ (*Kennedy és mtsai*, 1982; *Monardes és Hayes*, 1985; *Emanuelson és mtsai*, 1988; *Banos és Shook*, 1990; *Schutz és mtsai*, 1990; *Welper és Freeman*, 1992). A korreláció mértéke különös figyelmet érdemel abból a szempontból, hogy egyre nagyobb súlyt helyezünk a fehérjetermelés növelésére. E kapcsolat a szomatikus sejtponyszám és a termelési tulajdonságok között mindenképpen azt jelzi, hogy az alacsonyabb szomatikus sejt szám elérése érdekében csökkenteni kell a szelekciós nyomást a tej kg és a fehérje kg vonatkozásában!

Fontos megjegyezni azt is, hogy a pozitív korreláció a szomatikus sejtponyszám és a tej kg vagy a fehérje kg között, genetikai alapokon áll. A fenotípusos korreláció negatív, tehát a magasabb sejtponyszám — ami valószínűleg masztitist jelez — alacsonyabb termelési tulajdonságokkal jár együtt. *Kennedy és mtsai* (1982), *Monardes és Hayes* (1985), *Emanuelson és mtsai* (1988), *Banos és Shook* (1990), *Schutz és mtsai* (1990), *Boettcher és mtsai* (1992)

valamint *Welper és Freeman* (1992) szerint is a fenotípusos korreláció értéke a tej kg és a fehérje kg vonatkozásában egyaránt $r = -0,1$ körül alakul. A pozitív genetikai és negatív fenotípusos korreláció ténye elgondolkoztató. Így a geneti-

valamint *Welper és Freeman* (1992) szerint is a fenotípusos korreláció értéke a tej kg és a fehérje kg vonatkozásában egyaránt $r=-0,1$ körül alakul. A pozitív genetikai és negatív fenotípusos korreláció ténye elgondolkasztató. Így a genetikailag nagy termelésre képes tehén szintén genetikailag nagyobb hajlammal rendelkezik a tögygyulladásra (véltetően a nagy termelésből fakadó fizikai stressz miatt), de a masztitisz csökkenti a tej kg-ot és fehérje kg-ot. Tehát a termelés csökken (fenotípus), de a tehén genetikailag még mindig ugyanolyan magas termelésre lenne képes. A fenotípusos korreláció a genetikán túl a környezeti tényezőkre hívja fei ismét a figyelmet (2. táblázat)!

2. táblázat

A szomatikus sejtponyszám (LSCS) és néhány termelési tulajdonság genetikai (r_g) valamint fenotípusos (r_f) korrelációja

Tulajdonságok(1)	r_g	r_f
LSCS – tejtermelés(2)	0,12 (-0,2–0,48)	-0,1
LSCS – zsírtermelés(3)	0,02	
LSCS – fehérjetermelés(4)	0,17 (-0,14–0,54)	-0,1

Table 2.: Genetic (r_g) and phenotypic (r_f) correlation between LSCS and some production traits traits(1), milk production(2), fat production(3), protein production(4)

Küllemi tulajdonságok: A laktációs szomatikus sejtponyszám számos küllemi tulajdonsággal is genetikai kapcsolatban áll. Mindez pedig azért megszívlelendő, mert a mesterséges termékenyítő állomások a bikák és a bikanevelő tehének esetében igen alaposan vizsgálják ezeket a tulajdonságokat.

Young és mtsai (1960) negatív korrelációt találtak a tögy földtől mért távolsága és a masztitisz előfordulása ($r=-0,28$), illetve a bakteriológiai állapot ($r=-0,38$) között. A nagyobb földtől mért távolság kisebb tögygyulladásra való hajlamot valószínűsít. *Rogers és mtsai* (1991) szerint a laktációs szomatikus sejtponyszám a tögy földtől mért távolságával $r=-0,35$, az elülső tögyfél illesztésével $r=-0,32$, míg az elülső tögybimbók helyeződésével $r=-0,22$ -es genetikai korrelációt mutat. Az alacsonyabb laktációs sejtponyszám együtt jár a tögy földtől mért nagyobb távolságával és az egymáshoz közelebb elhelyezkedő tögybimbókkal. *Schutz és mtsai* (1993) ugyanezekre $r=-0,28$, $-0,31$ és $-0,21$ -et kaptak. *Gulyás és mtsai* (1998) valamint *Gulyás és Iváncsics* (1999) szoros ($r=0,67-0,88$) fenotípusos korrelációt találtak a tögymélység és a szomatikus sejtponyszám között.

Más küllemi tulajdonságok, mint pl. a tögybimbók alakja, mérete stb. szintén fontos szerepet játszanak a tögy védekező rendszerében, de populációs szinten ezek nyilvántartása meglehetősen bonyolult (*Seykora és McDaniel*, 1986). *Gulyás és mtsai* (1998) valamint *Gulyás és Iváncsics* (1999) vizsgálatai szerint a tögybimbó hosszúsága és átmérője is gyenge fenotípusos korrelációban áll a szomatikus sejtponyszámmal ($r=0,24-0,41$). Ugyanakkor a bimbócsatorna (*ductus papillaris*) hossza és a szomatikus sejtponyszám között $r=-0,58$ és $-0,89$ közötti korrelációt számítottak, ami egyértelműen jelzi, hogy a tögybimbó morfológiája jelentős hatást gyakorol a sejtponyszámra. A tögybimbó pigmentáltsága is kedvezően befolyásolja a szomatikus sejtponyszámot.

A tőgygyulladás örökölhetősége ugyan meglehetősen alacsony, de a fentebb részletezett tulajdonságok mégis viszonylag megbízhatóan megjelennek az utódokon, tehát a bikanevelő tehenek kiválasztásánál ezen tulajdonságokat hangsúlyozottabban célszerű figyelembe venni (*Dohy*, 1999). Ennek eredményeként talán majd a termelési tulajdonságok szinte változatlan javulása mellett stagnál a laktációs sejtpontszám, vele a szomatikus sejtszám értéke és a masztitiszes esetek száma.

Egyéb tényezők: A korábbiakban említetteknek megfelelően — számos egyéb tényező mellett — a tehen kora, az ellési idő(szak) és az állat fajtája (3. táblázat) is hatással van a laktációs szomatikus sejtpontszámra (*Harmon*, 1994; *Schutz*, 1994; *Schutz és mtsai*, 1994). A korról a sejtpontszám növekszik, 3 éves koron túl a növekedés nagyobb. Az ellés ideje kisebb hatást gyakorol a sejtpontszámra, mint az elléskori kor, bár a nyáron borjazó tehenek sejtszáma magasabb. Az ilyen hatások a szélsőségesebb éghajlatú országokban nagyobbak, hiszen pl. a nyári hőstressz a párás melegben együtt jár a nagyobb bakteriális fertőzési lehetőséggel is.

3. táblázat

Az 1985-ben született elsőborjas tehenek laktációs szomatikus sejtpontszámának (LSCS) átlagai különböző fajták esetében

Fajta(1)	LSCS
Ayrshire	3,08
Brown Swiss	3,04
Guernsey	3,40
Holstein	3,23
Jersey	3,48
Milking Shorthorn	3,38

(*Schutz és mtsai*, 1994)

Table 3.: Mean of lactation somatic cell scores (LSCS) of different breed for first lactation cows born in 1985 breed(1)

Genetikai értékelés — Állatmodell

A laktációs szomatikus sejtpontszám genetikai értékeléséhez használható a már korábban tej-, zsír- és fehérjetermelés vonatkozásában jól bevált és ahhoz hasonló módszer (*Cassell*, 1988; *Wiggans és mtsai*, 1988; *Wiggans és VanRaden*, 1990).

Az állatmodell (Animal Model) lényege, hogy a hím- és nőivarú egyedek genetikai értékét a saját teljesítmény és a lehető legtöbb rokon genetikai értéke alapján számítják ki. A modell figyelembe veszi, hogy az egyed saját teljesítménye a genetikai háttér és a környezet hatásaként realizálódik.

Így:

$$y_{ijkl} = m_{ij} + a_{ki} + p_{ki} + c_{ik} + e_{ijkl} \quad (1)$$

ahoi:

y_{ijkl} = k bika l lányának i állományban j évszakban standardizált laktációs szomatikus sejtpontszáma

m = management
 a = egyed
 p = permanens környezet
 c = bika-állomány kölcsönhatás
 e = egyéb véletlen hatások

Azon tehenek adatai alkotnak egy m csoportot, melyek egy állományban, azonos évben 2 hónapon belül ellettek és azonos laktációt teljesítenek. Az egyed hatásához sorolják rokonainak tenyésztékét a pedigre-információktól kezdve a teljesítményig. A környezeti hatásokhoz tartoznak a nem additív és a nem örökölhető tényezők. A bika-állomány hatás tulajdonképpen a genotípus-környezet interakciót példázza, bár a teljes fenotípusos varianciához képest igen csekély, csak az első laktációban számolják. A véletlen hatásokhoz a nem tárgyalt egyéb tényezők tartoznak (*Cassell, 1988; Wiggans és mtsai, 1988; Wiggans és VanRaden, 1990; Schutz és mtsai., 1994*).

A sejtszámra vonatkozó tenyészték közöttételekor számolni kell azzal, hogy tudat alatti hatások ne befolyásolják a felhasználót. Ha ugyanis az átlag 0, akkor a negatív tartományba eső bika esélyei romlanak, bármilyen kiemelkedő is egyéb vonatkozásban.

A szomatikus sejtszámra vonatkozó örökítőértékeket meg lehet jeleníteni valamely ökonómiai index részeként is. *Strandberg és Shook (1989)* szerint az olyan összesített ökonómiai index, mely megfelelő súllyal tartalmazza a sejtszámot, a termelési tulajdonságokban 1–2%-kal kisebb előrelépést, míg a masztitiszes esetek számának növekedésében 20–25%-os visszaesést eredményez. Mivel a termelési tulajdonságok jobban öröklődnek és az ökonómiai hangsúly is ezeken van, így a masztitisznek csak a stagnálása várható. *Rogers (1993)* szerint a sejtszám optimális súlya összevont indexekben 1–4%. A környezeti tényezők sokoldalú értékelése, a változó körülményekhez igazított és a célnak megfelelő korrekt szelekciós indexek alkalmazása tehát a rezisztencia-nemesítés egyik fontos eszköze lehet (*Dohy, 1999*).

Ismételhetőség — REL

A sejtpontszám előre jelzett ismételhetősége a termelési tulajdonságoké alatt marad, tekintettel az alacsonyabb örökölhetőségre. Így a nagyobb ismételhetőséggel rendelkező bikák lesznek kelendőek és még több utóddal rendelkeznek, míg a kisebb megbízhatóságúak örökítő értéke változhat ugyan (ahogyan a lányok termelési eredményei beérkeznek), de az alacsony ismételhetőség miatt a valós és vélt örökítő érték még mindig jelentősen különbözhet, ezért kevésbé népszerűek.

A bika-előállító bikák kiválasztásánál is korlátozott a sejtszámra vonatkozó örökítő érték figyelembe vétele. Mire a megbízhatóság ennél az alacsony örökölhetőségű tulajdonságnál is kellően magas lenne, addigra a termelési tulajdonságoknál tapasztalt gyors előrehaladás miatt a bikákat újak váltják fei.

A nőivar oldalán még kisebb az ismételhetőség. Talán a több leány-nyal/bikával rendelkező tehenekről, vagy az embrió-transzfer programban résztvevő tehenekről lehet pontosabb képünk. Mivel himivarnál van nagyobb

szелеkciós nyomás, a bikanevelő (embriódonor) tehének tulajdonsága ilyen szempontból is kiemelkedő (*Dohy*, 1999).

A sejtszám előre jelzett örökítő értékének túlhangsúlyozása súlyos hiba lenne. Helyesen értékelve azonban a genetikai becslés eszköz lehet az antibiotikumok felhasználásának csökkentésére irányuló elképzeléseknél, azaz a tehen közérzetének és a tej minőségének javításánál, az emberi fogyasztásra szánt termék kifogástalan voltának az elérésénél, így az emberi egészség megőrzésénél.

IRODALOM

- Affifi, Y.A.*(1968): The influence of mastitis, milk production and ease of milking on leukocytes in the milk. *Neth. Milk Dairy J.*, 22. 83.
- Ali, A.K.A. – Shook, G.E.*(1980): An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.*, 63. 487.
- Banos, G. – Shook, G.E.*(1990): Genotype by environment interaction and genetic correlation among parities for somatic cell count and milk yield. *J. Dairy Sci.*, 73. 2563.
- Boettcher, P.J. – Hansen, L.B. – VanRaden, P.M. – Ernst, C.A.*(1992): Genetic evaluation of Holstein bulls for somatic cells in milk of daughters. *J. Dairy Sci.*, 75. 1127.
- Cassell, B.G.*(1988): What extension workers need to tell dairy farmers. *J. Dairy Sci.*, 71. Suppl. 2. 85.
- Coffey, E.M. – Vinson, W.E. – Pearson, R.E.*(1986): Somatic cell count in initial test of first lactation. *J. Dairy Sci.*, 69. 552.
- Da, Y. – Grossman, M. – Misztal, I. – Wiggans, G.R.*(1992): Estimation of genetic parameters for somatic cell score in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 75. 2265.
- Danuser, J.*(1991): *Simment. Flekvieh.* 4. 18.
- Detilleux, J.C.*(1993): Genetic study of immunological parameters in periparturient Holstein cows. Ph.D. Diss., Iowa State Univ., Ames
- Dohy, J.*(1985): A tőgygyulladás elleni védekezés genetikai lehetőségei. *Tudomány és Mezőgazdaság*, 4. 24.
- Dohy, J.*(1999): A tőgyegészség genetikai vonatkozása. *Tejgazdaság.*, LIX.1. 1.
- Dunklee, J.S.*(1991): Comparison of Holsteins selected for high and average milk production. M.S. Thesis, Iowa State Univ., Ames
- Emanuelson, U. – Danell, B. – Philipsson, J.*(1988): Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell count and milk production, estimated by multiple trait restricted maximum likelihood. *J. Dairy Sci.*, 71. 467.
- Griffin, T.K. – Boda, F.H. – Mein, G.A.*(1977): *J. Dairy Res.*, 44. 25.
- Grootenhuis, G.*(1978): Mastitis prevention by selection of sires. 173.
- Gulyás, L. – Iváncsics, J.*(1999): A tőgymorfológiai tulajdonságok és a szomatikus sejtszám összefüggései. *Állattenyésztés és Takarmányozás.*, 48. 6. 643.
- Gulyás, L. – Kovácsné, G. K. – Gulyás, T. – Böjtös, J.*(1998): A tej szomatikus sejtszáma és néhány tőgymorfológiai tulajdonság közötti összefüggés vizsgálata. XXVII. Óvári Tudományos Napok, Új kihívások a mezőgazdaság számára az EU-csatlakozás tükrében. *Állattenyésztési szekció. Mosonmagyaróvár, Hungary*, 225.
- Hansen, L.B. – Young, C.W. – Miller, K.P. – Touchberry, R.W.*(1979): Health care requirements of dairy cattle. I. Response to milk yield selection. *J. Dairy Sci.*, 62:1922.
- Harmon, R.J.*(1994): Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell count in milk. *J. Dairy Sci.*, 77. 2104.
- Harmon, R.J. – Newbould, F.H.S.*(1980): Neutrophil leucocyte as a source of lactoferrin in bovine milk. *Am. J. Vet. Res.*, 40. 1603.
- IDF*(1987): Bulletin No. 211. Bovine mastitis: definition and guidelines for diagnosis.
- Iváncsics, J. – Gulyás, L. – Damjanovich, S. – Gáspár, R. – Krasznai, Z.*(1996): A higiénikus tejtermelés biológiai és technológiai tényezői. XXVI. Óvári Tudományos Napok, Új kihívások és stratégiák az agrártermelésben. *Állattenyésztési szekció*. 53.
- Kalm, E.*(1997): Genomanalyse beim Rind. *Arch. Tierz.*, 40. 74.

- Kennedy, B.W. – Sethar, M.S. – Moxley, J.E. – Downey, B.R.(1982): Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 65. 843.
- Kitchen, B.J.(1981): Review of progress of dairy science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.*, 48. 167.
- Korhonen, H. – Kaartinen, L.(1995): Changes in the composition of milk induced by mastitis. In: Sandholm, M. – Honkanen-Buzalsi, T. – Kaartinen, L. – Pyörälä, S.(Ed.): *The bovine udder and mastitis*. Univ. of Helsinki Fac. of Vet. Med. 76.
- Lawstuen, D.A. – Hansen, L.B. – Steuermagel, G.R. – Johnson, L.P.(1988): Management traits scored linearly by dairy producers. *J. Dairy Sci.*, 71. 788.
- Lee, C.S. – Wooding, F.B.P. – Kemp, P.(1980): Identification properties and differential counts of cell populations using electron microscopy of dry cow secretions, colostrum and milk from normal cows. *J. Dairy Res.*, 47. 39.
- Lush, J.L.(1950): Inheritance of susceptibility to mastitis. *J. Dairy Sci.*, 33. 121.
- Márkus, G.(1994): Egy tögyegészségügyi szaktanácsadó tapasztalatai. *Holstein Magazin.*, I. 4. 82.
- Mattila, T.(1985): DIAGNOSTIC problems in bovine mastitis, with special reference to new applications of milk antirypsin, NAGase and bacterial growth. Ph.D. Diss., Coll. Vet. Med., Helsinki, Finland
- McDaniel, B.T. – Adkinson, R.W. – Schutz, M.M.(1993): Regression of incidence of clinical mastitis on sire evaluations for somatic cell score. *J. Dairy Sci.*, 76. Suppl. 1. 238. (Abstr.)
- McFadden, T.B. – Akers, R.M. – Capuco, A.V.(1988): Relationship of milk proteins in blood with somatic cell counts in milk of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 71. 826.
- Miller, R.H.(1984): Traits for sire selection related to udder health and management. *J. Dairy Sci.*, 67. 459.
- Model, I.(1994): Jetzt schnell Zellgehalt senken. *Neue-Landwirtschaft.*, 1. 57.
- Monardes, H.G. – Hayes, J.F.(1985): Genetic and phenotypic relationships between lactation cell count and milk yield and composition of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 68. 1250.
- Nickerson, S.C. – Owens, W.E. – Boddie, R.L.(1993): Effect of a *Staphylococcus aureus* bacteria on serum antibody, new infection, and mammary histology in nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76. 1290.
- Norman, H.D. – Van Vleck, L.D.(1972): Type appraisal: II. Variation in type traits due to sires, herds, and years. *J. Dairy Sci.*, 55. 1717.
- O'Brien, G.V. – Van Vleck, L.D. – Henderson, C.R.(1960): Heritabilities of some type appraisal traits and their genetic and phenotypic correlations with production. *J. Dairy Sci.*, 43. 1490.
- Pongrácz, L.(2000): Tejmennyiség-tejminőség Izraelben. *Holstein Magazin.*, VIII. 1. 45.
- Powell, R.L.(1992): Breeding for profitable Holsteins in the U.S.A. Proc. 8th World Holstein Friesian Conf., Budapest, Hungary, 31.
- Rogers, G.W.(1993): Index selection using milk yield, somatic cell score, udder depth, teat placement, and foot angle. *J. Dairy Sci.*, 76. 664.
- Rogers, G.W. – Hargrove, G.L. – Lawlor, T.J. Jr. – Ebersole, J.L.(1991): Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 74. 1087.
- Schukken, Y.H. – Lesslie, K.E. – Lam, T.J.G.M. – Sol, J.(1993): *Staphylococcus aureus*: incidence, prevalence and risk factors for intramammary infection. Proc. 32nd Ann. Meeting. Natl. Mastitis Council., Kansas City, MO. Natl. Mastitis Council., Arlington, VA. 19.
- Schutz, M.M.(1994): Genetic evaluation of somatic cell scores for United States dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 77. 2113.
- Schutz, M.M. – Hansen, L.B. – Steuermagel, G.R. – Reneau, J.K. – Kuck, A.L.(1990): Genetic parameters for somatic cells, protein, and fat in milk of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 73. 494.
- Schutz, M.M. – VanRaden, P.M. – Boettcher, P.J. – Hansen, L.B.(1993): Relationship of somatic cell score and linear type trait evaluations of Holstein sires. *J. Dairy Sci.*, 76. 658.
- Schutz, M.M. – VanRaden, P.M. – Wiggans, G.R.(1994): Genetic variation in lactation means of somatic cell scores for six breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 77. 284.
- Seelemann, M.(1964): Zur Erfassung der subklinischen Rindermastitis durch die automatisierte Laktosegehaltsbestimmung von Einzelgemelken. Diss. München
- Seykora, A.J. – McDaniel, B.T.(1986): Genetic statistics and relationships of teat and udder traits, somatic cell counts and milk production. *J. Dairy Sci.*, 69. 2395.
- Shook, G.E.(1989): Selection for disease resistance. *J. Dairy Sci.*, 72. 1349.
- Shook, G.E. – Schutz, M.M.(1994): Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. *J. Dairy Sci.*, 77. 648.
- Shuster, D.E. – Harmon, R.J. – Jackson, J.A. – Hemken, R.W.(1991): Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. *J. Dairy Sci.*, 74. 3763.

- Simianer, H. – Solbu, H. – Schaeffer, L.R.*(1991): Estimated genetic correlations between disease and yield traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74. 4358.
- Strandberg, E. – Shook, G.E.*(1989): Genetic and economic responses to breeding programs that consider mastitis. *J. Dairy Sci.*, 72. 2136.
- Súpek, Z.*(1994): A tőgygyulladások kialakulását befolyásoló tényezők 1. A tőgygyulladások tenyésztési aspektusai. *Állattenyésztés és Takarmányozás.*, 43. 6. 525.
- Súpek, Z.*(1995): A tőgygyulladások kialakulását befolyásoló tényezők 2. A környezeti hatások szerepe. *Állattenyésztés és Takarmányozás.*, 44. 2. 139.
- Vági, J.*(1996): A szomatikus sejtszám meghatározása a tehenek szomatikus sejtszám adatainak logaritmus transzformációjával masztitisz rezisztencia vizsgálata céljából. XXVI. Óvári Tudományos Napok, Új kihívások és stratégiák az agrártermelésben. *Állattenyésztési szekció.* Mosonmagyaróvár, Hungary, 199.
- Vági, J.*(1998): Újabb mutatószámok a tejtermelő szarvasmarha állományok tőgyegészségügyi állapotának javításához. *Holstein Magazin.*, VI. 3. 52.
- Ward, A.H.*(1938): Preliminary report on inheritance of "susceptibility" to severe udder infection (mastitis). *N.Z. J. Sci. Technol.*, 20. 109.
- Watson, D.L.*(1992): Vaccination against experimental staphylococcal mastitis in dairy heifers. *Res.Vet. Sci.*, 53. 346.
- Weigel, K.A. – Freeman, A.E. – Kehrl, M.E. Jr. – Stear, M.J. – Kelley, D.H.*(1990): Association of class I bovine lymphocyte antigen complex alleles with health and production traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73. 2538.
- Weller, J.I. – Saran, A. – Zeliger, Y.*(1992): Genetic and environmental relationships among somatic cell count, bacterial infection, and clinical mastitis. *J. Dairy Sci.*, 75. 2532.
- Welper, R.D. – Freeman A.E.*(1992): Genetic parameters for yield traits of Holsteins, including lactose and somatic cell score. *J. Dairy Sci.*, 75. 1342.
- Wiggans, G.R. – Misztal, I. – Van Vleck, L.D.*(1988): Implementation of an animal model for genetic evaluation of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.*, 71. Suppl. 2. 54.
- Wiggans, G.R. – VanRaden, P.M.*(1990): Including information from records in later herds in animal model evaluations. *J. Dairy Sci.*, 73. 3336.
- Woolford, W.M. – Williamson, H.J. – Henderson, V.H.*(1998): Changes in electrical conductivity and somatic cell count between milk fractions from quarters subclinically infected with particular mastitis pathogens. *J. Dairy Res.*, 65: 187.
- Young, C.W. – Legates, J.E. – Lecce, J.G.*(1960): Genetic and phenotypic relationships between clinical mastitis, laboratory criteria, and udder height. *J. Dairy Sci.*, 43. 54.

Érkezett: 2000. február

Szerzők címe: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar,

Authors' address: Állattenyésztési Intézet, Állatgenetikai Tanszék

University of West Hungary, Faculty of Agricultural Sciences, Institute of Animal

Breeding and Husbandry, Department of Animal Genetics

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 4.

REGIONÁLIS SZAPORODÁSBIOLÓGIAI TANÁCSKOZÁS

2000. NOVEMBER 15., GYÖNGYÖS

A Szent István Egyetem Gazdálkodási és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Állattenyésztési- és Takarmányozástani Tanszéke (Gyöngyös) és a Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Szarvasmarha- és Juhtenyésztési Tanszéke (Gödöllő) közös rendezésében Gyöngyös, Tass-pusztán került sor az északmagyarországi régió szakemberei számára a „Gazdasági állatok szaporításának időszerű kérdéseiről” szóló tanácskozásra. A programban hat előadás hangzott el:

— A hazai szarvasmarha állomány szaporításának helyzete (*Gere Tibor, Herczeg Béla*, Gyöngyös);

— Gazdasági állataink szaporodásának, illetve szaporításának időszerű kérdései (*Látits György*, Gödöllő);

— A minőségi bikasperma előállítás hazai gyakorlata (*Szász Ferenc*, Országos Mesterséges Termékenyítő Rt., Gödöllő);

— A szarvasmarha ivadékvizsgálat szervezési és tenyészték-beclési eredményei (*Fodor Balázs*, OMT Rt., Gödöllő);

— Baromfi tenyészállományok teljesítményét — szaporodását, szaporítását — befolyásoló tényezők (*Földi Péter*, Baromfi Termék Tanács, Budapest);

— A CARGILL FOCUS takarmányozási program hatása a szarvasmarhák szaporodására (*Kárpáti Balázs*, Cargill Kft., Budapest).

Az előadásokon, a gyakorlati szakembereken kívül, részt vettek a Gyöngyösi Főiskolai Kar állattenyésztő menedzser és vadgazdálkodási szakirányon tanulmányokat folytató hallgatók is. A rendezvényen a gyakorlati szakembereket foglalkoztató kérdések megvitatására került sor, és a jelenlévők úgy ítélték meg, hogy a tanácskozás hasznos információkat nyújtott.

A rendezvény az Oktatási Minisztérium Műszaki Fejlesztési Helyettes Államtitkárság támogatásával került megszervezésre.

Gere Tibor

TÖPRENGÉS AZ ÁLLATI BIO- ÉS GÉNTECHNOLÓGIA HASZNOSSÁGA/HASZONTALANSÁGA FELETT*

(SZEMLECIKK)

PETHŐ ÁGNES

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink legnagyobb vitát kiváltó tudományága a biotechnológia, mely forradalmi eredményeinek gyakorlatba vitelével néha jelentős éket ver — még tudományos körökben is — a technológiák bevetésében érdekelt és a világ biztonságát féltő szakemberek közé.

Az állattenyésztési biotechnológia még a génebészettel szembeni általános érveken túl is sajátos kérdéseket vet fel, mivel a hasznosítások módja a gazdasági állatok fokozott kihasználását vetíti elének.

A szerző az állati biotechnológiai eljárások áttekintésével egyidejűleg felveti az egyes technikákkal kapcsolatos etikai, genetikai, természetvédelmi és állatvédelmi megfontolásokat is.

Nem tudományellenesen, hanem holisztikus látásmóddal kívánja a szakembereket és a téma iránt érdeklődőket inspirálni arra, hogy sokoldalúan mérlegeljék a jövőbeni biotechnológiai fejlesztéseket és alkalmazásokat.

SUMMARY

Pethő, Á.Ms.: DEBATES ON THE USEFULNESS OF THE BIOTECHNOLOGY AND GENETECHNOLOGY FOR ANIMALS (REVIEW)

Biotechnology is the most controversial science of our age. Putting its revolutionary achievements into practice sometimes sets at variance — even scientists — interested in application of new technologies and those worrying about the stability of biosphere.

The use of biotechnology in animal-breeding states peculiar questions in addition to the usual arguments against genetic engineering since it can result in excessive exploitation of domestic animals.

In surveying the biotechnological techniques practised on animals the author formulates the related ethical, genetic, conservationist's and animal welfare's problems.

Far from being antagonist of science the author stands with holistic approach for inspiring both the experts and anybody involved in the problem to consider cautiously the future biotechnological development and applications.

* A Szerk. megjegyzése: A cikket lektorálás nélkül közöljük. Szerzője a Környezetgazdálkodási Intézet Természetvédelmi Intézetének természetvédelmi szakértője és gondolatait vitaindítónak szánja. Lapunk Szerkesztősége, a téma aktualitására tekintettel örömmel közöl hozzászóló/kiegészítő közleményeket

A biotechnológia kétségkívül az ezredforduló egyik legdinamikusabban fejlődő tudományága. A biotechnológia szerteágazó technikák sorát foglalja magába, ezért állásfoglalást csak az egyes módszerek alkalmazásával kapcsolatban lehet alkotni, függetlenül attól, hogy nemes, vagy haszonorientált céllal alkalmazzák-e azokat.

Ezen tanulmány célja, hogy értékelje az állati bio- és géntechnológiai módszereket és rámutasson az állatok kiszolgáltatottságára.

A biotechnológia élő szervezeteket alkalmaz fogyasztási termékek előállítására, módosítására, illetve élőlények tulajdonságainak megváltoztatására irányul.

Napjainkra a molekuláris biológia a biotechnológia bázisává vált. A DNS-rekombináció alkalmazása lehetővé tette az élőlények genetikai anyagának módosítását, sőt fajidegen gének bejuttatását is az élő szervezetekbe. Ezáltal genetikailag módosított, illetve transzgenikus szervezetek állíthatók elő. A biotechnológiának a génsébézzettel, vagy ha úgy tetszik genetikai manipulációval foglalkozó ágát géntechnológiának nevezzük.

A génmanipulációval létrehozott génkonstrukciók valószínűleg az evolúció során sosem alakulnának ki. Ami esetleg spontán létrejönne az sem „kísérletnyi” időtartam alatt, hanem évmilliók alatt szelektálnódna ki és adaptálnódna környezetéhez. Ezért elsőként az a kérdés vetődik fel, hogy az embernek szabad-e a természetes evolúció kereteiből kitörni, annak irányát eltéríteni és szája íze szerint alakítani a természet teremtményeit.

Az idegen gének bejuttatásával a gazdasági állatokat nagyobb, speciális minőségű produkcióra, vagy valamilyen értékes hatóanyag termelésére lehet készíteni. Az állatokat „állatgyárként” üzemeltetve az emberiség számára hasznos termékek állíthatók elő.

Vajon etikus-e kihasználnunk a nekünk kiszolgáltatott fajokat, s mennyi időn keresztül lehet egy idegi, hormonális visszacsatolós mechanizmus által többszörösen szabályozott szervezetet büntetlenül túltermelésre készíteni?

Az állattenyésztők és biotechnológusok azzal érvelnek, hogy élelmet keil biztosítani több, mint hatmilliárd ember számára. A robbanásszerűen növekvő emberiség ellátása már megoldhatatlan a hagyományos állattenyésztés keretein belül és ezt tekintik a hatékonyságnövelés megváltó útjának.

Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy a túlnépesedés problémáját nem lehet megoldani a fogyasztás további fokozásával, hanem a világon megtermelt javak egyenletesebb elosztásával és a népességszaporodás szabályozásával keil azt orvosolni.

Könnyen védekezünk azzal, hogy a fogamzásgátlás sértheti az emberek személyi jogait. Az összes létező, több millió faj egyedi élete jogosan van kiszolgáltatva az emberi faj túlkapásainak? Az ember pusztító tevékenysége által bekövetkezett világproblémák mértékletességre szólítanak.

Noha az emberek hagyományaiknak, kultúráltságuknak és érdekeiknek függvényében különbözően ítélik meg az állatok helyzetét és bánásmódját, most a XXI. század küszöbén, az ember okozta globális problémák tükrében érdemes felülvizsgálni az emberekkel és az állatokkal való felelősségünket is.

A Human Genom Project lezárult, mely feltárta az ember genetikai kódját. Noha ez csak az emberi örökletes program megismerésének kezdete, elgondolkodtató, hogy egy-egy személy genetikai ártalmának „véletlen” kitudódására

miként reagálnak majd az érintettek, a munkáltatók és a biztosítók (Pécsy, 2000).

Számos tényező bizonyítja, hogy bár a bio- és géntechnológiai fejlesztések sorában kimondottan nemes célúak is vannak, többségüket a gazdasági érdekek irányítják. A haszonszerzési vágy elnyomja a felelősséget, melyet a génebeszeti alkalmazások különösen megkövetelnének.

Az általánosan felmerülő etikai érvek után, az állatokon alkalmazott egyes módszereket áttekintve merülnek fel azok a kérdések, melyek a technológiák érdemlegességét teszik mérlegre.

AZ ÁLLATNEMESÍTÉS, MINT AZ ÁLLAT-BIOTECHNOLÓGIA ELŐFUTÁRA

Minden állat, az emberhez hasonlóan jellegzetes tulajdonságokkal rendelkezik. Ezeket a sajátosságokat az ember az állattenyésztés kezdete óta (mintegy 10 000 éve) folyamatosan módosítja, igényei szerint „tökéletesíti” és egyszerűsmind fenntartja. Az állatnemesítés célja az állatok kiváló és korszerű tulajdonságaira irányuló mesterséges szelekció és párosítás. Ezáltal nagyobb produktív (pl. magasabb tejhozamú, nagyobb testsúly-gyarapodású), jobb teljesítményű, vagy esztétikusabb utódokat állítottak elő. E cél érdekében a teheneket a folyamatos tejtermelésre készítetik; a borjakat anyjuktól elkülönítve borjűnevelő rekeszekben hizlalják; a tyúkokat arra szelektálják, hogy naponta legalább egy tojást tojjanak.

Az intenzív, nagyüzemi tenyésztéshez speciális eljárásokat fejlesztettek ki. A baromfi-figyárakban a csirkéket speciális összetételű táppal etetik, szűk ketrecekben élnek le életüket. Többé nem járhatnak szabadon, lábaikat ketrecbenuulás torzítja, hátaik csupaszok társaik csipkedésétől. A tejelő tehenek között egyre nő a tögygyulladás mértéke, ami egészségüket és tejtermelő-képességüket is károsítja. A marhák patái az istálló tartástól felrepednek. Az intenzív körülmények között tartott tehenek átlagban 4 évig ha élnek, noha legelőn tartva 15 évig is élhetnének. A gazdasági állatok "kizsárolása" mára tömegmértévé vált.

A nagyüzemi állattenyésztés visszasságait látva a gazdálkodók egy része a hagyományos, állatbarátibb tartási módszerekhez tért vissza. A tenyésztők egy része viszont a bio- és géntechnológia felé fordult, hogy az állatok szervezetét alkalmassá tegye a minőségibb termelésre.

Biotechnológiai módszerek a szaporodásbiológiában

Első lépésként olyan módszereket fejlesztettek ki, amelyek nélkül fokozták az állatok termékenységét, hogy genetikai állományukat megváltoztatták volna. Már ezekkel a finomabb módszerekkel szemben is állatvédelmi és gazdasági szempontok merültek fel. A technikákat sorba véve tekintsük át ezeket.

Szuperovuláció: Annak érdekében, hogy a kívánt időpontban szülessenek meg az utódok, elsőként az állatok szaporodási ciklusát szabályozták és kontrollálták.

A tenyészállatoknak megfelelő hormontartalmú injekciót adva (pl. a tehenek PMSG kezelésével) elérték, hogy egyidejűleg több petesejt érjen meg. Így pl. teheneken a szokásos 1–2 petesejt helyett 10–20 is ovulálhat egyszerre.

Állatvédelmi szempontból az kifogásolható, hogy ezek a beavatkozások az állatok számára nem kevés kellemetlenséggel, stresszel és veszéllyel járnak. A szuperovulátatás megbolygathatja hormonális egyensúlyukat, petefészkeik jelentősen megduzzadnak, ami fájdalommal jár. A petesejt, ill. embrió kinyerés élő állatból még vértelen úton (kimosással) is komoly stresszt okoz, sebészeti úton pedig műtéti kockázattal jár.

Mesterséges termékenyítés (AI): Az apaállattól, pl. a bikától leveszik ondót, ezt mélyhűtött állapotban (folyékony nitrogénben hűtve, ún. szalmákban) tárolják, majd a kívánt időpontban a felengedett spermiumokat bejuttatják az anyaállat petevezetőjébe. A technikát már az 1950-es évek óta alkalmazzák. Jelenleg az összes tehén 85%-át ezzel a „hideg módszerrel” termékenyítik meg.

A mesterséges termékenyítésnek genetikai kockázata van. Ha az apaállat spermája valamilyen genetikai rendellenességet hordoz recesszíven, — ezért fenotípusosan nem észlelhető, — az AI által a hibás gén könnyen szétszóródik az utódnemzedékben, hiszen egy állat spermája számos termékenyítéshez elegendő. Egy „Bell” nevű bika esetében több mint 100 ezer borjat kellett kiszűrni. A terhelt bika leszármazottjai közül ugyanis számos kisborjú 3 hónappal születésük után immungyengeség következtében elpusztult (*Linskens, 1993*).

Embrióátültetés (ET): A módszer egyre szélesebb körben terjed, — többek között a genetikailag módosított embriók átültetéséhez is ezt használják. A szuperovulátatott, érett petesejteket mesterségesen termékenyítik (AI), majd az embriókat még a korai barázdálódási stádiumban kimossák, vagy műtéti úton kinyerik az anyából, hogy átülthessék a nevelő anyaállatokba. Embriókat megtermékenyített, majd levágott állatok petevezetékéből is nyernek. Mivel az eredeti (donor) szuperovulátatott, genetikailag értékes anya nem lenne képes a természetes utódszám többszörösét kihordani, ezért az embriókat egyidejűleg több nevelő (recipiens) állatba ültetik.

A technikákkal kapcsolatban felmerülő etikai aggályok közül talán a legismertebb, hogy embrió-átültetéskor vajon a genetikai, vagy a kihordó anya tekinthető-e az utód anyjának. Az ember esetében az áldott állapot során erős érzelmi kötődés alakulhat ki az anyában a megszületendő baba iránt, s a szülő anyák képtelenek lemondani genetikailag idegen gyermekükről.

Gazdasági állatok esetében, ha nagyobb testű szülők, — pl. húsmarhák embrióit ültetik tejelő tehenekbe, a magzatok várhatóan olyan nagy méretűek lesznek, melyeket az anyaállat csak császármetszéssel tud világra hozni.

Az *in vitro* termékenyítés (IVF) módszere még nem ennyire népszerű, mivel megvalósítása is nehezebb. A donor állatok petesejtjeit laboratóriumi körülmények között, mesterséges tápfolyadékban termékenyítik. Érett petesejtek nyerhetők levágott állatok petefészkéből is. A petesejteket tápfolyadékban (*in vitro*) termékenyítik az apaállattól előre levett ondóval. A zigóta barázdálódását tápfolyadékban, illetve idegen állat (pl. juh) méhében biztosítják beültetésig. Mikor az embriók elérik azt az érési stádiumot, hogy képesek beágyazódni a méhnyálkahártyába, átültetik azokat egy másik recipiens állat méhében.

Az imént ismertetett három módszer alaptechnikának tekinthető. Kifejlesztésük nélkül egyéb technikák, mint a klónozás és a genetikai manipuláció nem volna lehetséges (*Pintér és Pethő, 1984*).

Embriódarabolás és sejtmag-transzplantáció: Az embriódarabolás során a barázdálódó embriókat szegmenseikre — többnyire kettő, négy részre — osztják, majd átültetik. A sejtmag-transzplantáció során a sejtmagot, vagy embriószegmenst másik petesejt burkába viszik át.

Az embriófelezés és sejtmagátültetés mechanikailag károsíthatja az embriókat. Ez az elsődleges oka az alacsony sikerességnek.

Átültetéskor az embrionális sejtek megváltozott sejt környezetbe kerülnek. Az idegen citoplazmatikus hatás különösen akkor lehet fontos, ha másik faj petesejtjébe kerül át a sejtmag. Például, ha szarvasmarha (vagy akár emberi?) embriósejteket, ill. sejtmagokat ültetnek sertés enukleált petesejtbe. *Nem tudni, hogy a fajidegen mitochondriális DNS hogyan befolyásolja a fejlődő embrió anyagcseréjét.*

Ma már széleskörű kutatások folynak az embriók ivarának megállapítására, s elérhető közelségbe került az ivar megváltoztatása is (*Pethő és Pintér, 1986*). *Ezek a beavatkozások is mind az embriók és magzatok életképességének kockáztatásával járnak.*

Klónozás: Az állattenyésztésben klónozásnak nevezik azt a technikát, mikor egy állat genetikai másolatait állítják elő. Ez történhet embriódarabolással a korai barázdálódási stádiumban. A még teljes genetikai információt hordozó, ún. omnipotens szegmenseket szétválasztják és üres petesejt burkába teszik. A beültetés után genetikailag azonos, bár különböző anyai környezetben kifejlődött utódokhoz (egypetéjű ikrekhez) jutnak.

Az új technológiák rohamos elterjedése némi szkepticizmusra ad okot. Az etikai megfontolásokon túl kérdéses, hogy a gazdasági érdekeltségek által motivált beavatkozások elég biztonságosak-e az ember, az állatok és a környezet számára?

A sejtmagátültetés technikája új utat nyitott a klónozás felé. Az ivarsejtmag átvitelén kívül lehetséges testi sejtmag átültetése is. 1997-ben sikerült testi sejtől klónozással teljes élőlényt reprodukálni (*Wilmot, 1997*). Idáig úgy tartották, hogy a testi sejtek a differenciálódás során elvesztik omnipotens képességüket, mely által teljes élőlény fejlődhet ki belőlük. A szomatikus sejtől előállított birka által bebizonyosodott, hogy lehetséges a testi sejtek reaktiválása. Az viszont nyitott maradt, hogy ez minden típusú testi sejtre igaz-e, s egy differenciálódott testi sejt milyen úton nyerheti vissza differenciálódó képességét? Bizonyára befolyásolja az adott testi sejt reaktiválhatóságát és életképességét, hogy az hányadik osztódás után keletkezett, azaz genetikailag mennyire „öreg”.

Gazdasági szempontból elgondolkodtató, hogy mennyire éri meg az ET és IVF, a klónozás alkalmazása. Az állatok hormonális előkészítése, a beavatkozások eszközigénye, a műtétek, a tápfolyadékok, a sterilitás biztosítása igen csak költségesek. Mindezzel szemben a kísérletek eredményessége igen alacsonynak mondható, s minél komplexebb technikát kell alkalmazni, annál nagyobb a rizikó. Bármily magas is a várandó utód genetikai értéke, az embrionális korban átélt megpróbáltatások minden valószínűséggel befolyásolják nemcsak az embrió, de a fejlődő magzat és a megszületett utód életképességét

is. A befektetett munka, kockázat és költség nincs arányban az eredménnyel, még ha eredménnyel is zárul a kísérlet.

Kiméra-előállítás: A kutatók sikeresen próbálkoztak hazánkban is kimérák előállításával. A barézdálódó embriókat, — melyek származhatnak azonos, vagy rokon fajokból is — fuzionáltatták, majd közös petesejt-burokba építve ültették át a recipiensbe. Az 1984-ben létrehozott juh-kecske kimérák külső megjelenésükben mindkét faj tulajdonságait ötvözték.

A kimérák előállítása, — noha nagyon izgalmas kutatási téma, mivel a fajhibridizáció kérdését feszegeti — gazdaságilag nem lehet perspektivikus. A létrejött állatok, ha nem meddők, akkor is csíravonalukban azt a fajt örökítik, amelyből csírasedjtek származtak. Végül nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a felsorolt módszerek elterjedése egyre nagyobb mértékű genetikai beszűküléshez és a beltenyésztettség fokozódása miatt genetikai leromláshoz vezet. Bármily kiváló szülőkről is legyen szó, a történet arról szól, hogy csak a „kiválasztottak” genetikai sajátosságait és csak az övéket örökítsük és sokszorosítsuk minél több példányban. Az állatok genetikai homogenizálása egy visszafordíthatatlan zsákutca, mely az evolúció során természetesen és biztonságosan kialakult életformák beszűküléséhez és pusztulásához vezet!

A GÉNTECHNOLÓGIA

A biotechnológiában az áttörés az 1970-es években, a rekombináns DNS technika felfedezésével következett be, mely által lehetőség nyílt az öröklődő sajátosságok átvitelére egyik szervezetből a másikba (*Dohy, 1997*).

A genetikailag módosított és transzgenikus állatok előállítása valósággá vált.

Mi a célja a gazdasági állatok génmanipulációjának?

— A termelékenység növelése: rövidebb idő alatt nagyobb testsúlygyarapodás elérése, kisebb zsírtartalmú hús előállítása. Például, hogy a birkák több és jobb minőségű gyapjút, a tehének több és nagyobb fehérjetartalmú tejet adjanak.

— A betegségrezisztencia fokozása: növekedjék a tehének ellenálló képessége a tőgygyulladással szemben, a halak hidegtűrő-képessége és betegségekkel szembeni védekezőképessége fokozódjék. Egyes kutatók a nagyüzemi tűzszűfoltsgót és nem higiénikus körülményeket elviselő állatok előállításán fáradoznak.

— Orvosi hatóanyagok termeltetése állati szervezetben: pl. birkatejben véralvadási faktor előállítása.

— Xenotranszplantáció: az állati szervek, mint pót-alkatrészek felhasználása az emberi szervátültetésekhez.

A molekuláris klónozás lényege

A génebézetben a klónozás szó új tartalmat nyert. Klónnak nevezik azt a sejtvonalat, mely a bevitt idegen gént változatlan formában tartalmazza és örökíti. A molekuláris klónozás legfontosabb lépései (*Maráz, 1998*):

— *A DNS izolálása és darabolása:* a DNS származhat élő szervezet sejtjéből, vagy annak egy-egy részéből (pl. kromoszómából). A DNS-t enzimatis úton (restrikciós endonukleázokkal) meghatározott pontokon hasítják, mely által kisméretű fragmentumokat nyernek.

— *Rekombináns DNS molekula előállítás:* a kiválasztott DNS szakasz beviteléhez célszerű hordozó molekulákat, ún. vektorokat használni. A vektorok lehetnek vírusok, bakteriofágok, plazmidok, vagy élesztő mikrokromoszómák. Ezek szintén idegen DNS-t tartalmazó molekulák, melyeknek szerepe a kívánt DNS bejuttatása és szaporítása a gazdasejtben. A vektorok DNS-ét enzimatisan (restrikciós endonukleázokkal) hasítva képessé válnak a DNS fragmentumokkal (az azonos nukleotid-sorrendű szakaszoknál) összekapcsolódásra. A rekombináns DNS-molekulába általában beépítenek valamilyen promotert DNS-szakaszt, melynek szerepe a gazdasejtbe igazodva a beépítendő DNS megszólaltatása. Minden szervezetben csak a sejtre jellemző promotert működik. Ezért vagy hosszas kísérletezéssel felderítik ennek szerkezetét, vagy mesterségesen szerkesztett vírus-promotert alkalmaznak. Mindezek felül még tudósító (reporter) géneket is beépítenek a rekombináns DNS-be, hogy igazolhassák a „kívánt” gén beépülését. Ehhez leggyakrabban antibiotikum-rezisztens géneket használnak. A sokféle eredetű gazdasejt-idegen DNS szakaszokat ligáz enzimekkel kapcsolják össze.

— *Az idegen gén bevitelének a gazdasejtbe:* mivel az idegen gén sejtbe juttatása a génebesztet kardinális pontja, erre a következő pontban külön kitérünk. A génbevitel lényege: mivel a DNS molekulák maguktól nem tudnak bejutni az élőlényekbe, valamiképpen be kell vinni őket a sejtbe. Ezt lehetővé teszi a vektorokkal való „fertőzés”. A nagyméretű sejtekbe a kívánt DNS-t vektorba építve, vagy anélkül lövik be.

— *A rekombináns DNS-t tartalmazó klón kimutatása:* a kívánt gén beépülését a hozzá kapcsolt riporter génnek által lehet igazolni. Például a rekombináns DNS-be épített szentjánosbogár luciferáz génje világítóvá teszi a gazdasejtet, ezáltal tudósít a génkonstrukció beépüléséről. A transzgéneket nukleinsav szinten és fehérje (termék) szinten is ki lehet mutatni. A probléma az, hogy a jelenlegi eljárásokkal csak az ismert célgének mutathatók ki, az ismeretlen, ill. átalakult gének nem.

Az állati gén bevitelének buktatói

A molekuláris klónozás menetéből a továbbiakban csak a klónozás instabil pontjára, az állati gén bevitelére szorítkoznánk.

Az állati sejtek esetében a genetikai módosítás akkor hatékony igazán, ha a kívánt információ az élőlény minden sejtjébe beépül. Ezért az embrióba célszerű az idegen géneket juttatni. Az ilyen nagyméretű sejtekbe legtöbbször csak egyszerűen belövik több száz példányban, azaz mikroinjektálják, a feldarabolt DNS-t, mielőtt a spermium és a petesejt magja egyesülne. Gyakorlatilag ismeretlen, hogy az injektált DNS miként épül be a kromoszómákba.

Olyan ez, mintha egy precíziós óraszerkezetbe bezúdítanának egy csomót csavart, hátha beépülnek valahová, bízván a szerkezet önszabályozó képességében. A hasonlat annyiból sántít, hogy itt sokkal finomabb szerkezetről van szó, — élő, önszabályozó rendszerről.

Jelenlegi tudományos ismereteink rendkívül szórványosak, (mondhatni embrionális szintűek) a magasabb rendű szervezetekre nézve. Néhány egyszerűbb szervezettől eltekintve alig tudunk valamit egy-egy faj vonatkozásában a gének sorrendjéről, az aktív és inaktív gének, ill. ugráló gének kapcsolatáról, a gének szabályozási és megszólalási mechanizmusáról.

Az eukarióták genomja a prokariótákkal ellentétben az egyes gének több százszoros ismétlődését is tartalmazhatja. Az eukarióta genom csak egy kis részét adják a fehérjét kódoló (exonok) génszakaszok, a többi része „hallgat”, nem kódol fehérjét (intronok), illetve ugráló géneket (transzpozonokat) rejt magába. Ez utóbbiak rejtélyes működése — miszerint e gének az egyedfejlődés során a kromoszómák közötti áthelyeződésükkel a genom különböző részeit tehetik aktívvá, — tovább bonyolítja az idegen gének beépülését és működését. Hiába is tárnánk fei a szervezetek génszekvenciáját, (néhány egyszerű szervezetét ismerjük) ha az aktív és „hailgató” gének szabályozási mechanizmusa feltáratlan marad.

A Human Genom Program nagy előrelépés, de ezáltal is csak néhány ember sejtjeinek genetikai kódját sikerül megfejteni. Mivel minden ember bázissorrendje különböző, (átlagosan minden ezredik bázisunk eltérő) és ugyanazon ember sejtjeiben levő két DNS-nek sem teljesen egyforma a szerkezete, — bár közeledünk, de még igen messze vagyunk ahhoz, hogy az egyes sejtek géntérképét, s főleg génjeink működését és kölcsönhatását feltárjuk.

Mikroinjektáláskor a beépülés helye véletlenszerű, az új gén gyakran többszörös másolatban épül be egy helyre, vagy különböző kromoszómákba is beépül. Ennek következtében a transzgénikus embriók genetikailag is különböznek, tulajdonságaik gyökeresen eltérhetnek egymástól. Ráadásul az idegen gén a sejtosztódások során nem egyenletesen kerül bele a fejlődő embrió minden sejtvonalaiba. Így kiméra, vagy mozaikos állatok jönnek létre, melyeknek sejtjeiben előfordul, de nem minden sejtjében a transzgén. A kutatások szerint a transzgénikus egerek 62%-a bizonyult kimérának és ez valószínűleg igaz a gazdasági állatokra is (*Whitelaw, 1993*).

A mikroinjektálás után az embriókat az *in vitro* közegben, vagy köztes recipiens fajok (birka, nyúl) fajok petevezetőjében érlelik, majd átültetik a kihordó állatokba. A marhák esetében, a hét napos embriókat, a méhnyakon keresztül, egy cső segítségével juttatják be a tehén méhébe. Mivel a beavatkozás fájdalmas, egyes országokban epidurális érzéstelenítést alkalmaznak.

Az injektált embriók kevesebb, mint 10 százaléka marad életben. A megmaradtak maximum egytizede bizonyul transzgénikusnak, s ezek mindössze 30–60 százalékában nyilvánul meg az idegen gén. Ez azt jelenti, hogy ezer embrióból jó, ha 3–6 állat lesz transzgénikus, ami a felvázolt procedúrák ismeretében gazdaságosnak aligha mondható (*Brien, 1998*). Ezek az állatok is a random beépülés miatt eltérő és mozaikos megjelenésűek.

Sajnos az sem kizárható, hogy a véletlenszerűen beépülő gének különböző mutációkat indukálnak a genomban, melyek a beltenyésztés során majd felszínre jutnak.

Az évek hosszú sora óta ismétlődő kudarcok bizonyítják, hogy a mikroinjektálás módszere zsákutca. A mikroinjektálásból kiutat jelenthet a sejt genomjának *in vitro* módosítása.

1998-ban, a kutatók, a transzgénikus sejtekkel végeztek sejtmagátültetést. Az embrionális eredetű transzgénikus fibroblaszt sejtekre történő szelekcióval marhákban sikerült jóval lecsökkenteni (kb. huszadára) a beültetendő embriók számát a mikroinjektálásos módszerhez képest (*Kato és mtsai*, 1998). Itt azonban nemcsak az elsődleges fibroblaszt-tenyészethez kellett felhasználni egy-egy borjúmagzatot, hanem a transzformált fibroblaszt-sejtek tenyészetének a megfiatalításához is. Ugyanis a sejtmagátültetésre került sejtek előregedése miatt, a mikromanipulált embriókat beültetik, majd a transzgénikus magzatot ismét eltávolítják, hogy beíole „megfiatalodott” másodlagos fibroblaszt-tenyészetet nyerjenek. Az embriók és magzatok manipulációja nemcsak ezeket károsíthatja, de a tehének szervezete is megcsínyli az átültetéseket és magzat-kivételeket.

Elképzelni is rossz, ha az embernél „intelligensebb” faj azt cselekedné az emberrel, amit mi az állatokkal, hogy viselnénk azt el.

Egyéb génbeviteli technikák

Vírusfertőzés: a tojásban fejlődő csirkeembrió esetében nem sikeres a mikroinjektálás, ezért ott olyan vírusba építik a kívánt gént, mely megfertőzheti az embriót. E célra inaktív retro- és adenovírusokat használnak (*Love*, 1994). A gond, hogy ezek a vírusok daganatképzésre hajlamosak. A virális nukleinsav sokszorozódhat, beépülhet a transzgénikus állat egyéb kromoszómaiba is. A vírus és a transzgénikus DNS szabálytalan replikációja könnyen mutációhoz vezethet, a vírus onkogénné válhat. A szervezetben jelenlevő egyéb ártatlan retro- vagy adenovírussal rekombinálódva, új betegség-okozó vírus alakulhat ki. A tudósok felhívták a figyelmet arra is, hogy a tyúkok transzgénikus kutatásában alkalmazott „ártalmatlan” retrovírusok között néhány a főemlősnek is vírusa. Ezért a veszély az emberre is kiterjedhet.

Fizikai eljárások: elektroporációval, nagyfeszültségű elektromos impulzusok hatására a sejtmembránon keletkező pórusokon a DNS bejuttatható a sejt-plazmába, vagy a sejtmagba. Alkalmazzák még a kalciumfoszfátos kicsapást, vagy a magas kalcium-klorid oldatot a DNS felvételére. Ez utóbbi módszerek persze nem veszélytelenek a sejtre nézve, hiszen megbolygatják a sejtek fizikai és kémiai egyensúlyát, a beépülés pedig teljesen bizonytalan.

Embrionális törzssejt-tenyészet (ESC): az ún. embrionális „stem-cell” tenyészetet még differenciálatlan embrió-sejtekből állítják elő *in vitro*. Ezeket a sejteket többnyire fizikai úton, pl. elektroporációval fertőzik a kívánt DNS-sel. Így nagy számú transzgénikus embriósejtet nyerhetnek, amelyeket korai embriókkal fuzionáltatva, transzgénikus kimérákat állítanak elő. Idáig sertésből, birkából, nyúlból és szarvasmarhából hoztak létre embrionális törzssejt-tenyészetet (*Donovan*, 1997). Az első sikeres birka klónozáshoz is ESC vonalat használták. Szakmailag nagy lehetőségekkel kecsegtetnek az ESC kutatások. Újabb magzati fibroblaszt és anyai kumulusz, valamint epitelialis sejtekből hoztak létre embriókat (*Cibelli*, 1998). A fejlődő szervezetek szempontjából azonban számolni keil azzal, hogy kumulálódnak az embriódarabolásból, az elektromos kezeiésből, a sejtmagátültetésből és egyéb alkalmazott technikákból származó sérülések.

Transzómia: ez esetben a kívánt gént egy mesterséges kromoszómába építik be, amely az ún. transzómias állat szervezetében mikrokromoszómaként fog viselkedni. A célra leggyakrabban az élesztő mesterséges kromoszómáit (YAC) alkalmazzák, amelyek képesek emlíős sejtekben szaporodni. A sejtek állítólag a sejtosztódás során befogadják az új kromoszómát (Green, 1994).

Örvendetes, hogy magyar kutatóknak is sikerült olyan mesterséges kromoszómát élő sejtekben előállítani, melybe a kívánt DNS szakaszok beépíthetők (Hadlaczky, 2000). Mi több, a számféletti kromoszóma egerekben öröklődött!

Mégis a technika kapcsán számos szakmai és etikai kérdés merül fel.

A mitózis és meiózis precíz folyamatában, aligha képes az idegen kromoszóma — benne az idegen géntöbbslettel — hosszú időn át zavarmentesen replikálódni. Hiszen már egy-egy génmutáció is súlyos következményekkel járhat, a kromoszómák szerkezeti és számbeli változásai pedig fejlődési rendelkezésekhez, sok esetben halálhoz vezetnek.

Napjainkban még sem a sejtek kromoszómaépítő mechanizmusa, sem a folyamat szabályozása nem ismert eléggé. Miként lehetne a mesterséges kromoszómák zavarmentes működését garantálni, ha a kromoszómális szerveződés finomszabályozó rendszere nem ismert? A kutatók ennek ellenére a mesterséges kromoszómák módszerét egyéb génbeviteli eljárásokkal (pl. mikroinjektálással, embriósejt-tenyésztéssel) kombinálva nagy előrelépést remélnék a géntechnológiában.

Az etikai oldal megpendítéséhez elég a fantáziánkra hagyatkozni. Mi lenne, ha kívánság szerint lehetne a jó, vagy a káros géneket az emberek és más élőlények ivarsejtjeibe, embrióiba ültetni — pl. mesterséges kromoszómákkal?! Milyen irányba változna életünk, hogyan befolyásolná a társadalmi fejlődést?

Lokalizált génbevétel: a DNS bevitele vektorokkal, vagy újabban a növényekben alkalmazott módszerhez hasonlóan ún. „biolisztikus” génpuskával történik. A sejteket olyan arany, ill. wolfram részecskékkel bombázzák, melyek felületét a beviendő idegen DNS-sel borítanak. Különösen halpeték és nyúl embriók esetében alkalmazzák a módszert (Brien, 1998). A probléma a mikroinjektáláshoz hasonló. A beépülés helye bizonytalan, a vírusok transzformációja veszélyes lehet. A bekerülő nagymennyiségű fémszemcse toxikus hatású lehet a sejtre és megváltoztathatja a sejt fizikokémiai egyensúlyát.

Géntechnológiai „balesetek”

Az előbbi fejezetekben említett technológiai hibákra vezethetők vissza a következő balesetek.

Növekedési hormon gén bevitele:

— 1989-ben, a „*Belstville-i* disznók” néven vált híressé az a kísérlet, melyet Marylandban (USA) végeztek. Emberi növekedési hormon gén vittek be sertés embriókba (Pursei, 1989). A kutatók bánatára az életben maradt transzgenikus állatokban számos kórtünet alakult ki. Az állatok járása koordinálatlanná vált, izületi gyulladástól, letargiától, gyomorfekélytől, szívizomgyulladástól szenvedtek, bőrük elvékonyodott, vese- és tüdőgyulladást kaptak, ivari érsük elmaradt.

— 1994-ben, csirke eredetű DNS-t injektáltak marha embriókba, az izomgyarapodás fokozása érdekében. A külsőleg egészségesnek tűnő borjak, 8.

hetes koruk után kezdtek elgyengülni és 15. hetes korukban eutanáziával kellett őket megváltani izomfájdalmaiktól (*Purse, 1989*).

— A birka embriókba épített marha növekedési hormon génnek a bárányok tüdőgyulladásához, cukorbetegség-szerű állapotához vezettek (*Williamson, 1994*).

— A tejtermelés fokozásán, sertésekbe, tejhozam-növelő géneket vittek be, amiktől a kocák emlőmirigyei elsorvadtak (*Shamay, 1991*).

Klónozott haszonállatok:

— Az 1996-ban született klónozott 5 bárány közül 3, a születés után elpusztult vese és érrendszeri rendellenességek miatt. Mindegyik állat súlya abnormálisan nagy volt (*Campbell, 1996*).

— Az 1997-ben testi sejtől klónozott Dolly bárány óriási befektetések árán jött létre. A hormonálisan kezelt anyajuhból sebészeti úton távolították el a petét. Az *in vitro* sejtmagátültetés után, a klónozott embriókat időlegesen új anyákba ültették műtéti úton. Hat nappal később a nevelő anyákat megölték és belőlük az embriókat eltávolították, hogy most már sebészeti úton beviessék azokat a kihordó anyajuhokba. Az anyák császármetszéssel hozták világra kicsinyeiket, köztük Dollyt, amely a kívánt klónt tartalmazta (*Wilmut, 1997*).

— 1998-ban született egy magzati izomsejtől klónozott borjú, amely pár hónap múlva, immungyengeség miatt elpusztult (*Brien, 1998*).

Takarmányhasznosító-képesség megváltoztatása:

Nem kérődő állatokba, tyűkókba és sertésekbe celluláz géneket juttattak, a célból, hogy képesek legyenek növényi takarmányon élni (*The Daily Telegraph, 1997*). Fantáziálhatunk arról, hogy a „legelő disznó” milyen sikeres lenne. Kérdés, hogy a növényevés mennyire illeszthető a disznók élettani sajátosságaihoz, milyen hatással lennének környezetükre, stb.

Ugy tűnik a génszerek nem sokat törődnek manipulált állatok mikro- és makrobiológiai sajátosságaival, viselkedésbeli változásukkal, ökológiai hatásukkal.

Vírusrezisztencia bevitel: a cél olyan gének bevitel, melyek a betegségek kivédésére speciális antitesteket állítanak elő.

— A masztitisz-rezisztencia klónját, már sikerült felderíteni, de a gént megszólatni nem (*Williamson, 1994*). Elgondolkodtató, hogy ez-e a megoldás kulcsa? Ugyanis nem az intenzív igénybevétel miatt kialakult tüdőgyulladásra kellene ellenállóbbá tenni az állatokat, hogy még kizsigerelhetőbbek legyenek, hanem a kihasználás mértékét kellene csökkenteni és a tartási körülményeket javítani a fertőzés elkerülése érdekében.

— A kutatók megpróbálták a madárleukózis vírusra rezisztens transzgénikus csirkéket előállítani. A tapasztalat szerint a bevitt gén gyakran rekombinálódott belső vírusokkal és fehérvérűséget okozott (*Salter és Crittenden, 1989*).

Gyógyászati anyagok előállítás — transzgénikus gyógyászat:

Különböző gyógyhatású anyagok termeltethetők az állatok vérében, vagy tejében az idegen gének bevitel és működése által.

— A brit PPL cég kétféle proteint, a human anti-trypsint (melyet a cisztikus fibrózis ellen) és a IX-es véralvadási faktort (a hemofília B kezelésére) állított elő transzgénikus birkákban).

— Ugyanezen cég kutatóinak sikerült üszök tejében, génebézészeti úton, human alfa-tejalbumint kiválasztani, mely a csecsemők táplálására hasznosítható (*The Independent*, 1998).

— A Gene Pharming Europe cég, 1990-ben emberi laktotoferrint (egy antibiotikus hatású és vashordozó anyagot) állított elő bikában (cit. 10), de az előállított anyag nem volt azonos hatású az emberi laktotoferrinnel.

— A DNX társaság olyan transzgenikus sertésvonalat hozott létre, mely vérében emberi hemoglobint termelt (*Dieryck*, 1997).

A világon jelenleg legalább 20 különböző gyógyászati célú protein géntechnológiai előállítása folyik háziállatokban, noha semmi garancia arra, hogy a gén a kellő helyen és időben, a megfelelő szövetben pontosan és megfelelő hatékonysággal szólal meg. Továbbá bizonytalan, hogy a transzgen beépül-e a csíravonalba és nem károsítja-e az utódok szervezetét. A bioreaktorként hasznosított állatok szervezete törvényszerűen megsínyli a szervezeteidegen anyag termelését, felboríthatja saját hormonális és immunális szabályozórendszerét. A kinyert anyag sok esetben nem azonos tartalmilag és hatásában a természetesen létrejött fehérjékkel. Ezentúl, a termelendő anyagok jelentős része, genetikailag módosított mikroorganizmusok és növények által is előállítható.

Xenotranszplantáció:

A kutatás olyan szövetek, vagy szervek átültetésére irányul, melyek az egyik fajból a másikba történő bevitelkor nem lökődnek ki.

— Szervátültetéssel régóta próbálkoznak különböző fajok között, így állati szervek emberbe ültetésével is. 1905–95. között mintegy 35 szervátültetés történt állatból emberbe (*BUAV*, 1995), de mind sikertelennek bizonyult. Még az egyedek között is tekintélyes eltérés lehet az immunválaszban, a különböző fajok között pedig felmérhetetlen a különbség.

— 1993-ban, az Imutran Ltd, olyan emberi gént vitt be sertésembrióba, mely megakadályozza a szerv átültetést követő gyors kilökődést. A „humanizált” sertésekből, 1995-ben, génmanipulált sertésszívet ültettek majmokba. Közülük 3 állat pár héttel túlélte a beavatkozást, de mint kiderült erős immunszuppresszáns anyagokat kaptak a kilökődés megakadályozására (*McCurry*, 1995). A sertések alkalmazását azért preferálják a kutatók, mivel szerveik mérete hasonló az emberéhez, kevesebb közös kórokozójuk van az emberrel, mint a főemlősöknek, s főleg mivel a társadalom etikailag jobban elfogadja — a táplálkozási célra amúgy is rutinszerűen megölt sertések — felhasználását.

A xenotranszplantáció fontos orvosetikai, egészségpolitikai és állatvédelmi kérdéseket vet fel. A szervátültetésekkel kapcsolatban csak az első lépés a kezdeti gyors kilökődés megakadályozása. Néhány nap, vagy hét múlva erős vaszkuláris kilökődés lép fel, melynek oka még feltáratlan. Felvetődik az is, hogy a rövidebb élettartamú állatok szervei mennyire lesznek kitartóak a hosszabb élettartamú ember szervezetében. A négy lábú, horizontális helyzetű szív képes lesz-e a függőleges tartású emberben megfelelően pumpálni.

Továbbá annak is van esélye, hogy a sertésszívvvel veszélyes vírusok kerülhetnek be az emberi populációba. (Mintegy 30 ezer vírusvonal van jelen az élő szervezetekben).

Mivel világszerte a szervdonor kérdés megoldatlan, ezért a xenotranszplantációs kutatások nagy haszonnal kecsegtetnek. Mégis etikusabb volna az állatok kiszolgáltatott mivolta helyett az emberi halálozás utáni szervadományok

jogi útját megoldani. Nagyon sok ember szívesen felajánlaná szerveit (véletlen halála esetén), s emberi szervek beépülésének sokkal jobbák a kilátásai.

A géntechnológia gazdasági oldala

Már az eddigiekből is kiderült, hogy bio- és géntechnológiával foglalkozni nemcsak kutatási szempontból igazán érdekes feladat, hanem gazdasági haszonnal is kecsegtet. Valójában a gazdasági haszon kétes. Lehet, hogy a szabadalmaztató számára kifizetődő a fejlesztés, de az alkalmazás gazdasági szempontból kifejezetten ráfizetéses. Amerikai becslések szerint egyetlen génmanipulált sertés előállítására 15 000 dollár. Az ebből származó transzgénikus utódok értéke 25 000 dollár. Egy génebérszeti úton emberi gyógyhatású anyagot tejből előállító tehén mintegy 150 000 dollár értéket termel évente. Nehéz elképzelni, hogy ezeket az értékes állatokat engedik fajtársaikhoz hasonló körülmények között tartani (*The Independent*, 1998).

A klónozott állatok fenntartása, egészségvédelme, őrzése nagyon sokba kerül. Arról nem is szólva, hogy sterilebb tartásuk és genetikai hasonlóságuk miatt, ezek a vonalak fogékonyabbak lehetnek a betegségekre. Minél homogénebb egy vonal, annál veszélyesebb egy rajtuk végigsöprő fertőzés. A brit szigeteken úgy tartják, hogy 20 éven belül, a marhák 85%-a lesz klónozott. Vajon érdeke-e a gazdálkodónak egy ilyen drága és kockázatterhes állomány fenntartása?

Miközben Európa-szerte tért hódít az ökológiai szempontokat érvényesítő biogazdálkodás és egyre nő a biohús iránti kereslet, a másik oldalról a gazdálkodókat óriási vélt haszon hitében, arra buzdítják, hogy vásároljanak méregdrága klónozott állatokat. A kutatási és tartási költségek csökkentése érdekében, a be nem vált állatokat — ahoi a klónozott sajátság nem jut érvényre — húsként értékesítik. Így előbb, vagy utóbb olyan hús kerül az emberek asztalára, amely idegen géneket tartalmaz. Ráadásul a gének beépülése, megnyilvánulása, mellékhatásai, egymással való kölcsönhatásaik, — mint az eddigiekből kitűnt — messzemenően bizonytalannak mondhatók. Szüksége van-e az ilyen táplálékforrásra az emberiségnek? Muszáj-e alávetnünk magunkat ennek a kétes kimenetelű globális kísérletnek?

Végül is kinek érdekét szolgálják a géntechnológiai kutatások? Egyrészt el kell ismernünk, hogy a kutatások jelentős része valóban alapvető biológiai összefüggéseket tárhatnak fel, ami hasznos.

Másrészt azonban a fejlesztő cégek specifikus érdekeit szolgálják. Nem véletlen, hogy a nagy gazdasági társaságok szponzorálják a kutatásokat. A génmanipulált „találmányok” ugyanis szabadalmaztathatók. Tekintsünk bele az állati szabadalmak kulisszáiba (*BUAV*, 1995)!

Szabadalmi jog (patent) adományozható azoknak a feltalálóknak, akik új, hasznos és leleményes felfedezést tesznek. Nem adható szabadalom egyszerű ötletre, sem olyan találmányokra, melyeket az Európai Szabadalmi Egyezmény erkölcsstelennek és emberellenesnek minősít.

Eltérő típusú szabadalmak léteznek, melyeket különböző nemzeti, vagy nemzetközi testületek hagynak jóvá. Az európai szabadalmakat az Európai Találmányi Hivatal adja ki.

A kutatóknak és biotechnológiai társaságoknak érdeke, hogy a génszabó úton előállított transzgénikus baktériumokra, növényekre és állatokra szabadalmi jogot szerezzenek. Számos transzgénikus állat lett már szabadalmaztatva.

Néhány példa:

— Az Imutran cég, 1991-ben, szabadalmaztatta a xenotranszplantáció során felhasznált génmanipulált „pótalkatrészes” állatokat, 1992-ben pedig immun-szuppresszív állatokat „idegen” fehérjék (mint inzulin, vagy humán antitestek) termelésére.

— A brit NRC D cég, 1992-ben, transzgénikus állatok kifejlesztésére (növekedési hormongén, betegségrezisztencia kifejlesztésére) nyert szabadalmi jogot. Két Cambridge-i intézet, a mesterséges élesztő kromoszómát és az embriónális törzssejt-tenyésztés létrehozását szabadalmaztatta (1990).

— A Pharmaceutical Proteins Ltd. számos állat tejében termelhető idegen proteinek előállítására nyert patent jogot 1988/90-ben.

— Az MRC cég „serkentő” gén szabadalma (1990) más gének megnyilvánulását fokozza. Transzgénikus egerekben serkenti a humán antitestek előállítását, ami az állatoknak nagyfokú gyötrelmet okoz.

— Az MRC és AFRC cégek közös patentje transzgénikus állatok sejtjeiben, vagy testfolyadékában előállított idegen antitestek termelésére vonatkozik (BUAV 1995).

Hosszasan lehetne sorolni az ehhez hasonló szabadalmakat. A legtöbb szabadalmi jogot a transzgénikus állatok közül egérre adták ki, de széles körben vannak érvényben más fajokra, főként háziállatokra, de halakra, kutyákra, majmokra is.

— Külön említésre méltó a Harvard Egyetemen, 1984-ben, kifejlesztett „Oncomouse” esete, melynek európai szabadalmaztatása eillen számos nemzetközi állatvédő szervezet lépett föl. A rákos egérvonalat a daganatok vizsgálatára fejlesztették ki Amerikában, majd 1988-ban szabadalmaztatták. Az Európai Találmányi Hivatal (EPO) kezdetben elutasította a patent kérelmet mondván összeférhetetlen az európai szabadalmaztatási gyakorlattal, de végül, 1998-ban mégis engedélyezték. A döntés széleskörű társadalmi tiltakozást váltott ki. Európában a 95/0661 „patent” egyezmény jóváhagyása ugrásszerűen megnövelte a génszabó beavatkozások számát. A transzgénikus kísérletek száma egyébként világszerte óriási emelkedést mutat (*Linskens, 1995*). Ezzel egyidejűleg az állatok mérhetetlen szenvedése fokozódik.

A 95/0661-es egyezmény több szempontból is pontatlannak és következetlennek bizonyult. A szabadalmaztatás kapcsán különböző etikai és szakmai szempontok merülnek fel:

— A biotechnológia túl sok szenvedést és kiszolgáltatottságot okoz az állatoknak.

— Nem dőlt el, hogy a szabadalmi jogot fajra, fajtára, vagy típusra adják-e ki. A daganatos egér (oncomouse) pl. nem tekinthető új fajnak, mivel utódaik mozaikosak és közöttük genetikailag nem módosult egyedek is előfordulnak.

— Tisztázatlan maradt, hogy a szabadalmat a génmanipulációs folyamatra, pl. a beviendő génkonstrukcióra, vagy az ezzel manipulált transzgénikus állatra adják-e ki. Ezen belül egy-egy típusú fejlesztésre, mint pl. a transzgénikus daganatos állatokra, vagy külön-külön egy-egy daganatot képző fajra

(oncomouse, oncoelephant(?), stb.) adják-e ki a patentet. A szabadalmaztatási igény az utóbbi alapon ugyanis az állatvilág legtöbb fajára benyújtható.

— A szabadalmaztatott találmánynak változatlan formában ismételtetőnek kéne lennie. A manipulált egyedek a génbeépülés bizonytalansága miatt azonban nem reprodukálhatók változatlanul.

— Az sem bizonyítható, hogy a bevitt új gének nem okoznak-e genetikai, élettani, ökológiai zavart, s nem használhatók-e fei biológiai fegyverként. Azaz biztonságos, erkölcsös és emberséges felhasználásuk megkérdőjelezhető.

AZ ÁLLAT-GÉNSEBÉSZET ÖKOLÓGIAI HATÁSAI

A génszebészeti eljárások bevetése tulajdonképpen a genetikailag homogén vonalak előállítását eredményezi. Ezáltal az intenzív gazdálkodás még intenzívebbé tételéhez járul hozzá. A biotechnológiai eljárásoknál is említett genetikai elsivárosodás veszélye a génszebészettel beteljesülhet. A folyamat nem új keletű.

Az 1960-as években a „zöld forradalom” jegyében, megkezdődött az őshonos növény- és állatfajták kiszorítása. Eredményképpen mára csak mutatóban maradtak fenn őshonos állatpopulációink. A „vad” típusok kiszorításával elenyészik az a forrás is, mely a genetikai vérfrissítést biztosíthatná.

A genetikailag egyre szűkebb mezsgyéjű vonalak tömeges szaporítása a természetes fajok és fajták rovására történik, tovább fokozva, közvetve, a megfogyatkozott állományú állatfajok és fajták fennmaradását. Végül nem marad más választás, egyre jobban rákényszerülünk a természet-idegen termelésre.

Az a minimális genetikai változatosság, ami a génszebészeti úton „gazdagíthatja” a természetelt/tenyésztett fajok és fajták körét elenyésző ahhoz a csapáshoz képest, amit klónozott vonalak tömeges elszaporítása eredményez. Az emiatt kialakuló genetikai egyhangúság a biológiai diverzitást komolyan veszélyezteti. Ezzel a ténnyel a természetvédelemnek is szembe kell néznie!

A manipulált gazdasági állatok diverzitás csökkenése jobban nyomon követhető, mint a génmanipulált növényeké, mivel az állattenyésztés során a degenerált egyedek könnyebben kisselektálhatók a tenyészetekből. Ökológiai veszéllyel az esetben keil számolni, ha a manipulált egyedek szét tudnak szóródni a természetben. Ez a veszély a transzgénikus vízi szervezetekre is fenn áll (a manipulált halak, rákok, puhatestűek estében), amennyiben kijutnak természetes vizekbe, elsősorban a tengerekbe. A kijutásnak nem lebecsülendő az esélye, elég csak néhány egzóta faj (tilapia, szivárványos pisztráng, stb.) globális elterjedésére gondolni.

A legtöbb vízi szervezetet a gyorsabb növekedés és nagyobb testsúly érdekében módosítják (ponty, lazac); de a gyorsabb mozgás, a hidegtűrő képesség, az ellenálló képesség fokozása érdekében is manipulálják őket. A természetes ökoszisztémákba kikerülve és ott elszaporodva, valóban gyökeresen átalakíthatják a táplálkozási láncot, a fajok közti kölcsönhatásokat. Új „niche”-t foglalhatnak el maguknak, megzavarhatják a populációdinamikai összefüggéseket, befolyásolhatják a velük szaporodóképes vad rokonok génállományát, jelentősen módosíthatják az élőhelyeiket. Hatásuk felmérhetetlen a tengerek

biodiverzitására, mivel a környezeti változásokhoz való adaptációjuk is kiszámíthatatlan.

Nagy veszélyt jelenthet az állatokra a peszticidrezisztenciára és rovarrezisztenciára genetikailag módosított növények előállítása. Attól, hogy egy növény jobban el tudja viselni a gyomirtó toxikus hatását, az alkalmazott peszticid vagy inszekticid ugyanúgy mérgezi a talajt, pusztítja a lebontó szervezeteket és megzavarja a táplálkozási láncot. A rovarrezisztens génmanipulált szervezetek esetében a növények olyan toxinokat termelhetnek, melyek nemcsak a káros, de a hasznos beporzó és lebontó rovarokat is elpusztítják. Ennek messzemenő következménye lehet a táplálékhálózatra.

Kétségtelen, hogy a biotechnológiai módszerek egy része lehetőséget kínál a veszélyeztetett növény- és állatfajok mentésére is. A növénytermesztésben alkalmazott mikroszaporítási módszerek, valamint egyes állat-biotechnológiai eljárások (AI, ET, IVT) hozzásegíthetnek a csökkent egyedszámú, a veszélyeztetett, vagy kipusztuló félben lévő fajok mesterséges felszaporításához. Az állati embriók darabolása és klónozása azonban genetikailag azonos génekészletű egyedek sorozatgyártását eredményezi. Az állati ivarsejtek és embriók mélyhűtése segítőtársa lehet e technikáknak. Azzal viszont számolni kell, hogy a régen lefagyasztott sejtek felengedésükkor az eredetitől eltérő környezeti hatásokkal találkoznak (új vírusokkal, stb.), s ezért fennmaradásuk kétséges.

Az embriók klónozása és génebészete elvileg lehetőséget adhat olyan rezisztens tulajdonságok bevitelére is, ami biztosítja, hogy a kipusztuló félben levő fajok kevés egyedéből, ill. sejtjéből jobban meg tudjuk őrizni az adott faj populációit.

Egy faj fennmaradását azonban így nem elegendő biztosítani, részben a beltenyészettességi leromlás és a genetikai sodródás veszélye miatt, másrészt a megváltozott környezethez való alkalmazkodás hiánya miatt sem.

Ezért továbbra is elsődleges kell, hogy maradjon a természetes, ill. természet szerű élőhelyek megőrzése. A veszélyeztetett fajok élőhelyükön való megőrzése mellett, mint kiegészítő módszerek jöhetnek szóba a bio- és géntechnológiai eljárások.

AZ ÁLLATI BIO- ÉS GÉNTÉCHNOLÓGIA HAZAI JOGI HÁTTERE

Hazánkban nincsenek olyan jogszabályok, amelyek kimondottan biotechnológiában alkalmazott szaporodásbiológiai eljárások alkalmazását szabályoznák.

Két hazai törvény tartalmaz konkrét előírásokat a genetikailag módosított szervezetekkel kapcsolatban. A *természet védelméről* szóló törvény (1996. évi LIII. tv.) 9. par. 4. pontja a genetikailag módosított szervezetekre vonatkozóan deklarálja, hogy vadon élő szervezetek genetikai állományainak mesterséges úton történő megváltoztatása és szaporítása tilos.

A *géntechnológiai tevékenységről* szóló törvény (1998. évi XXVII. tv.) tartalmazza a génebészeti eljárásokra vonatkozó engedélyeztetési, hatósági, kibocsátási, stb. követelményeket. Nevesíti a Géntechnológiai Eljárásokat Vé-

leményező Bizottságot és hatóságot a géntechnológiai beavatkozások minősítésére és engedélyezésére.

A törvényben azonban a kutatási célú felhasználás nincs engedélyhez kötve, sőt bejelentési kötelezettség sem terheli. Mintha a kutatói szabadság előrébbvaló volna a biológiai biztonságnál! Ezt a hiányt a törvényhez készült rendeletek sem pótolják.

Az állatok védelméről és kíméletéről szóló törvény (1998. évi XXVIII. tv.) is deklarálja egy Állatvédelmi Tanácsadói Testület felállítását, — többek között az állatkísérletek engedélyeztetésére, — de ez a testület nem foglalkozik a genetikai módosítások etikai megítélésével.

A két utóbbi törvény hatékony működéséhez még számos végrehajtási rendeletre van szükség és a különböző bizottságok munkáját is célszerű lenne összehangolni.

Az egyértelműnek tűnik, hogy a kutatók nem fogják befagyasztani kísérleteiket még akkor sem, ha azok veszélyesek. Ezért különösen indokolt, hogy a még biztonságosnak mondható kísérleti eredmények is csak alapos hatásvizsgálat után kerüljenek termelési felhasználásra. Kiemelten gondolok itt a haszonorientált peszticid- és rovarrezisztens génmanipulált fajták előállítására. Ugyanakkor nem mondhatunk le azokról az alap kutatásokról, melyek híján még reményünk sem lehet arra, hogy feltárjuk a genom szerkezetét és megismerjük működését.

A géntechnológia jelentős kockázattal jár a természetes és az agrár-ökoszisztémák számára is. A génebérszetnek nemcsak a vélt előnyeit, hanem az esetleges kockázatait is értékelni keil (*Darvas, 1997*). Az érem mindkét oldalát fel keil vállalnia az érintett tárcáknak, különösképpen a környezetvédelemnek és a földművelésügynek.

TÁRSADALMI ELVÁRÁSOK

Egyre erősödik az a társadalmi igény, hogy a fejlesztések ne az állatok fokozódó kihasználására történjenek. A biotechnológia erkölcsi aspektusairól alig esik szó a sajtóban, a szakajtóban pedig szóba sem kerülhet. Ez ugyanis akadályozná a bio- és géntechnológiai piac térhódítását. Csak kevesen vannak tudatában annak, hogy milyen szoros összefüggés van az állatok biotechnológiai felhasználása és az emberi érdekek között. A biotechnológia témakörében rendezett tudományos konferenciák túlhangsúlyozzák az emberi érdekeltiséget, elvonva a figyelmet az állatok szenvedéséről.

Mit számít az állatok halála, ha azzal hozzájárulhatunk a beteg emberek megmentéséhez? Az ehhez hasonló érvelések nem igazán reálisak. Azt sugallják, hogy a laboratóriumi állatok százezreinek szenvedése és halála nemes dolog. Ez a „botcsinálta” érdem alapos megfontolást igényel.

Az élet tiszteletén alapuló gondolkodásmód merőben eltér a haszonorientált szemlélettől.

Az állatok az emberekhez hasonlóan egyediek, megismételhetetlenek. Nem az elmúlt évtizedekben kezdődött el az állati „intelligencia” feltárása, hiszen már a házasítást is ez tette lehetővé. Az állatoknak belső értékük, ha úgy

tetszik személyiségük van, amelyre tekintettel keil lenni. Ez az érték független attól, hogy az állat hasznos, vagy káros-e az emberiség számára.

A technológiák kapcsán felmerülő etikai, gazdasági és szakmai kérdéseket nem lehet pusztán a gazdasági érdekeknek alárendelni. Eldöntésükhöz széles körű társadalmi egyeztetésre van szükség, amelyben a biotechnológiában érdekeltéken kívül ökológusok, etológusok, szociológusok, jogászok, populációgenetikuskok, stb. is helyet kapnak (Ferenczi, 1999). Nem kizárható annak a veszélye sem, hogy a géntechnológia egyes eredményeit emberiség-ellenes szándékkal biológiai fegyverek előállításához kívánják majd felhasználni, s ezáltal az atombombához hasonlóan a leghatékonyabb biológiai fegyverré válhat illetéktelenek kezében. Ezért a géntechnológia vívmányait csak a biológiai és a társadalmi biztonság szem előtt tartásával szabad alkalmazni.

Az ember nem szakíthatja ki magát az élőlények közösségéből. Táplálkozásunk, egész létünk összefonódik az élet különböző formáival. Az embernek nem saját faja ellenében, de nem is a minket körülvevő élőlényeket szükségtelen szenvedésnek és kiszolgáltatottságnak kitéve kell boldogulnia a Földön. Miként tudnánk megóvni bolygónk természeti kincseit, a földi életet és életünket, ha még állattársainkat sem kíméljük.

Az intenzív állattenyésztés gyakorlata, s ennek további fokozása a géntechnológia eszközeivel a társadalom kollektív büntudatát növeli csak az állatok szenvedése miatt. A hangsúlyt az állatok egészségére és jó közérzetére keil helyezni.

Már az 1987-es ún. *Brundtland Jelentés* megfogalmazta a fenntartható mezőgazdaság kialakítását. Az állati termék-előállításban a fenntarthatóság azt jelenti, hogy az állatokat csak az emberi életszükségletek kielégítésére használják fel és csak akkor, ha ezen szükségletek biztosítására nincsenek más lehetőségek. Továbbá biztosítani kell az állatok életkörülményeinek javítását, az állati termelés és a környezet védelme közti egyensúlyt. Mindez hozzájárul a természeti értékek megőrzéséhez is.

Az *Agenda 21*-ben (1992) és a *Biológiai Sokféleségről* szóló egyezményben (Riói Egyezmény, 1992) a világ vezető államainak javarésze kinyilvánította szándékát a természeti javak és az élet sokféleségének megőrzése, kíméletes használata iránt. Elkötelezték magukat az élet biztonságának megtartására. Magyarország is aláírta és ratifikálta a Riói Egyezményt. Már csak be kell tartanunk.

IRODALOM

- Amoach, E.A. – Gelay, S.(1997): Biotechnological advances in goat reproduction. J. Anim Sci., 75. 578–585.
- Animal patenting*(1995): Sept. British Union for the Abolition of Vivisection (BUAV), Insight.
- Baranyai, B.– Bodó, Sz.– Gócsa, E.(2000): Dolly öröksége. Természet Világa, 131. 4. 118–120.
- Brien, T.(1998): Farm animal genetic engineering. CIWF Trust Report, 1–26.
- Campbell, K.H.S.(1996) Sheep cloned by nuclear transfer from a cultural cell line. Nature, 380. 64–66.
- Cibelli, J.B(1998): Cloned transgenic calves produced nonquiescent fetal fibroblast. Science, 280. 1256–1258.
- Community Nutrition Institute(1995): Transgene fish: The next threat to marine biodiversity. 1–13.
- The Daily Telegraph*(1997): 25. March
- Darvas, B.(1997): A genetikailag módosított élő szervezetek kibocsátásának környezeti kockázatai. KTM, Fenntartható Fejlődés Bizottság, 1–58.

- Green, L.L.*(1994): Antigen-specific human monoclonal antibodies from mice engineered with human Ig heavy and light chain YACs. *Nature Genet.*, 7. 13–21.
- Hadlaczky, Gy.*(2000): Öröklődő mesterséges kromoszóma. *Élet és Tudomány*, 3. 70–75.
- Hall, J.*(1993) Manipulation of the repertoire of digestive enzymes secreted into the gastrointestinal tract of transgenic mice. *Bio/technology*, 11. 376–379.
- The Independent*(1998): 5th March
- Kato, Y.*(1998): Eight calves cloned from somatic cells of a single adult. *Science*, 282. 2095–2098.
- Linskens, M.*(1993): No to *genethic* manipulations of animals. Dutch Society for the Protection of Animals, Hága, 1–22.
- Linskens, M.*(1995): Arguments against animal patenting. *BUAV*. 1–3.
- Love, J.*(1994): Transgenic birds by DNA microinjection. *Bio/technology*, 12. 60–63.
- Maráz, A.*(1998): Genetikailag módosított élelmiszerek előállítására és forgalomba hozatala. *FVM, Élelmiszer Szabályozási Információk*, 4. 4–9.
- McCurry, K.R.*(1995): Human complement regulatory proteins protect swine-to-primate cardiac xenografts from humoral injury. *Nature Medicine*, 1. 423–427.
- Pethő, Á. – Pintér, Zs.*(1986): Embriónális ivarmeghatározás. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 35. 6. 491–495.
- Pécsi, T.*(2000): Az emberi DNS vallatása. *Élet és Tudomány*, 12. 363–366.
- Pintér, Zs. – Pethő, Á.*(1984): Genetic manipulation in animals. *Agroinform*, Budapest, 1–89.
- Purseel, V. G.*(1989): Genetic engineering of livestock. *Science*, 244. 1281–1288.
- Rexroad, C.E.*(1989): Production of transgenic sheep with growth-regulating genes. *Mol. Repr. Dev.*, 1. 164–169.
- Salter, D. – Crittenden, L.B.*(1989): Artificial insertion of a dominant gene for resistance to avian leukosis virus into the germ line of the chicken. *Theor. Appl. Genet.*, 17. 457–461.
- Shamay, A.*(1991): Production of the mouse whey acidic protein in transgenic pigs during lactation. *J. Anim. Sci.*, 69. 4552–4562.
- Whitelaw, C.B.A.*(1993): The majority of GO transgenic mice are derived from mosaic embryos. *Transgenic Research*, 2. 29–32.
- Williamson, C.M.*(1994): expression of the lysostaphin gene of *Staphylococcus simulans* in a eukaryotic system. *Appl. Env. Microbiol.*, 60. 771–776.
- Wilmut, J.*(1997): Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, 385. 810–813.
- Wright, G.*(1991): High level expression of active human alpha-1-antitrypsin in the milk of transgenic sheep. *Bio/technology*, 9. 830–834.
- Xenotransplantation*(1995): *Jan. British Union for the Abolition of Vivisection (BUAV), Insight*

Érkezett: 2000. szeptember
Szerző címe: Környezetgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi Intézete
Author's address: Institute for Environment Management-Institut for Nature Conservation
H-1369 Budapest, Pf. 352.

KÖNYVISMERTETÉS

Újabb könyv, „**Ló és szamár**” címen gazdagítja a lótenyésztés szakirodalmát *Mihók Sándor – Pataki Balázs – Kalm, Ernst – Ernst József* szerzők tollából. Az utóbbi időben örvendetesen szaporodó lovas szakkönyveink tárházából mind jellegében, mind kivitelében egyedülálló mű kerülhet a szakemberek kezébe. Magyarországon most jelent meg először fajtatan könyv, s a Mezőgazda Kiadó által sorozatként tervezett gyűjteményköteteket „gazdasági állataink” sorozatot a ló és a szamár nyitotta meg.

A szerzőnégyes egységes szerkezetben, azonos elvek alapján mutatja be az egyes fajtákat. Mindegyiknél sorra kerül a származás, a küllem, az egyes értékmérő tulajdonságok, a használhatóság és szó esik az elterjedésükről, a becsült, vagy tényleges állomány nagyságról.

A kötet áttekintő, bevezető fejezetekkel kezdődik, majd a keleti lófajtákat, a spanyol és nápolyi eredetűeket, az angol telivért, és az erre épülő félvéreket, továbbá az ügető lófajtákat ismerteti. A hidegvérű lófajták tárgyalása után a pónik és a kislovak, majd a haszonállati típusok következnek.

A szamárfajták és az öszvér zárja a vaskos kötetet.

A közel száz lófajtát és a feleforma szamárfajtát színes felvételek nem csak a klasszikus felállásban, hanem valamilyenféle munkavégzés közben is bemutatják. A több mint 250 fotó az esztétikai érték mellett segíti a fajták jobb megismerését is.

Ezt a szép, alapos kutatómunkát igénylő, éppen ezért történelmi érdekességként is szolgáló, értékes könyvet jó szívvel ajánlhatjuk a lovakkal foglalkozó szakemberek mellett mindazoknak a tisztelt olvasóknak, akik örömet lelik az állatokban, különösen a természet által remekbe szabott lovakban.

Autoreferátum

EGÉRSIRATÓ

KÁLLAI LÁSZLÓ

Azt a címet is adhattam volna, hogy Kutyaugatás, vagy Macskajaj; ez utóbbi néhányan félreértették volna. E néhány szó azonban elárulja, hogy EGÉR alatt minden állatot értek, ami áldozatul eshet a kutatónak. Hiszen az a „szadista, gazember” végül is megöli a kutatás alanyát képező lényt, az „egeret”.

A napokban vitatkoztam egy hölgygel. Próbáltam meggyőzni arról, hogy jóllehet a kutató a kísérlet végén valóban megöli az egeret, ámde nem gyilkos. Miként nem gyilkos a böllér, a mészáros, a vágólegény, s nem bűnsegédi bűnrészes az, aki megeszti a pulykaérmét, a rántott sertésbordát, netán szereti is a vesepecsenye-pecsenyét. Vagyis az emberek többsége. Az persze nem mentés, hogy a többség, de az tán igen, hogy a baromfit, a disznót, a sörét nem másért, hanem azért gyártjuk, hogy megegyük. Ezúton nem szegényítjük a faunát, a környezetben élő vadállatokat. Ugyanez a helyzet a laboratóriumi állatokkal, melyeket kifejezetten arra a célra tenyésztenek — nem is akármilyen módon, a laborkutyát is — hogy kísérleti célra szolgáljanak. Most tessék vitatkozni!

Fölmerül a kérdés, mi történik életében az egérrel? Szlogenné vált, annyiszor elmondtam, hogy „szeretnék egér lenni a saját állatházamban”, vagyis tökéletes jólétben, félelem (macska) nélkül, remek körülmények között leélni az életemet, mint az egér, a tudomány oltárán. Fájdalom nélkül. A kutató ugyanis nagyon vigyáz rá, életében és halálában is. Nem azért, mert olyan nagyon szereti az egeret, hanem, mert szereti a kísérletét; azzal pedig tisztában van, hogy megbízható eredményt csak akkor kaphat, ha nem okoz fájdalmat, az állat hiánytalanul jól érzi magát. Ezt sugallják az „állatvédelmi szabályzók (*Munkaügyi Közlöny*, 1998) (XXVIII. törvény/1998 etc.)” is, mindenütt a világon: a fájdalom-okozás fékezésére, nem pedig a céltenyésztett állatok föláldozásának megakadályozására szolgálnak. Egy-két egeret persze lehet szeretgélgni, de ezret...? Vagyis az egér életének vége a halál, nem akármilyen, hanem a szelíd halál, mondhatnók eutanázia. Vajon nekem sikerül-e majd fájdalommentesen kimúlni?

Milyen tehát az egér élete? Tisztességes munkahelyen, steril alomanyagban, steril takarmányon, csíraszűrt levegővel, klimatizált állatházban él, s nincs más dolga, mint élni, növekedni, szaporodni, társaival játszani. Mindezt a jót azért élvezheti, mert fontos lény a kutató számára. Mérőeszköz, élő műszer, és pedig sokkal érzékenyebb műszer, mint a kémiai, fizikai mérőeszközök (amikre ugyebár nagyon is vigyázunk).

Föl keil tennem a kérdést: Mi a haszna az állattenyésztőnek a laborállat-tudományból? Miért kell, miért muszáj a kísérlethez ideális körülményeket teremteni, sokkal-sokkal jobbakat, mint a haszonállatoknak (vajh' mennyivel jobbak lennének az eredmények, ha a gazdasági állatok is ilyen körülmények között termelhetnének?). Olyan körülményeket, melyek messze túlnőnek azon a követelményen, hogy ne okozzunk fájdalmat a kísérleti állatnak.

Miért? Azért, mert kísérletet végzünk velük, rajtuk. Kísérletet, melynek legfőbb elve a „*ceteris paribus*”, vagyis „egyébként azonos”. Azt könnyű elképzelni (bár ezt sem könnyű megvalósítani!), hogy a kísérleti és a kontroll csoport kö-

zött semmi más eltérés ne legyen, mint a kísérleti beavatkozás. De vajon egyébként azonos lesz-e az a kísérlet amit Budapesten és amit Debrecenben végeznek, azonos lesz-e az, amit Nottinghamban és Rigában csinálnak? Össze lehet-e vetni az eltérő helyen, eltérő módszerrel végzett vizsgálatokat? A válasz egyértelmű: nem. Pedig a 3R szabály (*Russel és Burch*, 1959) egyik követelménye a *Reduction*, vagyis az, hogy olyan kevés állatot használjunk a kísérletben, amilyen keveset csak lehet. (A megfogalmazás döbbenetesen hasonló ahhoz, mintha azt mondanák, hogy a sertések érdekében együnk olyan kevés disznóhúst, amilyen keveset csak lehet.) A redukálás szándékában persze a főleges állatfőhasználás elkerülése rejlik, az, hogy ne folyjék párhuzamos vizsgálat az ország, vagy a világ különböző pontjain; az egyik kutatóintézetben végzett vizsgálat olyan megbízható legyen, hogy más helyen, más társaságnak észébe se jusson a kísérletet megismételni.

Meg fognak kövezni a kutatók, ha megválaszolom a kérdést: mi a kísérlet? „A kísérleti állat eszköz a kezünkben, és nem magának az állatnak a természetére vagyunk kíváncsiak, hanem ettől függetlenül a kiváltott hatásra”... „Bármely állat lehet kísérleti állat, amelyet az állaton kívül eső célra használunk...” (*Kállai*, 1975) Ebből az is következik, hogy a kísérlet eredményét át lehet vinni más állatra, vagy az emberre is. A kísérlet alanya lehet a *kísérleti állat* — bármely állat, amit kísérletben használunk, — vagy *laborállat*, melyet csakis kísérleti célra tenyésztnek. Mondjunk rá példát: Fél évszázada kezdtük az ÁKI-ban a B₁₂-vitamin kísérleteket (*Kállai és Kralovánszky*, 1953), amikor e vitaminnal még alig tudtunk valamit. A kísérletek természetesen patkányokon kezdődtek, ez ma már tankönyvi tétel, élő gyakorlat, és az eredmények minden fajra érvényesek.

Bizonyítanunk keil, hogy vajon szükségük van-e egéren végzett kísérletek-re a haszonállat-tenyésztőknek. Vegyük sorra:

A *táplálkozási* kísérletek túlnyomó többségének és számos élettani munkának alanya a patkány, a fehérpatkány. Most (még) ne vizsgáljuk, hogy milyen genetikai háttere legyen az állatnak a teljes értékű összehasonlítás érdekében. Ha úgy tetszik, etethetjük a patkányt szintetikus táppal, hiszen valamennyi állatfaj között a patkány táplálóanyag-szükségletét ismerjük a legjobban. Az eredmény elbírálása gyakorta a súlygyarapodás alapján történik, — miként a sertésnél, — ám patkányon könnyen-gyorsan végrehajthatók a szaporodáson, az élettartamon, netán a daganat-képződésen mérhető eredmények is, amelyek sertésen nehezen vagy nem végezhetőek el. A tengerimalac vagy a nyúl, mint pszeudorumináns, sok esetben remekül helyettesíti a kérődzőt vagy a lovat; s mennyivel gazdaságosabb nyulat vizsgálni, mint lovat! A baromfit nemigen váltjuk ki más fajjal, a madáron végzett munkák többsége magán a célállatfajon folyik.

Igen sokatmondóak lehetnének a *higiéniai* feltételekre vonatkozó elvek és eredmények. Gondoljunk csak a kórokozómentes baromfi-, de főként a sertéstartás terén végzett próbálkozásokra. Az egér és patkány kórokozómentes tartása azonban napi rutin, hazánkban is, ami a nagyállatokon dolgozó kutatók és tenyésztők számára merő vágyálom. Az nem valósítható meg, hogy a kísérleti és a kontrollcsoport állatai egyformán legyenek „fertőzve”, az azonban igen, hogy egyformán legyenek kórokozó-mentesek; ezt nevezik SPF-nek (*specified pathogen free*), magyarul „specifikált kórokozóktól mentesnek”, hibásan specifi-

kus kórokozó-mentesnek. A modell itt maga az „állatház”, ahogy mi hívjuk az laboratóriumi rágcsálók otthonát.

Az SPF állattartás számos részkérdésből tevődik össze: építési és szilipelési kérdések, légszűrés és klimatizálás, a takarmány és az alomanyag sterilizáció (vitaminok megmaradása), a dolgozók átöltöztetése és fegyelmezett viselkedése. És a megelőzés mellett az állandó egészségügyi monitorozás, a szentinel egértől a 15–20-féle vírus vizsgálatára főkészült — hazánkban hiányos — immunológiai laboratóriumig. Az SPF-szint fönntartása a fejlett országokban épp olyan természetes, mint amennyire kivételes itthon.

Most jön a legszebb példa: a *genetika*. Nem kell bizonyítani, hogy valamennyi állatfaj között az egér genomját ismerik a legjobban, — beleértve a HUGO program révén rohamosan fölzárkózó emberi fajt is. Csakhogy az egéren számos molekuláris genetikai beavatkozást lehet végrehajtani, amit emberen nem; hiába az ember a végső cél. A GMO (*genetically modified organism*) legszebb példái a transzgenikus egerek; több száz egértörzs létezik, melyen a kísérletek érdekében genetikai módosítást hajtottak végre. A végső cél itt is a gazdasági állat, vagy az ember, előbb azonban mindig, minden genetikai módosítás, modell szervezeten, egységen, petén, egéren megy keresztül. Az ember genomjának ismerete közelében vannak a génmódosítás és géndiagnosztika terén a nagyállatok. Számos öröklődő betegség és annál is több hajlam genetikai alapját ismerjük. A negatív genetikai háttér (kórok és kórokozók) megismerésén túl az állattenyésztés a MAS (markerre alapozott szelekció) útján lassanként eljut a pozitív, a termelő tulajdonságok fölméréséig és hasznosításáig.

Mi a helyzet a szaporítás-genetikával? Első az egér. Gyors, kicsi, olcsó (jóllehet van olyan génmódosított egér, melynek darabja ma 40 000,- Ft). A *szaporodás-biológiai* kutatások alapja mindig és mindenhol az egér, és még nem szóltunk a génbankokról, melyek legfőbb letéteményese a számos beltenyésztett (*inbred*) egértörzs; a kültenyésztés (*outbreeding*) módszertanának alanya szintén az egér. Ez lehetne a modellje a kis országban, szűk körben végzett tenyésztői munkának, ha figyelnének ránk a nagyállat-tenyésztők.

Sokan mosolyogni fognak, amikor azt állítom, hogy az egér egy kis méretű nagyállat. Nagyüzemi tenyésztése a (nagyállat) tenyésztés példája. Csak a számviteliek vannak bajban, mert az ide vonatkozó rendelet előírja a korosbítást, a megszületéstől a tenyészeretté váláson át a selejtezésig. Az egér élettartama azonban olyan rövid, hogy ezen belül a korosbítás ciklusait a könyvelés nem tudja követni. Tehát: vagy az egér életkorát kell 4–8 évre hosszabbítani, vagy a rendeletet kell az élő modellnek megfelelően módosítani. Ennyit most az *egérüzem-tanról*.

Az Állattenyésztés és Takarmányozás folyóiratot nem az egerészek, hanem a haszonállat-, sőt döntően a gazdaságiállat-tenyésztők olvassák. Nekik írtam ezt a jegyzetet, nem az egerészeknek. Utóbbiak számára írtam egy 400 oldalas könyvecskét, ebből valók a fenti gondolatok (*Kállai, 2001*). A könyv kiadatlan.

IRODALOM

- Magyar Közlöny*(1998): 1998. évi XXVIII. törvény az állatok védelméről és kíméletéről. 28. 2407–1414.
- Russet, W.M.S. – Burch, R.L.*(1959): The principles of humane experimental technique. London, Methouen
- Kállai, L.*(1975): A laboratóriumi állat-tenyésztés és -felhasználás új útjai, II. Biológiai modellezés ökológiája, in: *Csaba Gy.*: A biológia aktuális problémái. Medicina Könyvkiadó, 2. kötet, 109–153.
- Kállai, L. – Kralovánszky, U.P.*(1953): Kobalamintartalmú készítmény az állatok táplálásában. Állattenyésztés, 4. 339–354.
- Kállai, L.*(1999): Laboratóriumi Állatok (kiadatlan könyv-kézirat)
- van Zutphen, L.F.M. – Baumans, V. – Beynen, A.C.*(1993): Principles of Laboratory Animals Science, ELSEVIER, Amsterdam

Utóirat

Kállai L.: Egértan.

(A laboratóriumi állatok tartása, tenyésztése és alapvető kísérleti technikái)

Kivonatott tartalomjegyzék:

1. Törvény: nemzetközi és hazai szabályozás, kísérletek engedélyezése
2. Választék: az állatfaj megválasztása és alternatívái
3. Technika: az állatház és berendezése
4. Higiénia: fertőtlenítés és csíráatlanítás, zsílipelés, személyi higiénia
5. Kórtan: fertőző betegségek, monitorozás, gyógyszeres kezelés
6. Táplálás: alapanyagok, takarmányhibák, keverékek
7. Átöröklés: DNS-polimorfizmus, izogén és anizogén tenyészetek
8. Tenyésztés: technológia, genetikai ellenőrzés, kereskedelmi tenyészetek
9. Szervezés: tenyészetek és kísérletek méretezése, műszaki szervezés
10. Kezelés: kezelés, fájdalommentesítés, eutanázia
11. Kísérlet: a kísérlet méretezése, átszámítások, publikálás
12. Szó-szó: szöfejtő, laborállat szervezetek, könyv-folyóirat-Internet.

Terjedelme: 480 oldal

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 cíllal ismertet disszertációkat, beszámolókat tudományos rendezvényekről, összefoglalókat az egyetemek és a kutatóintézetek kiadványaiból. A cikkeket magyar vagy angol nyelven, az összefoglalókat, a táblázatokat és az ábraszövegeket mindkét nyelven közli.

A kéziratokat három példányban, nem szerkesztett változatban, írógéppel, vagy nyomtatóval jól olvashatóan leírva kell a szerkesztőség címére megküldeni. A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektoráltatja, és amennyiben szükséges (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 két kinyomtatott példányban kell a szerkesztőség címére beküldeni. A közlés költségmentes, az első szerző 50 különlenyomatot kap.

Felvilágosítás a közléssel kapcsolatban, a szerkesztőségben:

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

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

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

GUIDE FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

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

Szerkesztő (Editor): REGIUSNÉ MŐCSÉNYI Ágnes (Herceghalom)

A szerkesztőség tanácsadó testülete (Editorial advisory board):

Elnök (President): BODÓ Imre

BREM, G. (Ausztria)	BALTAY Mihály (Budapest)	MARTON István (Budapest)
HABE, F. (Szlovénia)	DEMETER János (Budapest)	MÉZES Miklós (Gödöllő)
HAN, In K. (Korea)	DOHY János (Budapest)	MIHÓK Sándor (Debrecen)
HODGES, J. (Ausztria)	FÉSŰS László (Herceghalom)	RAFAI Pál (Budapest)
JUST, A. (Dánia)	HORN Artúr (Budapest)	SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)
KRÁUSSLICH, H. (Németország)	HORN Péter (Kaposvár)	SZABÓ Ferenc (Keszthely)
MARTIN, T.G. (USA)	INCZE Kálmán (Budapest)	SZAKÁLY Sándor (Pécs)
VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)	KÁRPÁTI József (Kaposvár)	SZALAY István (Gödöllő)
	KESERŰ János (Budapest)	VERESS László (Debrecen)
	KOVÁCS József (Keszthely)	

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

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Research Institute for Animal Breeding
2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.
T/F: (36) 23-319-133 E-mail: szerk@atk.hu <http://www.atk.hu>

Felelős kiadó (Publisher): FÉSŰS László, főigazgató
HU ISSN: 0230 1814

A lap a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata
This is a scientific bimonthly journal of the Ministry of Agriculture and Regional Development
A kiadást támogatja: Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium
(Sponsored by)

Megjelenik évente hatszor

Előfizetési díj: 1 évre 3000,- Ft (2679,- Ft + 12% ÁFA)

Kiadja és terjeszti Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással az MNB 10032000-01740802 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 (11/21.)
A nyomda felelős vezetője: Kurucz István