

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS MŰSZAKI TUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATTENYÉSZTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

Dr. Kovács András
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Bodó Imre
egyetemi tanár, az MTA doktora

és

Dr. Béri Béla
egyetemi docens, CSc

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**SZARV- ÉS SZŐRSZÍNVÁLTOZATOK A MAGYAR SZÜRKE
SZARVASMARHAFAJTÁBAN**

Készítette:

Radácsi Andrea
doktorjelölt

Debrecen
2008

I. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Az elmúlt évtizedek jelentős népességnövekedése nagy termelőképeségű világfajták elterjedését vonta maga után. A tömegáru-termelés háttérbe szorította a hagyományos értékekkel bíró régi háziállatfajtákat, aminek eredményeként az állati génkészlet variabilitása jelentősen beszűkült.

Magyarország a világon az elsők között ismerte fel a géntartalék-védelem fontosságát és tett lépéseket a kipusztulással fenyegetett magyar fajták megmentése érdekében. A géntartalékok megőrzésében a legfontosabb a fajtajelleg fenntartása úgy, hogy a fajtára jellemző változatosság megmaradjon, ennek érdekében pedig olyan tulajdonságokat is fenn kell tartanunk, melyeknek pillanatnyilag nincs gazdasági jelentőségük. A fajtajelleget kialakító kvalitatív tulajdonságok vizsgálata és értékelése a más fajtáktól, jelen esetben a magyar szürkemarha legközelebbi rokonfajtájának tartott maremmana fajtától, való elkülöníthetőség szempontjából is kiemelkedő fontosságú.

A magyar szürkemarha fenotípusos és genetikai tulajdonságait régóta kutatják, mégis számos összefüggés még tisztázásra szorul. A fajta küllemileg nem egyöntetű, a különböző tartási-takarmányozási viszonyok és a vidékenként más és más tenyésztői ízlések eltérő típusokat hoztak létre a fajtában. Ezeket a típusokat, illetve a fajtában fellelhető igen változatos szarv-és szőrszíneződéseket mindenképpen feladatunk megőrizni.

A fajta legjellegzetesebb tulajdonsága a hosszú szarv, mely mind alakulásában, mind színében nagy változatosságot mutat. A szőrzet színeződése szintén a fajtajelleg formálásában fontos tulajdonság, mely a fajták kialakításában és szelekciójában nagy szerepet játszott. Kvalitatív jellegük miatt azonban e tulajdonságokra kevesebb figyelem irányul. A szarv-és a szőrszín öröklődésének megismerése elősegítheti a fajta történetének megértését, demográfiai és genetikai jellemzését.

A szőrszínváltozatok bírálata, a szubjektív megítélésből eredően hibalehetőségeket rejt magában. A technika fejlődésével azonban lehetővé vált a kategoriális tulajdonságok objektív módon való mérése. A szőrszín mérése jelen esetben egy nemzetközileg is

elfogadott színmérési módszerrel, a három koordinátát megjelenítő kromaméterrel történt, mely segítségével a szín intenzitása és telítettsége egyaránt mérhető.

Napjainkban jelentős kutatói törekvés irányul a különböző állatfajokra jellemző szőrszínváltozatok genetikai hátterének megismerésére. A szarvasmarhafajták szőrszínének kialakításáért felelős génekről – a többi állatfajhoz képest – még viszonylag keveset tudunk. A molekuláris genetikai ismeretek és az objektív méréseken alapuló eredmények ötvözésével még pontosabb képet kaphatunk a kültakaró színeződésével kapcsolatban. A szőrszín kialakításában szerepet játszó gének és polimorfizmusaik vizsgálata ezenkívül lehetőséget teremt olyan molekuláris genetikai tesztek kidolgozására, mellyel az állati termékek fajtaazonosságának vizsgálata és eredetvédelme egyszerűbbé válik.

II. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

Célkitűzéseim között olyan kutatások kivitelezése szerepel, melyek segítségével felmérhető a magyar szürke szarvasmarha szarvának és kültakarójának színét jellemző nagy fenotípusos változatosság. A vizsgálatok négy fő területe az alábbiakban foglalható össze:

1. A magyar szürke szarvasmarhafajtára jellemző szarvszíneződések vizsgálata:

- a három fő szarvszín (fehér, kártyás, zöld), valamint a kártyás szarvszínen belül elkülöníthető színváltozatok arányának meghatározása a különböző ivarokban, korcsoportokban, valamint a bikavonalak és tehéncsaládok esetében
- a szarv kormoltságának vizsgálata
- a szarv színe és kormoltságának mértéke közötti összefüggések elemzése

2. A magyar szürke szarvasmarhafajtára jellemző szőrszíneződések felmérése:

- az újszülött borjakra jellemző szőrszínváltozatok arányának meghatározása

- vannak-e műszerrel (az alkalmazott kromaméterrel) is kimutatható különbségek a magyar szürke borjak piróknak nevezett vöröses és más vörös színű fajta borjainak szőrszíne között
- a kifejlett állatokra jellemző szőrszínváltozatok arányának meghatározása
- a szubjektív színbírálat és az objektív színmérés közötti kapcsolat elemzése
- az ivar és az évszak szőrszín befolyásoló hatásának vizsgálata
- a különböző bikavonalak és tehéncsaládok esetében legnagyobb arányban előforduló szőrszínváltozatok meghatározása

3. A vizsgált minőségi tulajdonságok közötti kapcsolat elemzése

- a születéskori szőrszín és a kifejlettkori szőrszín, valamint
- a szarvszín és a kifejlettkori szőrszín közötti összefüggések vizsgálata

4. Magyar szürkemarha húsból készült termékek fajtaazonosságának vizsgálata a melanocortin-1 receptor gén polimorfizmusai alapján

- néhány Magyarországon is tenyésztett szarvasmarhafajta MC1R genotípusainak meghatározása
- néhány marhahúsból készült termék és nyers marhahús minták fajtaazonosságának vizsgálata

III. A KUTATÁS MÓDSZEREI

Kutatómunkánkat a Hortobágyi Természetvédelmi és Génmegőrző Közhasznú Társaság magyar szürke szarvasmarha állományában végeztük. Vizsgálatainkban újszülött borjak, vemhes üszők, tehenek, tenyészbikák és tinók szerepeltek.

1. Szarvszín vizsgálatok

A fajtára jellemző szarvszínváltozatok arányának meghatározásához az adatfelvétel során egy szubjektív mérési módszert alkalmaztunk. Ennek módja a következő volt: az egyedekről digitális fényképet készítettünk, feljegyeztük az ENAR számukat, meghatároztuk a szarv színét, kormoltságának mértékét, majd az adatokat számítógéppel dolgoztuk fel. A fényképeket Olympus C500 típusú digitális fényképezőgéppel készítettük, 2560x1920 felbontásban. A vizsgálatokban összesen 670 egyed szerepelt, az *1. táblázatban* látható bontásban.

1. táblázat:

A szarvszín vizsgálatokba vont állatok száma

	Egyedszám(n)
Hímivar	181
Nőivar (ebből vemhes üsző)	431 (180)
Tinó	58
Összesen	670

A vizsgált 181 hímivarú egyed közül az 1997-2003 között született tenyészbikák (115 egyed) szarvszínének megállapításához a bikakatalógusok fényképeit használtuk fel.

A szarv kormoltságának vizsgálatakor szabályosan kormoltnak tekintettük azokat a szarvakat, ahol a szarvhossz egyharmadáig húzódott le a fekete szín. Az ettől rövidebb fekete színnel rendelkező szarvakat fehér szarv esetében magasan meszeltnek, kártyás és zöld szarv esetében pedig sekélyen kormoltnak neveztük. Mélyen kormoltnak ítéltük azt a szarvat, ahol a fekete szín a szarvhossz egyharmadánál mélyebben húzódott le.

A különböző szarvszínváltozatok megoszlásának vizsgálatához χ^2 -próbát (homogenitás- és függetlenségvizsgálatot) végeztünk.

2. Szőrszín vizsgálatok

A szőrszínváltozatok objektív módon történő meghatározása Minolta Chromameter CR-410 típusú műszerrel történt. A műszer a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) által 1976-ban kidolgozott $L^*a^*b^*$ színrendszer alkalmazásával képes az objektív módon történő színmeghatározásra. Az L^* (világossági) érték a szín intenzitását mutatja egy 0-tól 100-ig terjedő skálán, ahol az alacsonyabb értékek a sötétebb színt jelölik. Az a^* érték (+60-tól -60-ig terjedő skálán) a szín vörös-zöld, a b^* érték (szintén egy +60-tól -60-ig terjedő skálán) pedig a szín sárga-kék összetevőire vonatkozóan szolgáltat információt. A pozitív értékek mindkét színérték esetében a szín intenzitását jelzik. A három érték (L^* , a^* , b^*) együtt határozza meg adott szín helyét a 3D színrendszerben.

Borjak mérése

2006, 2007. január-április időszakokban összesen 303 magyar szürke borjú mérésére került sor, az alábbi bontásban: 2006 évben 181, 2007 évben: 122 vegyes ivarú borjú. A szintén vegyes ivarú limousin borjak mérése 2006. novemberében történt a Tedej Zrt. telepén. A borjak színét a test bal oldalán 4 ponton mértük.

Felnőtt állatok mérése

A felnőtt állatok mérése (2. táblázat) mindig valamilyen tömegmunkához (oltás, krotália-ellenőrzés) kapcsolódóan történt 2005-2007 években több alkalommal, így lehetőségünk volt a téli és a nyári szőrzet mérésére és összehasonlítására is.

2. táblázat:

A vizsgálatok során mért magyar szürke egyedek száma

	Egyedszám (n)
Hímivar	61
Nőivar	684
Tinók	183
Összesen	928

Az állatok színét a test bal oldalán mértük három ponton: nyak-lapocka, a test oldalsó része és a comb-far rész. A három mérési terület kijelölésének oka, hogy a test elülső, illetve hátulsó része általában sötétebb. Mérési területenként 3-4 mérést végeztünk.

Diszkriminancia analízist végeztünk az objektív mérés és a szubjektív színosztályozás közötti statisztikai összefüggések vizsgálatához. A statisztikai értékelés során STEPDISC, DISCRIM, CLUSTER és TREE műveleteket alkalmaztunk (SAS Institute, Cary, 1999). Lépcsőzetes diszkriminancia analízis segítségével meghatároztuk, hogy mely színértékek (L*a*b*) a legfontosabbak a színváltozatok elkülönítésében. Az egyes színváltozatok színértékei (L*a*b*) között fennálló összefüggések kimutatására egytényezős variancianalízist és kétmintás t-próbát alkalmaztunk. A születéskori és a kifejelettkori szőrszín, valamint a szarvszín és a szőrszín közötti összefüggések vizsgálata χ^2 -próbával történt.

3. Az MC1R gén polimorfizmusainak vizsgálata különböző szarvasmarha fajtákban

Vizsgálatainkat vér-és szőrmintákból, valamint a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ (MgSZH) laboratóriumától kapott tisztított DNS mintákkal végeztük (3. táblázat). A termékek eredetvédelmének vizsgálatához különböző feldolgozott hústermékeket (kolbászt, szalámit, párizsit) és nyers marhahúst használtunk.

3. táblázat:

A vizsgálatban szereplő fajták, egyedszámok és a minták származási helye

Fajta	Egyedszám (n)	Minta	Minta származási helye
magyar szürke	240, 54	vér, szőr	Hortobágy, Fertő-Hanság
	14	tisztított DNS	MgSZH Labor
magyar tarka	60	vér, szőr	Derecske
	14	tisztított DNS	MgSZH Labor
charolais	17	szőr	Léh
limousin	10	szőr	Hajdúszoboszló
aberdeen angus (vörös színváltozat)	4	szőr	Adony
	30	tisztított DNS	MgSZH Labor
aberdeen angus (fekete színváltozat)	16	szőr	Adony
	16	tisztított DNS	MgSZH Labor
holstein-fríz	40	vér	Hód-Mezőgazda Zrt., Pély-Tiszatáj Agrár Rt., Nagykun Mg.Rt., Narivo Állattenyésztő és Növénytermesztő Kft.
	19	tisztított DNS	MgSZH Labor

A genomi DNS kinyerése a vérmintákból ZSOLNAI – ORBÁN (1999), a szőrmintákból a FAO/IAEA (2004) módszerével történt. A nyers marhahúsból és a

feldolgozott marhahús termékekből a genomi DNS-t E.Z.N.A. Tissue DNS Kit (Omega Bio-Tek., USA) segítségével nyertük ki a gyártó útmutatásai alapján.

PCR-RFLP kondíciói

A PCR reakcióhoz szükséges vegyszerek:

- desztillált víz
- 0,2 mM dNTP mix (dATP, dCTP, dGTP, dTTP) (Pharmacia Biotech, USA)
- GoTaq Flexi DNA Polymerase (5u/μl) (Promega, Medison, USA)
- 5x puffer (Promega, Medison, USA)
- 25 mM MgCl₂ (Promega, Medison, USA)
- M1 primer (10 pmol/μl) (Invitrogen Corporation, California, USA)
- M2 primer (10 pmol/μl) (Invitrogen Corporation, California, USA)
- genomi DNS (50-100 ng/μl)

Az alkalmazott primerek szekvenciája:

M1 (forward) (CREPALDI és mtsai, 2003)	5' AAG AAC CGC AAC CTG CAC T 3'
M2 (reverse) (CREPALDI és mtsai, 2003)	5' GCT ATG AAG AGG CCA ACG AG 3'

PCR kondíciók

95°C 2 perc (kezdő denaturáció)

95°C 30 másodperc (denaturáció)

61°C 30 másodperc (primerek feltapadása)

72°C 30 másodperc (elongáció)

72°C 5 perc (záró szakasz)

10°C ∞ (hűtés)

} 35 ciklus

A PCR reakciókhoz GeneAmp PCR Sytem 9700 (Applied Biosystems) típusú PCR készüléket használtunk. A vegyszerek bemérése steril fülke alatt történt. Először a PCR elegyet mértük össze, majd 18 μl PCR elegyhez 2 μl genomiális DNS –t adagoltunk.

A PCR eredményeként egy 401 bp hosszúságú terméket kaptunk, mely a restriktions enzimek felismerő helyét tartalmazza. A PCR-termék emésztése MspI és MspAII restriktions enzimekkel (10 u/μl) (Promega, Medison, USA) történt. 7 μl PCR-termékhez

3 µl mixet (0,5 µl restriktációs enzim; 1 µl puffer; 1,4 µl dH₂O; 0,1 µl BSA) adagoltunk, majd 37°C-os vízfürdőbe helyeztük. Az emésztés 3 órán keresztül zajlott. Ezt követően a mintákat 2%-os agaróz gélen futtattuk, Biocenter PSE gélfuttató kádban. A minták festése ethidium-bromiddal történt, így a különböző fragmentumok UV fényben láthatóvá válnak. Az elektroforézis körülményei: 11,25 V/cm.

IV. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

1. Szarvszín vizsgálatok

A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a magyar szürke szarvasmarhafajta szarvszíneződéseire igen nagy mértékű változatosság jellemző. E változatosságon belül három fő szarvszín különíthető el: a fehér, a zöld és a kettő kombinációjából adódó kártyás szarvszín, melyek megegyeznek a BODÓ és mtsai (2002) által leírtakkal.

4. táblázat:

A vizsgált tehén-, bika- és tinóállományok szarvszíneződéseinek megoszlása

	Fehér		Kártyás		Zöld		
	Σn	n	%	n	%	n	%
Hímivar	181	112	61,88	46	25,41	23	12,71
Nőivar	431	256	59,40	138	32,02	37	8,58
Tinó	58	33	56,89	23	39,66	2	3,45
Összesen	670	401	59,85	207	30,90	62	9,25

A 670 vizsgálatba vont egyed eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a magyar szürke szarvasmarhafajtában leggyakrabban (közel 60%) fehér szarvú egyedeket találunk (4. táblázat). A fajta egyik legjellegzetesebb tulajdonságának számító zöld színű szarv a vizsgált állomány alig több mint 9%-ára jellemző, míg a két szín keverékéből adódó kártyás szarvak aránya körülbelül 30%.

A homogenitásvizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a három fő szarvszín (fehér, kártyás, zöld) megoszlását tekintve nincs szignifikáns különbség ($P > 0,05$) a vizsgált tehén és bika (kritikus χ^2 -érték: 5,991; a minta alapján számított χ^2 -érték: 3,042), valamint a tehén és tinó állományok (kritikus χ^2 -érték: 5,991; a minta alapján számított χ^2 -érték: 2,648) között. Ugyanakkor a vizsgált bika és tinóállományok

szarvszíneződéseinek megoszlása nem tekinthető azonosnak ($P < 0,05$). (Kritikus χ^2 -érték: 5,991; a minta alapján számított χ^2 -érték: 6,259).

A fajtában átmeneti szarvszínek is megkülönböztethetők. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a kártyás szarvszíneződésen belül négy színváltozat különíthető el a fehér szín aránya alapján: ezek a fehér, alig kártyás (FAK); a kártyás sok fehérrel (KSF)); a kártyás kevés fehérrel (KKF); és a zöld, alig kártyás színváltozat (ZAK).

Mivel a katalógusba került fiatal bikáknál e színváltozatok elkülönítése a szarv nem megfelelő mértékű letisztultsága miatt igen nehéz, ezért ettől a vizsgálatok során eltekintettünk. A tinó és a nőivarú állományok adatait összesítve azt tapasztaltuk, hogy legnagyobb arányban (közel 70%-ban) a több-kevesebb fehér színnel rendelkező kártyás szarvak (KSF, KKF) fordulnak elő, míg a másik két színváltozat (melyekben az alapszín mellett csak minimális „idegen” szín található, ezek a FAK és a ZAK) aránya jóval alacsonyabb (5. táblázat). Ezen belül is legritkábban (6,21%) a ZAK szarvú egyedek találhatók meg a vizsgált állományokban.

5. táblázat:

A kártyás színváltozatok aránya a vizsgált populációban				
Színváltozat	Nőivar	Tinók	Összesen	Százalékos arány
FAK	35	7	42	26,09%
KSF	54	6	60	37,27%
KKF	40	9	49	30,43%
ZAK	9	1	10	6,21%
Összesen	138	23	161	100%

FAK: fehér, alig kártyás; KSF: kártyás sok fehérrel; KKF: kártyás kevés fehérrel; ZAK: zöld, alig kártyás

A χ^2 -próba eredménye alapján a kártyás szarvszínen belül elkülönített négy további színváltozat megoszlása nem különbözik szignifikánsan ($P > 0,05$) a vizsgált nőivarú- és tinóállományban. (Kritikus χ^2 -érték: 11,345; a minta alapján számított χ^2 -érték: 1,907).

Vizsgáltuk a kormoltság mértékének megoszlását mindhárom szarvszín esetében. A vizsgált populációra vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy mindhárom szarvszín esetében a szabályostól sekélyebben kormolt szarvhegyek előfordulása volt a leggyakoribb és a szabályosan kormoltaké a legritkább (6. táblázat).

Az elvégzett függetlenségvizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a szarvszín és a szarv kormoltságának mértéke két, egymástól független tulajdonság ($P > 0,01$). (Kritikus χ^2 -érték: 13,277; a minta alapján számított χ^2 -érték: 6,264). (A bikák és a tinók esetében az alacsony kategóriánkénti elemszám miatt az alábbi elemzés elvégzése nem volt lehetséges).

6. táblázat

Kormoltság mértékének megoszlása szarvszíneződésenként								
Fehér			Kártyás			Zöld		
MM	SZK	MK	SK	SZK	MK	SK	SZK	MK
43,89%	17,96%	38,15%	41,06%	24,16%	34,78%	56,45%	12,90%	30,65%

MM: magasan meszelt, SZK: szabályosan kormolt, MK: mélyen kormolt, SK: sekélyen kormolt

Szarvszíneződések megoszlása a különböző vonalakhoz tartozó bikák esetében

A magyar szürke marha tenyésztésében elsősorban genealógiai vonalakkal dolgoznak, melyek első rendszerezése (1957-ben) Anker Alfonz nevéhez fűződik. Jelenleg 9 genealógiai vonalba (A, B, C, K, M, T, V, S, L) sorolják a tenyészbikákat, melyek az alapító bikák nevének kezdőbetűje alapján különböztethetők meg. (Például a B vonal alapítója a Buckó nevű bika volt, az M vonalé Maros, a V vonalé pedig Vándor). (Az S és L vonalak a Szerbiából behozott állományból származnak, ezeknek azonban még nincsenek tenyészbika utódaik. A K vonal bugaci eredetű, az A pedig a hortobágyi T vonalból szakadt le).

7. táblázat:

Különböző vonalú bikák szarvszíneződéseinek megoszlása

Bikavonalak	Szarvszíneződések		
	Fehér % (n)	Kártyás % (n)	Zöld % (n)
B	59,09 (13)	18,18 (4)	22,73 (5)
C	73,53 (25)	11,76 (4)	14,71 (5)
M	60,00 (18)	23,33 (7)	16,67 (5)
T	69,56 (16)	26,09 (6)	4,35 (1)
V	76,00 (19)	12,00 (3)	12,00 (3)

A homogenitásvizsgálat eredményei megerősítették feltevésünket, miszerint a vizsgált bikavonalak szarvszíneződéseiket tekintve nem különböznek egymástól (7. táblázat) ($P < 0,01$). (A kritikus χ^2 -érték minden esetben 9,210 volt, míg a minta alapján számított χ^2 -értékek az alábbi bikavonalak között: B-V: 0,792; B-M: 0,242; B-T: 3,358; B-C:

1,272; C-V: 0,078; M-T: 1,746; C-M: 0,039; C-T: 1,399; és M-V: 0,963). Eredményeink alátámasztják BODÓ és mtsai (2002), valamint MOLNÁRNÉ és mtsai (2006) mikroszatellit vizsgálatokon alapuló megállapításait, miszerint a magyar szürke marha genealógiai vonalainak jellemző tulajdonságaik nincsenek és nincs közöttük jelentős különbség.

2. Szórszín vizsgálatok

Az újszülött borjak színe

A magyar szürke szarvasmarha a podóliai fajtacsoport tagja, melynek jellegzetes tulajdonsága, hogy a borjak vöröses, ún. pirók színnel születnek és néhány hónapos korukra szürkülnek ki. Amikor még csak néhány magyar szürke tenyészet működött kiváló gulyásokkal, öt borjú születési színt különböztettek meg (igen világos, világos, világos pirók, pirók, sötét pirók) (BODÓ és mtsai, 2002). A mai helyzetben ez már nehezen kivitelezhető és ezért nem is indokolt beosztás. A dolgozat ezért az alábbi három fokozattal foglalkozik: pirók, világos pirók és sötét pirók.

A vizsgált magyar szürke borjúállomány (n=303) 48,52%-ára volt jellemző a pirók szórszín. Az ettől világosabb, illetve sötétebb színváltozat aránya 29,04%, illetve 22,44%.

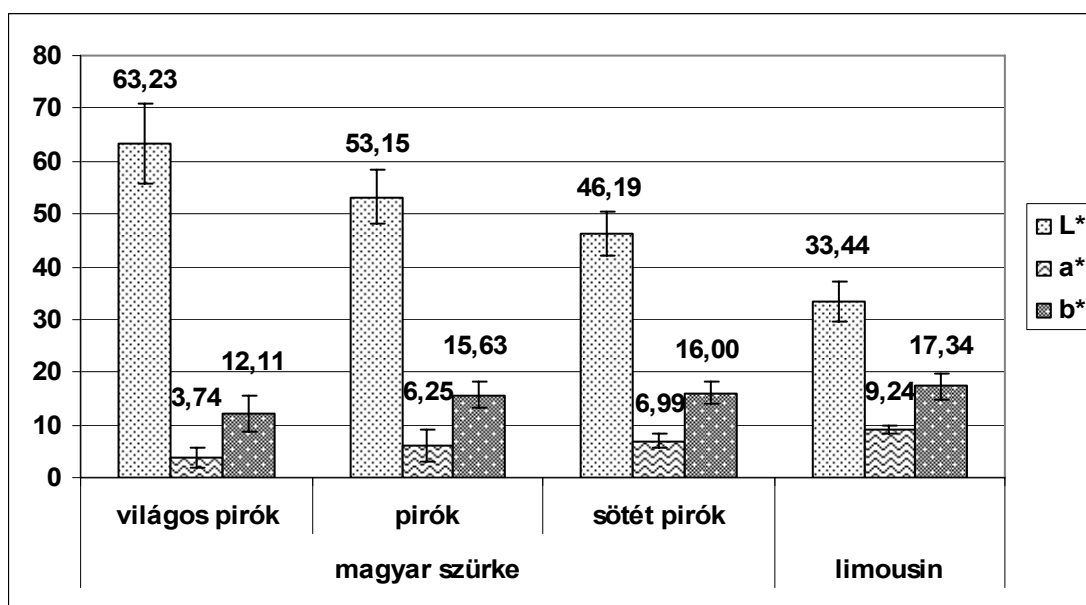
A 8. táblázat a három színváltozat $L^*a^*b^*$ értékeit ismerteti. A leginkább pigmentált sötét pirók színváltozat esetében figyelhető meg a legalacsonyabb átlagos L^* érték (jelezvén a sötétebb színt), illetve a legmagasabb átlagos a^* és b^* értékek, melyek szintén az intenzívebb színárnyalatra utalnak. A legkevésbé pigmentált világos pirók színváltozatot pedig a legmagasabb átlagos L^* érték és a legalacsonyabb átlagos a^* és b^* értékek jellemzik.

A három színváltozat $L^*a^*b^*$ értékei között minden esetben szignifikáns különbség mutatkozott ($P < 0,05$), kivéve a sötét pirók és pirók színváltozatok b^* értékeit.

Magyar szürke borjak színváltozatainak L*a*b* értékei		Min.	Max.	Átlag±Szórás	
világos pirók	n=88	L*	42,12	84,58	63,23±7,63 ^A
		a*	0,02	8,66	3,74±1,76 ^a
		b*	3,71	21,78	12,11±3,32 ^a
pirók	n=147	L*	35,43	69,23	53,15±5,05 ^B
		a*	1,40	7,48	6,25±3,03 ^b
		b*	5,78	24,28	15,63±2,48 ^b
sötét pirók	n=68	L*	33,55	59,58	46,19±4,10 ^C
		a*	2,17	9,96	6,99±1,19 ^c
		b*	8,84	20,99	16,00±2,02 ^b

L* = világosság, a* = színtelítettség vöröstől zöldig, b* = színtelítettség sárgától kékig
^{A,B,C,a,b,c,a,b,c}: az egyes színértékekben való szignifikáns eltérést jelölik (P<0,05).

A vizsgálatok során felmerült a kérdés, van-e műszerrel is mérhető különbség a magyar szürke borjak pirók és más, szintén vörös színű borjak szőrszíne között. Ezért 2006. novemberében limousin borjak mérésére is sor került.



2. ábra: Magyar szürke és limousin borjak születéskori szőrszínének összehasonlítása

L* = világosság, a* = színtelítettség vöröstől zöldig, b* = színtelítettség sárgától kékig

A limousin borjak vörös és a magyar szürke borjak piróknak hívott vöröses szőrszínét vizsgálva (2. ábra) megállapítható hogy az L*a*b* értékek alapján szignifikáns különbség van a két fajta között (P<0,05). A limousin borjak vörös szőrszíne alacsonyabb L*, valamint magasabb a* és b* értékekkel jellemezhető, vagyis sötétebb

és intenzívebb szőrszínről beszélhetünk. A fennálló különbség a magyar szürke borjak mindhárom színváltozata esetében igaz.

A felnőtt állatokra jellemző színváltozatok

A magyar szürke szarvasmarha az ezüstszürkétől a sötét darusínig terjedő színváltozatokban fordul elő (BODÓ és mtsai, 2002). A bikák színe általában változatosabb, mint a teheneké, de azok sem teljesen egyszínűek.

A műszeres színmérés és a szubjektív színosztályozás összefüggései

A nőivarú egyedeket hét színosztályba soroltuk: sötét daru, daru, világos daru, sötét ezüstszürke, szürke, ezüstszürke, világos ezüstszürke. A vizsgálatok során arra voltunk kíváncsiak, hogy az objektív színmérés mennyire támasztja alá a szubjektív színosztályozást. Vizsgáltuk továbbá, hogy a három ponton mért értékek közül melyeknek van szerepük az egyes színváltozatok elkülönítésében. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a színváltozatok elkülönítésében mindhárom mérési terület értékei szerepet játszanak. Legfontosabb diszkrimináló változóknak az L* értékek bizonyultak, azok közül is leginkább a nyak-lapocka mérési területre vonatkozóak. TÓTH (2006) ugyanakkor a különböző lószínek vizsgálatakor azt tapasztalta, hogy a faron mért értékek nem tekinthetők megbízhatónak.

A szubjektív úton történő besorolásról elmondható, hogy körülbelül 65%-os pontossággal határoztuk meg az egyedek valós szőrszínét. A helytelenül csoportosított színváltozatok aránya a 9. táblázatban látható.

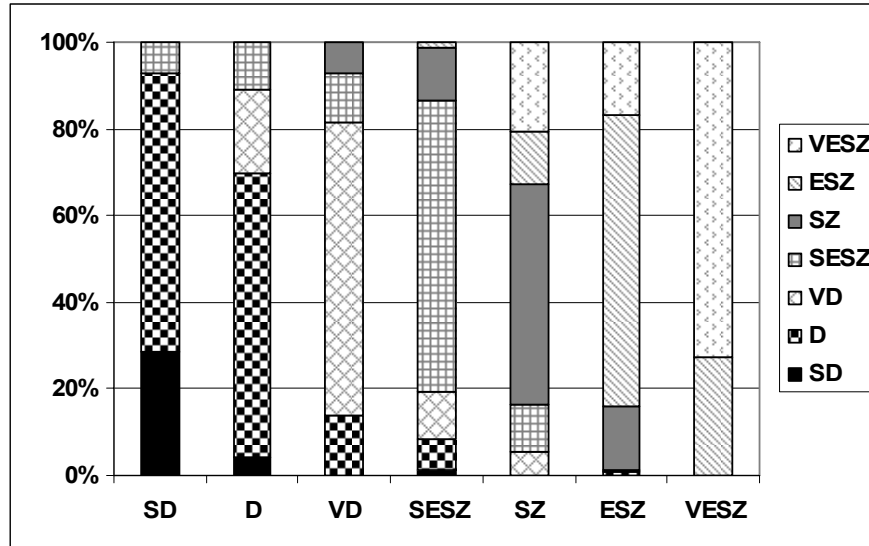
9. táblázat:

A helytelenül csoportosított színváltozatok aránya

	Színváltozatok						
	SD	D	VD	SESZ	SZ	ESZ	VESZ
Előzetes becslés	0,02	0,09	0,05	0,19	0,44	0,16	0,05
Arány	0,71	0,34	0,33	0,33	0,36	0,33	0,27

SD = sötét daru, D = daru, VD = világos daru, SESZ = sötét ezüstszürke, SZ = szürke, ESZ = ezüstszürke, VESZ = világos ezüstszürke

A 3. ábra a program által felállított új klaszterek összetételét mutatja. Például a daru színváltozatba a tehenek 65,75%-át soroltuk be helyesen. A klaszter tartalmaz még 19,18% világos darut, 10,96% sötét ezüstszürkét, és 4,11% sötét darut. Ez is jelzi, hogy szubjektív módon történő színbírálat nem teljesen megbízható.



3. ábra: A színváltozatok utólagos csoportosítása

SD = sötét daru, D = daru, VD = világos daru, SESZ = sötét ezüstszürke, SZ = szürke, ESZ = ezüstszürke, VESZ = világos ezüstszürke

Az elemzések rávilágítottak arra, hogy a hét színváltozat szubjektív módon való megkülönböztetése számos hibalehetőséget rejt magában. Ezért a klaszteranalízis eredményeit alapul véve, a hét színosztályt négy csoportba vontuk össze: darus, ezüstszürke, szürke és világosszürke. A darus színosztályba soroltuk a sötét daru, daru és sötét ezüstszürke színváltozatokat. Az ezüstszürke és a világos ezüstszürke színváltozatok megmaradtak önálló színosztályként, a szürke csoportba pedig a világos daru és a szürke színváltozatokat foglaltuk egybe.

Az új besorolás szerint a vizsgált állományban szintén a szürke egyedek előfordulása volt a leggyakoribb (49,47%). A darus szín az állomány közel harmadára, az ezüstszürke pedig 16,02%-ára volt jellemző. A világos ezüstszürke színű egyedek előfordulása ritka, alig több mint 5%.

Az egyedek valós szőrszínét az új besorolás szerint közel 75%-os pontossággal határoztuk meg. Így ez a csoportosítás pontosabb, objektívebb osztályozási módszert biztosít. Az újonnan kialakított színosztályok jellemző $L^*a^*b^*$ értékeit a 10. táblázat ismerteti.

Az újonnan kialakított színosztályokra jellemző színértékek

		Színértékek ¹		
Színváltozatok	Mérési terület	L*	a*	b*
Átlag ± Standard hiba				
darus	nyak-lapocka	46,94±4,77 ^A	1,77±0,75 ^a	9,03±2,30 ^a
	oldal	55,46±4,26 ^B	1,29±2,68 ^{bc}	9,41±2,00 ^{bc}
	comb-far	56,53±4,64 ^C	1,28±0,59 ^c	9,51±1,85 ^c
szürke	nyak-lapocka	54,33±3,44 ^A	1,51±0,73 ^a	10,22±2,31
	oldal	59,76±3,95 ^B	1,20±0,57 ^b	10,15±2,09
	comb-far	60,17±3,82 ^C	1,08±0,62 ^c	10,18±1,85
ezüstszerű	nyak-lapocka	60,21±3,72 ^A	1,10±0,89 ^a	10,22±2,09 ^a
	oldal	63,27±3,27 ^B	1,00±0,56 ^a	9,71±1,80 ^b
	comb-far	63,81±3,11 ^C	0,84±0,59 ^b	10,07±1,76 ^a
világos ezüstszerű	nyak-lapocka	64,69±2,88 ^A	0,69±0,63	9,64±1,63
	oldal	67,93±3,23 ^{BC}	0,67±0,65	9,58±1,82
	comb-far	68,26±3,04 ^C	0,53±0,68	9,59±1,71

¹L* = világosság, a* = színtelítettség vöröstől zöldig, b* = színtelítettség sárgától kékig
A,B,C,a,b,c,a,b,c: az egyes színértékekben való szignifikáns eltérést jelölik (P<0,05).

A sötétebb, darus színváltozatot magasabb a* értékek jellemzik, mint a világosabb színváltozatokat (ezüstszerű, világos ezüstszerű). A b* értékeket tekintve ilyen tendencia nem állapítható meg. A világossági értékeket (L*) tekintve, a világos ezüstszerű színváltozat kivételével, valamennyi színosztály esetében szépen elkülönül a három mérési terület (nyak-lapocka, oldal, comb-far). Az a* és a b* színértékekre vonatkozóan ilyen tendencia nem figyelhető meg, több színváltozat esetében nincs igazolható különbség a mérési területek színértékei között.

Az évszak szőrszint befolyásoló hatását a 11. táblázat ismerteti. Az L* (világossági) értékek mindhárom ivarban, illetve mind a négy színváltozat esetében igazolják a tapasztalati megfigyelést, miszerint a téli szőrzet sötétebb. Ez a megállapítás mindhárom mérési terület esetében is igaznak bizonyult. Lovak (arab telivér, shagya arab, lipicai, gidrán és nónius) téli és nyári szőrzetének vizsgálatakor TÓTH (2006) is ugyanilyen következtetésre jutott. STACHURSKA és mtsai (2004) kutatásai azonban

ennek ellentmondó eredménnyel zárultak: az általuk mért konik és bilgoraj lovak télen világosabb szőrzetet mutattak.

11. táblázat:

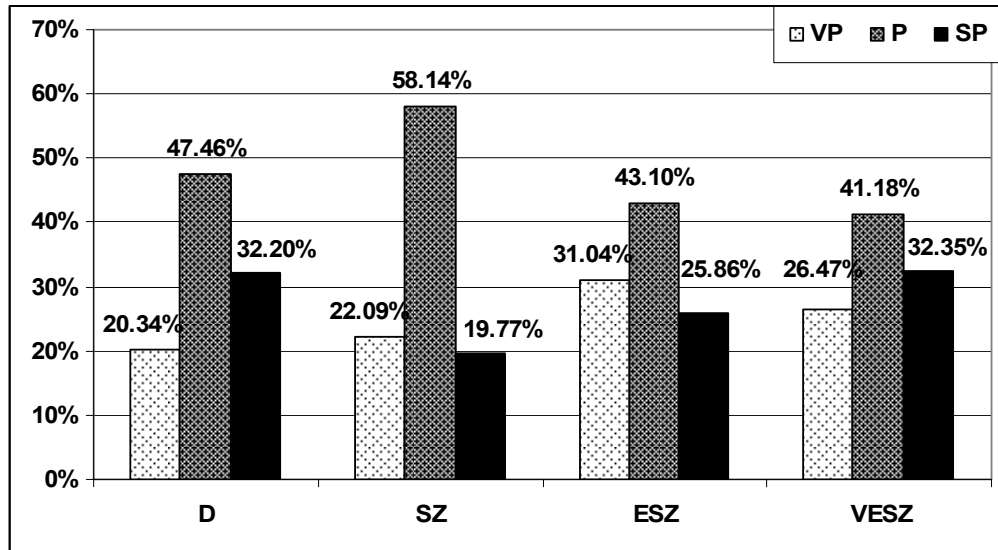
A mérési évszak hatása az egyes színváltozatok színértékeire (nőivar)

Színváltozatok	Mérési évszak	Mérési terület	Színértékek ¹		
			L*	a*	b*
Átlag ± Standard hiba					
darus	nyár	nyak-lapocka	46,94±4,77 ^A	1,77±0,75 ^a	9,03±2,30 ^a
	tél	nyak-lapocka	44,41±6,61 ^B	1,25±0,66 ^b	6,98±2,01 ^b
	nyár	oldal	55,46±4,26 ^A	1,29±2,68	9,41±2,00 ^a
	tél	oldal	52,91±4,61 ^B	1,23±0,82	8,08±1,88 ^b
	nyár	comb-far	56,53±4,64 ^A	1,28±0,59	9,51±1,85 ^a
	tél	comb-far	55,16±3,89 ^B	1,28±0,44	8,43±1,67 ^b
szürke	nyár	nyak-lapocka	54,33±3,44 ^A	1,51±0,73 ^a	10,22±2,31 ^a
	tél	nyak-lapocka	49,46±4,43 ^B	1,18±0,50 ^b	7,95±1,93 ^b
	nyár	oldal	59,76±3,95 ^A	1,20±0,57	10,15±2,09 ^a
	tél	oldal	56,99±4,10 ^B	1,23±0,61	8,52±5,00 ^b
	nyár	comb-far	60,17±3,82 ^A	1,08±0,62 ^a	10,18±1,85 ^a
	tél	comb-far	59,00±4,10 ^B	1,31±0,47 ^b	9,04±1,87 ^b
ezüstszürke	nyár	nyak-lapocka	60,21±3,72 ^A	1,10±0,89	10,22±2,09 ^a
	tél	nyak-lapocka	53,13±3,59 ^B	1,15±0,73	8,69±1,94 ^b
	nyár	oldal	63,27±3,27 ^A	1,00±0,56 ^a	9,71±1,80 ^a
	tél	oldal	58,60±4,08 ^B	1,14±0,48 ^b	8,89±1,98 ^b
	nyár	comb-far	63,81±3,11 ^A	0,84±0,59 ^a	10,07±1,76 ^a
	tél	comb-far	60,56±3,90 ^B	1,21±0,39 ^b	9,35±1,74 ^b
világos ezüstszürke	nyár	nyak-lapocka	64,69±2,88 ^A	0,69±0,63	9,64±1,63
	tél	nyak-lapocka	59,11±4,52 ^B	0,60±0,69	9,51±1,87
	nyár	oldal	67,93±3,23 ^A	0,67±0,65 ^a	9,58±1,82 ^a
	tél	oldal	63,18±3,56 ^B	0,96±0,43 ^b	9,16±1,67 ^b
	nyár	comb-far	68,26±3,04 ^A	0,53±0,68 ^a	9,59±1,71
	tél	comb-far	65,18±3,37 ^B	0,83±0,53 ^b	9,47±1,57

¹L* = világosság, a* = színtelítettség vöröstől zöldig, b* = színtelítettség sárgától kékig
A,B,C,a,b,c,a,b,c: az egyes színértékekben való szignifikáns eltérést jelölik (P<0,05).

3. A vizsgált minőségi tulajdonságok közötti összefüggések elemzése

A születés kori és a kifejlettkori szőrszín közötti összefüggések vizsgálata



4. ábra: A születés kori és a kifejlettkori szőrszín közötti kapcsolat

D: darus, SZ: szürke, ESZ: ezüstszürke, VESZ: világos ezüstszürke, VP: világos pirók, P: pirók, SP: sötét pirók

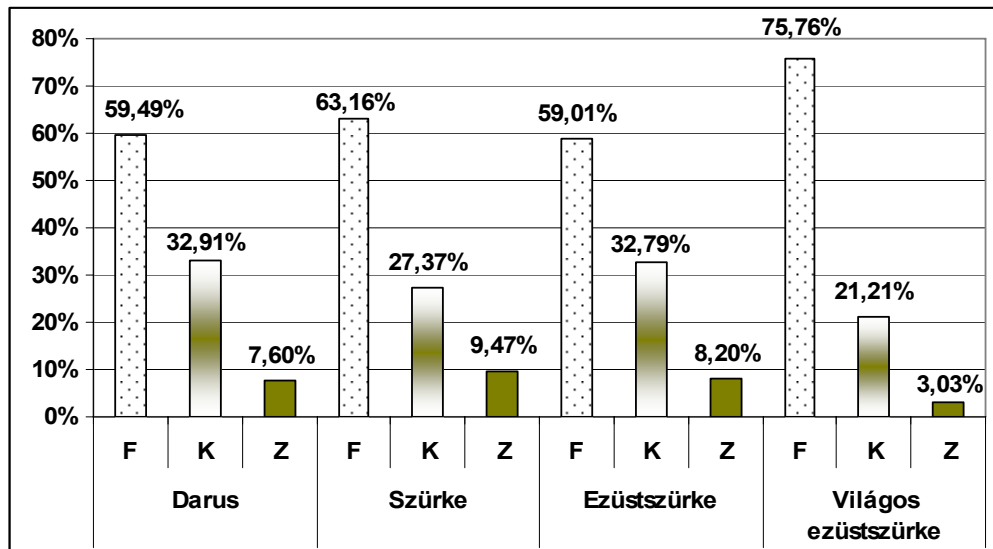
Mind a négy színosztály esetében a pirók színnel született egyedek aránya volt a legmagasabb (41,18%-58,14%), és a világos pirók színnel születettek a legalacsonyabb (20,34%-26,47%). A függetlenségvizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a születés kori és a kifejlettkori szőrszín között nincs igazolható összefüggés ($P > 0,01$). (Kritikus χ^2 -érték: 16,812; a minta alapján számított χ^2 -érték: 6,652). Tehát a borjú születés kori szőrszíne alapján nem következtethetünk a kifejlettkori szőrszín árnyalatára (4. ábra).

A szarvszín és a szőrszín közötti összefüggések vizsgálata

Felmerülhet a kérdés, vajon a sötétebb szőrszínű magyar szürke egyedek sötétebb szarvszínnel is rendelkeznek-e. A két tulajdonság közötti lehetséges összefüggéseket az 5. ábra mutatja.

Mind a négy szőrszínváltozat esetében a fehér szarvú egyedek túlsúlya a jellemző, a legmagasabb arányban (75,76%) a világos ezüstszürke egyedek között találhatóak. A kártyás szarv valamennyi szőrszínváltozat esetében a második leggyakrabban

előforduló szarvszíneződés, a zöld szarvú egyedek aránya pedig minden csoportban a legalacsonyabb.



5. ábra: A szarv és a szőrzet színe közötti összefüggések
F: fehér szarv, K: kártyás szarv, Z: zöld szarv

Az elvégzett függetlenségvizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy nincs statisztikailag is igazolható összefüggés a szarv és a szőrzet színe között, vagyis két, egymástól független tulajdonságról beszélhetünk ($P > 0,01$). (Kritikus χ^2 -érték: 16,812; a minta alapján számított χ^2 -érték: 3,929).

4. Az MC1R gén polimorfizmusainak vizsgálata néhány Magyarországon tenyésztett szarvasmarha fajtában

A szarvasmarha (és általában minden emlős faj) kültakarójának színét alapvetően a szőrszálakban jelenlévő vagy hiányzó pigmentek határozzák meg (SEARLE, 1968). A kétféle melanin: az eumelanin (barna/fekete pigmentek) és a feomelanin (vörös/sárga pigmentek) relatív mennyiségét két lókuszt szabályozza: az extension (MC1R gén) és az agouti (ASIP gén) szabályozza. Több kutatócsoport (ROYO és mtsai, 2005; GIRARDOT és mtsai, 2005; GRAPHODATSKAYA és mtsai, 2006) sem talált azonban eltéréseket a különböző szőrszínű szarvasmarha fajták ASIP génjének kódoló szekvenciájában, ezért feltételezhető, hogy más gének mellett, elsősorban az MC1R gén felelős a szőrzet színének kialakításáért.

Az alkalmazott PCR-RFLP módszer segítségével a szarvasmarha MC1R lókuszt három allélját sikerült elkülönítenünk: a) a domináns E^D allélt, mely fekete szőrzetet alakít ki, b) a recesszív e allélt, mely homozigóta állapotban vörös szőrzetet eredményez és c) a vad-típusú E^+ allélt, mely más, a szőrzet kialakításában szerepet játszó gének hatásától függően változatos színű kültakarót eredményez.

A vizsgált egyedek allél-és genotípus gyakorisági értékei a 12. táblázatban láthatók.

Napjainkban a boltokba kerülő marhahús közel 40%-a selejt holstein tehénből származik, ezért elsősorban ettől a fajtától való megbízható megkülönböztethetőség a legfontosabb. Valamennyi általunk megvizsgált (fekete-tarka) holstein-fríz tehén legalább egy E^D alléllal rendelkezett. Ugyanakkor ezt a domináns allélt egyetlen vizsgált magyar szürke egyedben sem mutattuk ki, ezért véleményünk szerint az MC1R gén polimorfizmusainak vizsgálata alapján a két fajta elkülöníthető egymástól (13. táblázat). Ezt a megállapítást az általunk megvizsgált nyers marhahús minták (magyar szürkemarha, illetve egy kontroll minta, melyről előzetesen nem ismert, hogy milyen fajtájú állattól származik) elemzése is alátámasztotta. (A kontroll minta E^D/E^D genotípusú volt, ezért nagy valószínűséggel holstein-fríz fajtájú egyedből származott). Az aberdeen angus fekete színváltozata esetében is a domináns allél nagymértékű fixálódását (0,906) tapasztaltuk és a vad-típusú allél szintén nem volt kimutatható, ezért az MC1R genotípus alapján ez a fajta is könnyen elkülöníthető a magyar szürkemarhától.

A húshasznosítású fajták egyedeit zömmel exportra értékesítik, nem jelennek meg a hazai boltokban. Ugyanakkor ezek közül a fedett vörös kültakaróval (limousin) vagy annak hígult változatával (charolais) rendelkező fajtákban a recesszív (e) allél rögzülése tapasztalható, ezért ezek is könnyen elkülöníthetőek a magyar szürke marhától (12. táblázat). Az aberdeen angus vörös színváltozata nem sorolható ide, hiszen a fajtában kimutatható volt heterozigóta formában (igaz, alacsony gyakorisággal) a vad-típusú allél is, ezért nem lehet megbízható módon megkülönböztetni a magyar szürkétől.

Allél- és genotípus gyakorisági értékek a vizsgált fajták esetében

Fajta	Szőrszín	Vizsgált egyedek száma (n)	MC1R allélek gyakorisága			MC1R genotípusok gyakorisága					
			E^D	E^+	e	E^D/E^D	E^D/E^+	E^D/e	E^+/E^+	E^+/e	e/e
magyar szürke	szürke	308	-	0,997	0,003	-	-	-	0,993	0,007	-
magyar tarka	vörös-tarka	74	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00
holstein-fríz	fekete-tarka	59	0,949	0,017	0,034	0,897	0,034	0,069	-	-	-
charolais	krémszínű	17	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00
limousin	vörös	10	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00
aberdeen angus	vörös	30	-	0,033	0,967	-	-	-	-	0,067	0,933
	fekete	16	0,906	-	0,094	0,813	-	0,187	-	-	-

E^D (domináns allél): fekete szín kialakításáért felelős

e (recesszív allél): homozigóta állapotban vörös szőrszint eredményez

E^+ (vad-típusú allél): más szőrszint befolyásoló gének hatásától függően változatos szőrszint alakít ki

Bár más országok szimentáli jellegű állományokban kimutatták a vad-típusú allélt (RUSSO és mtsai, 2007) is, a hazai magyar tarka állományban mi a recesszív allél teljes mértékű fixálódását tapasztaltuk. Figyelembe kell venni azonban azt is, hogy mintáink zömmel két gazdaságból származtak, ezért fennáll a lehetősége, hogy más állományokban jelen van a vad-típusú allél is. A magyar tarka és a magyar szürke fajták elkülöníthetőségét megbízhatóbbá teheti a foltosságért felelős gén (Spotted lókus) azonosítása és polimorfizmusainak vizsgálata.

13. táblázat:

A fajták elkülöníthetőségének lehetőségei MC1R genotípusok alapján

	MT	CH	AA (V)	AA (F)	HF	L	MSZ
MT		-	-	+	+	-	+
CH	-		-	+	+	-	+
AA (V)	-	-		+	+	-	-
AA (F)	+	+	+		-	+	+
HF	+	+	+	-		+	+
L	-	-	-	+	+		+
MSZ	+	+	-	+	+	+	

MT: magyar tarka, CH: charolais, AA (V): aberdeen angus, vörös színváltozat, AA (F): aberdeen angus, fekete színváltozat, HF: holstein-fríz, L: limousin, MSZ: magyar szürke, +: egymástól elkülöníthetőek, -: egymástól nem különíthetőek el

Fontos hangsúlyozni, hogy a fenti megállapítások csak fajtatizta egyedek esetében érvényesek, keresztezett állatok esetében nem alkalmazhatóak kellő megbízhatósággal.

Az MC1R genotípusok vizsgálata magyar szürkemarha húsból készült feldolgozott termékekből

A korábbiakban már ismertetett PCR-RFLP módszert alkalmaztuk több magyar szürke szarvasmarha húsból készült termék esetében annak megállapítására, hogy valóban kizárólag magyar szürkemarha húsból készültek-e. Az eredmények a 14. táblázatban láthatóak.

Hústermékekből izolált MC1R genotípusok

	Termék				
	Szürkemarha csemege szalámi	Szürkemarha csípős paprikás szalámi	Szürkemarha párizsi	Vörösboros szürkemarha pörkölt	Bioszalámi paprikás
Izolált genotípus	E ⁺ /E ⁺	E ⁺ /E ⁺	E ⁺ /E ⁺	E ⁺ /E ⁺	E ⁺ /E ⁺

Megállapítottuk, hogy az általunk megvizsgált termékek valóban kizárólag szürkemarha hús felhasználásával készültek. Minden minta esetében ugyanis csak egy MC1R genotípust, a magyar szürkére jellemző homozigóta vad-típust (E⁺/E⁺) sikerült kimutatnunk. Véleményünk szerint ezért, a fenti szempontok figyelembevételével, az MC1R gén polimorfizmusainak vizsgálata jól alkalmazható módszer a (fekete-tarka) holstein-fríz és a magyar szürke tőkehús és a feldolgozott termékek megkülönböztetésére és ezáltal az esetleges csalások megakadályozására.

V. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Dolgozatomban a magyar szürke szarvasmarha szarvának és szőrzetének színét jellemző nagy fenotípusos variabilitást vizsgáltam. A 2004-2007 között végzett vizsgálatok eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatók meg:

1. A magyar szürke szarvasmarhafajtában a **fehér szarvú egyedek aránya a legmagasabb** (közel 60%). A zöld színű szarv az állomány alig több mint tizedére, míg a két szín keverékéből adódó kártyás szarv az állomány közel harmadára jellemző. A statisztikai elemzések nem igazolták az ivar szarvszín befolyásoló hatását. A **kártyás szarvszíneződésen belül további négy színváltozat** különíthető el a fehér szín aránya alapján (fehér, alig kártyás; kártyás sok fehérrel; kártyás kevés fehérrel és a zöld, alig kártyás). E színváltozatok megoszlása nem különbözött szignifikáns mértékben a vizsgált nőivarú és tinóállományban.
2. A szarvszín és a szarvhegy kormoltságának vizsgálata azt mutatta, hogy mindhárom szarvszín esetében a szabályostól sekélyebben kormolt szarvhegyek előfordulása volt a leggyakoribb és a szabályosan kormoltaké a legritkébb. A **szarv színe és kormoltságának mértéke két, egymástól független tulajdonságnak** tekinthető.
3. A magyar szürke borjak piróknak hívott vöröses és a limousin borjak vörös szőrszínét vizsgálva megállapítottam, hogy a színértékek (L^*a^*b) alapján szignifikáns különbség van a két fajta között. A magyar szürke borjak pirók szőrszíne világosabb, kevésbé vöröses és sárgásabb árnyalatú (vagyis magasabb L^* , alacsonyabb a^* és b^* értékekkel jellemezhető).
4. Az általam kialakított négy színosztály (darus, szürke, ezüstsürke és világos ezüstsürke) elkülönítésében **mind a három mérési területen** (nyak-lapocka, oldal, comb-far) mért színértékek mérvadónak bizonyultak. A színértékek közül a világossági (L^*) értékek voltak a legerősebben diszkrimináló tényezők.

5. A vizsgált minőségi tulajdonságok közötti összefüggések elemzése alapján megállapítottam, hogy **nincs** statisztikailag is igazolható **kapcsolat** az állatok **születés kori és kifejtett kori szőrszíne** valamint a **szarv színe és a szőrszín** között.

6. Meghatároztam néhány Magyarországon tenyésztett szarvasmarhafajta (magyar szürke, magyar tarka, holstein-fríz, charolais, limousin és aberdeen angus) **MC1R** (melanocortin-1 receptor) **genotípusait**. A magyar szürkemarában a vad-típusú allél (E^+) fixálódását tapasztaltam. Az eredmények azt mutatták, hogy a szőrszín kialakításában fontos szerepet játszó gén polimorfizmusai alapján a magyar szürkemará **nagy biztonsággal elkülöníthető** a holstein-fríz fajtától.

VI. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A magyar szürkemarha szarvszínében megmutatkozó nagy fenotípusos variabilitás fenntartása érdekében javaslom a kártyás szarvszínen belül elkülönített négy színváltozat (fehér, alig kártyás; kártyás sok fehérrel; kártyás kevés fehérrel és zöld, alig kártyás) elnevezésének gyakorlatban való meghonosítását és alkalmazását.
2. A szarvszíneződések megoszlását tekintve a hortobágyi állományban használt öt genealógiai vonal között nincs különbség, ezért adott szarvszínű állomány kialakításához nem lehet bizonyos bikavonalak használatát javasolni.
3. A hortobágyi állományban a nőivarú egyedeket szőrszínük alapján hét osztályba sorolták. Műszeres méréseim eredményei azt mutatták, hogy a hét színosztály szubjektív módon való elkülönítése számos hibalehetőséget rejt magában. Véleményem szerint a színváltozatok összevonásával kialakított négy színosztályba (darus, szürke, ezüstsürke és világos ezüstsürke) való besorolás pontosabb szőrszínbírálatot tesz lehetővé.
4. Az eltérő tenyésztői ízlések előtérbe helyezhetnek bizonyos szarv- vagy szőrszíneződéseket, illetve ezek meghatározott kombinációját. Eredményeim szerint azonban a vizsgált tulajdonságok között nem tapasztalható összefüggés, ezért például a borjú szőrszíne alapján nem lehet megbízható módon következtetni a kifejlített szőrszínre. Hasonlóképpen nem javasolható bizonyos szőrszínű egyedek favorizálása azzal a céllal, hogy ehhez a szőrszínváltozathoz majd meghatározott szarvszín fog társulni.
5. Elsősorban génmegőrzési céllal tartott állományról lévén szó, a magyar szürkemarha esetében is a fajta változatlan fenntartása a cél. Ennek érdekében javaslom a vizsgált minőségi tulajdonságok esetében általunk kiszámított arányok figyelembevételét és követését.

VII. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Lektorált tudományos közlemények

- **Radácsi A.** – Béri B. – Bodó I. (2008): Szarvszín-változatok a magyar szürke szarvasmarha fajtában. Állattenyésztés és Takarmányozás. Megjelenés alatt.
- **Radácsi A.** – Bodó I. – Béri B. (2008): A magyar szürke szarvasmarha szarvszíneződései. Agrártudományi Közlemények. Megjelenés alatt.
- **Radácsi A.** – Bodó I. – Béri B. (2007): Újabb adatok a magyar szürke marha szőrszín-változatainak értékeléséhez. Agrártudományi Közlemények. 26: 44-47.p.
- **Radácsi A.** – Bodó I. – Béri B. (2006): Szarv-és szőrszín-változatok a magyar szürke szarvasmarha fajtában. Agrártudományi Közlemények. 21: 44-47.
- **Radácsi A.** - Bodó I. - Béri B. (2005): Different horn colour varieties in Hungarian Grey cattle. Proceedings of the 4th World Italian Beef Cattle Congress, Gubbio, Italy, April 29th - May 1st, 2005. 247.p.

Magyar nyelvű konferenciák kiadványában megjelent

- **Radácsi A.** – Béri B. – Czeglédi L. (2008): Az MC1R gén polimorfizmusainak szerepe a szarvasmarha szőrszínének kialakításában. I. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok. Gödöllő, 2008. április 11-12.
- **Radácsi A.** – Bodó I. – Béri B. (2006): Egyes minőségi tulajdonságok megőrzésének lehetőségei a magyar szürke fajtában. Kérődző állatfajok jelenlegi helyzete és perspektívái az Európai Unióban. Gödöllő, 2006. április 10-11.
- **Radácsi A.** (2005): A szarvszín és a szőrszín mérésének lehetőségei a magyar szürke fajtában. XLVII. Georgikon Napok és 15. ÖGA találkozó, Keszthely, 2005. szeptember 29.-30.

- **Radácsi A.** - Tóth Zs. (2005): Újabb adatok a magyar szürke fajta génmegőrzéséhez. XI. ITF konferencia. Keszthely, 2005. március 24.
- Tóth Zs. - **Radácsi A.** (2005): Az egyes lószínek kvantitatív megközelítése. XI. ITF konferencia. Keszthely, 2005. március 24.

Idegen nyelvű konferenciák kiadványában megjelent

- **Radácsi A.** – Czeglédi L. – Szendrei Z. - Béri B. – Bodó I. (2007): The role of coat colour varieties in the preservation of the Hungarian Grey cattle. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Dublin, Ireland, 26-29. August, 2007. 307.p.
- Bodó, I. – Gera, I. – **Radácsi, A.** – Béri, B. (2007): Problems of conservation and crossing of Hungarian Grey cattle. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Dublin, Ireland, 26-29. August, 2007. 105.p.
- Bodó, I. – Gera, I. – Béri, B. – **Radácsi, A.** (2007): Sustainability of Hungarian Grey cattle's production during centuries. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Dublin, Ireland, 26-29. August, 2007. 102.p.
- **Radácsi A.** – Béri B. – Bodó I. (2006): Objective measurement of coat colour varieties in the Hungarian Grey cattle. Proceedings of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Antalya, Turkey, 17-20. September 2006. 307.p.
- **Radácsi A.** (2005): Horn colour varieties in the Hungarian Grey cattle. Sustainable agriculture across the borders in Europe. Debrecen-Oradea, 6. May, 2005.

Egyéb publikációk

- Czeglédi L. – **Radácsi A.** (2005): Overutilization of Pastures by Livestock. Gyepgazdálkodási Közlemények 3. 29-35.p.