

KECSKE SZARVATLANSÁG ÉS INTERSEXUALITÁS

BORDÁN JUDIT – BUDAI CSILLA – OLÁH JÁNOS – KUSZA SZILVIA –
EGERSZEGI ISTVÁN – NÉMETH TÍMEA – KOVÁCS ANDRÁS – BODÓ SZILÁRD

ÖSSZEFOGLALÁS

A szarvatlanság több kérődző fajban – marha, jak, juh, kecske – is megfigyelhető. A suta kecskék számát világszerte növelték, mivel könnyebben kezelhetők. A suta anyáknál hiperfertilítást tapasztaltak, ami kedvező, de a szarvatlanság terjedésével egyidőben a vizsgált állományokban ivararány eltolódást figyeltek meg a bakok javára, melyek egy része steril volt. Ezek a hímek 60, XX kariotípusúak és hím álhermafroditák, vagy valódi hermafroditák. A Polled Intersex Syndrome (PIS) oka az 1. kromoszóma szubmikroszkópikus szakaszának deléciója, mely a petefészkek kialakításáért felelős FOXL2 és az ahhoz közel lokalizált szarvatságért felelős PISRT1 gének együttes elvesztését eredményezi. Az utóbbi gén hiánya mindkét nemben egyaránt a szarvak hiányát okozza a heterozigóta (PIS $+/$) és a homozigóta (PIS $-/-$) állatokban (autoszómális domináns tulajdonság), míg az előbbie nőből hím irányú ivarátfordulást idéz elő, de csak a szarvatlanságra homozigóta (PIS $-/-$) XX egyedekben.

SUMMARY

*Bordán, J. – Budai, Cs. – Oláh, J. – Kusza Sz. – Kovács, A. – Egerszegi, I. – Németh T. –
Bodó, Sz.: GOAT POLLEDNESS AND INTERSEXUALITY*

Polledness is known in several ruminant species, cattle, yak, sheep and goat. Breeders began to increase the number of polled goats all over the world, because their handling is easier and the polled females showed hyperfertility. Later, however, abnormal sex ratio was also noticed in these goat populations, thus, the phenotypic sex ratio shifted in favor of males. Genetic studies demonstrated that a part of the males have a female 60, XX karyotype and these male pseudohermaphrodites, or hermaphrodites are sterile. The cause of the Polled Intersex Syndrome (PIS) is a submicroscopic deletion on chromosome 1. containing the genes FOXL2 responsible for ovary development and the nearby PISRT1 gene responsible for the horns formation. The absence of the latter one causes polledness in homo- (PIS $-/-$) and heterozygous (PIS $+/$) goats of both sexes – autosomal dominant trait. This same deletion causes a female-to-male sex-reversal, but only in the homozygous polled (PIS $-/-$) XX individuals, this is the sex-limited recessive trait.

BEVEZETÉS

A kecsketartók már régóta a szarvatlan bakokat részesítik előnyben, mert így több szarvatlan utódot kapnak. A szarvak hiánya előnyös, mert így nem okoznak kárt sem egymásban, sem a gondozójukban, sem a fiatal fákban, valamint a suta anyáknál hiperfertilítást tapasztaltak (Soller és Kempenich, 1964; Ricordeau, 1969 cit. Constantinou és mtsai, 1981). Később azonban a szarvatlanság terjedésével ivararány eltolódást is megfigyeltek, több hím született, melyek egy része interszex, melyeknek két X-kromoszómája volt (Basrur és Kanagawa, 1969). Már a XIX. század végén megfigyelték, hogy a suta bakok között sok a terméketlen, ezért a tenyészbakok vásárlásakor azok nemzőképességéről meg kell győződni, vagy azt garantálni kell (Schandl, 1955).

A KECSKÉK KROMOSZÓMÁI

A fajra jellemző kromoszómaszám $2n=60$. A kromoszómák akrocentrikusak (a centroméra a kromoszóma végéhez közel található), kivéve az Y-kromoszómat, amelyik metacentrikus (a centroméra középen van) és egyben a legkisebb kromoszóma (Basrur és Stoltz, 1967; Makino, 1967) (1. ábra). A kecske autoszómái a szarvasmarha, gonoszómái a juh kromoszómáihoz hasonlítanak.

A vadon élő kecskék (*Capra* nemzetség) jellemzője, hogy mindkét ivarban szarvaltak. Az első házikecskék (*C. aegagrus forma hircus*) is minden bizonnyal ilyenek voltak és a szarvatlan mutáció csak a már háziasított állományokban maradhatott fenn.

A szarvatlanság kedvező tulajdonság, mivel így nincs szükség a szarvak sebészeti úton történő eltávolítására a szarvasmarháknál és a kecskéknél. Az 1920-as évek elején a kecskéken végzett pedigré analízis során arra a megállapításra jutottak, hogy a szarvatlanság a többi kérődzőhöz hasonlóan dominánsan öröklődik (bár juhok esetében van recesszív változat is), autoszómális kromoszómához kötött monogén tulajdonság. A mutációt P-vel jelölték (Polled), és hordozóit széles körben használják (Pailhoux és mtsai, 2005). A P-gént az 1. kromoszó-

1. ábra Kecske kromoszómák. A/ Hím-álhermafrodita kecske kromoszómái, 60, (XX) B/ Bakkecske kromoszómák, 60, (X)Y

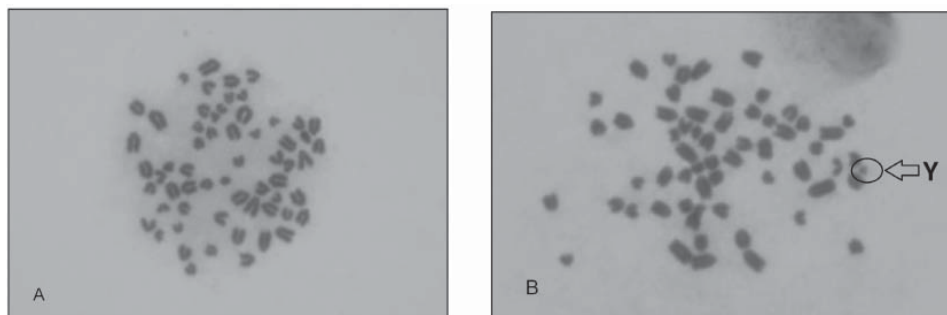


Figure 1. Goat chromosomes. A: Chromosomes of a male pseudohermaphrodite, 60, (XX); B: Male goat chromosomes 60, (X)Y

mán lokalizálták. Az öröklődő mutáció lehetővé tette, nagy létszámú szarvatlan kecskeállományokat hozzanak létre, de szarvatlan kecskefajtát a mai napig sem tudtak kialakítani. Cikkünkben ennek az okait kívánjuk bemutatni.

INTERSZEXUALITÁS, VALÓDI ÉS ÁLHERMAFRODITIZMUS

Emlősökben az ivarszervek fejlődési rendellenességeit számos fajnál leírták, köztük embereknél, sertéseknél, kecskéknél, lovaknál, kutyáknál, egereknél, valamint erszényeseknél is (Hámori, 1974; Cribiu és Chaffaux, 1990; Pailhoux és mtsai, 2001a, b.; Kim és Kim, 2006; Ducos és mtsai, 2008).

Az irodalomban található kifejezések

Interszexualitás. Általános meghatározás, alatta tágabb értelemben a kromoszomális, gonadális, genitális és fenotípusos ivar, valamint a szexuális viselkedés közötti összhang megbomlását, eltéréseket, keveredések kialakulását értik, így magában foglalja a hermafroditizmusokat is (Cribiu és Chaffaux, 1990).

Az ivarmirigyektől függően *valódi és álhermafroditákat* különböztetnek meg (Hámori, 1974; Howard és Bjorling, 1989; Kovács és Hidas, 2004).

A *valódi hermafroditákban* mind a két gonádtípus megtalálható, lehet here az egyik, míg petefészek a másik oldalon, illetve lehet ovotestis (olyan gonád, amelyben mind a petefészerekre mind a herére jellemző szövet jelen van) is (Hámori, 1974; Kai és mtsai, 2003). A legismertebb a vegyesivarú ikerellésből született üszők nem-öröklődő freemartin-szindrómája, melyek XX/XY kimérák és terméketlenek. A freemartin-szindróma esetei juhban és kecskében sokkal ritkábban fordulnak elő (Hámori, 1974; Marcum, 1974; BonDurrant és mtsai, 1980).

Az *álhermafroditák* csak az egyik ivar kromoszómáival rendelkeznek, de küllemüket tekintve a másik nemre hasonlítanak (Hámori, 1974; Kennedy és Miller, 1993; Kovács és Hidas, 2004). Két csoportra különíthetők: a *nőstény álhermafroditáknak* XY ivari kromoszómák mellett hasúri heréjük, de női küllemük van: az XY-gonád dysgenesis kancákban gyakori (Kovács és Hidas, 2004), míg a *hím álhermafroditák* XX ivari kromoszómák mellett herékkel rendelkeznek (Meyers-Wallen és Patterson, 1988; Howard és Bjorling, 1989; Wilker és mtsai, 1994; Del Amo és mtsai, 2001; Kovács és Hidas, 2004).

A P-GÉNTŐL A PIS MUTÁCIÓIG

Az interszexualitás minden emlős fajban előfordulhat, de egyedül a kecskénél kapcsolódik egy kíváncsnak tartott tulajdonsághoz, a szarvatlansághoz.

A termékenyítőképtelenség előfordulása a kecskéknél - különösen azokban az állományokban, ahol nagy figyelmet fordítanak a szarvatlan állatok létrehozására - indította el azokat a vizsgálatokat, melyek szerint kapcsolat van a szarvatlanság és az interszex esetek között.

Számos kutató számolt be arról, hogy a szarvalt problémás bakok előfordulása nagyon ritka, vagy egyáltalán nem találkozott még ilyen egyeddel (Paget, 1943). Addington és Cunningham (1935) a szarvatlanság öröklődésének tanulmányozása során 4 hipogonádiás bakkecskét talált, melyek suták voltak és szarvatlanság

szempontjából heterozigóta szülőktől származtak. Asdell (1944) 200 hipogonádiás bakot vizsgált meg Angliában és az USA-ban, melyek mindegyike szarvatlan volt.

Eaton és Simmons 1939-ben arra a megállapításra jutott, hogy az álhermafroditizmus egyszerű recesszív öröklésmenetet követ. Asdell (1944) szerint csak a kromoszómáisan nőivarú állatokat érinti ez a rendellenesség, mivel a heterozigóta szülők utódainak a megoszlása 7 normális és 1 hipogonádiás bak, ami azt jelenti, hogy 4 hímivarú: 3 nőivarú: 1 álhermafrodita. A fenotípusos ivararány tehát a bakok javára tolódik el. E szerint minden termékenyülő képes szarvatlan nőivarú állat heterozigóta és képes álhermafrodita utódok létrehozására, amikor szarvatlan bakkal párosítják.

Korábban a P-gén mutációjára gondoltak, de francia kutatások tisztázták, hogy az ok az 1. kromoszóma szubmikroszkópikus szakaszának deléciója, mely a petefészek kialakításáért felelős FOXL2 és az ahhoz közeli szarvaltságért felelős PISRT1 génnek együttes elvesztését eredményezi. Az utóbbi gén hiánya mindkét nemből egyaránt a szarvak hiányát okozza a hetero- (PIS ^{+/}) és a homozigóta (PIS ^{-/-}) állatokban (autoszómális domináns tulajdonság), míg az előbbi ivarátfordulást idéz elő, de csak a szarvatlanságra homozigóta (PIS ^{-/-}) XX egyedekben (ivarhoz kötött recesszív tulajdonság). Ezek a hímek 60, XX kariotípusúak és hím álhermafroditák, vagy valódi hermafroditák. A Polled Intersex Syndrome (PIS) tünetegyüttest tehát a két gén együttes hiánya okozza (Vaiman és mtsai, 1996, 1999, Pailhoux és mtsai, 2005; Nikic és Vaiman, 2004; Boulanger és mtsai 2014), és a szarvatlanság markernek tekinthető.

A következő geno- és fenotípusú kecskék léteznek:

XX, (PIS ^{+/+}): nőivarú, szarvalt, termékeny

XY, (PIS ^{+/}): bak, szarvalt, termékenyítőképess

XX(PIS ^{+/}): nőivarú, szarvatlan, termékenyséjük meghaladja a szarvaltakét

XX,XY, (PIS ^{+/}): bak, heterozigóta szarvatlan, termékenyítőképess

XY, (PIS ^{-/-}): bak, homozigóta szarvatlan, termékenyítőképességük átlagosan 20%-osra csökken (Vaiman és Pailhoux, 2000)

XX, (PIS. ^{-/-}): szarvatlan hím interszex, termékenyítőképtelenek

Homozigóta szarvatlan nőivarú egyed nem létezik

Összehasonlítva más emlősellatokkal, mint pl. kutya vagy sertés, ahol gyakori az XX-ivarátfordulás (Meyers-Wallen és Patterson, 1988; Pailhoux és mtsai, 2001a, b), a fenotípusos megfigyelések alapján az ivarátfordulásos kecskék felénél nem található nemi kétivarúság (Ricordeau és Lauvergne, 1967). Az ivarátfordulás az XX PIS ^{-/-} egyedeknél már a nagyon korai magzati életben megkezdődik, a here morfológiai differenciálódása a megtermékenyítés utáni 36. napon indul meg a normál XY-bakokban, míg az interszexuális egyedekben 4-5 nappal később figyelhető meg, ezt követően az XX-es és az XY-os egyedek herestruktúrája egészen a megszületésig nagyon hasonló (Pailhoux és mtsai, 2002; Nikolic és Vaiman, 2004).

Szatkowska és mtsai (2013) különböző korú ál- és valódi hermafrodita kecskék ivarmirigyeinek maszkulinizációját értékelték. A here sejtjeinek fejlődését serkentő

gén (Sox9) az 1-3 hónapos kor közötti álhermafrodita gidákban is megtalálható, ugyanúgy, mint az azonos korú suta vagy szarvált XY kromoszómákkal rendelkező hímek esetében, ugyanakkor az álhermafroditák ivarmirigyeiben nem volt megfigyelhető ennek a génnek a transzkripció aktivitása. A gén expressziójának drasztikus csökkenése 12 hónapos korban már bekövetkezik az álhermafrodita egyedeknél, amely valószínűleg tükrözi a herében bekövetkező jelentős degeneratív változásokat. Az interszex bakkecskék egyedileg különböző valódi és álhermafrodita formáit Kínában is megtalálták (Li és mtsai, 2011).

Hamerton és mtsai (1969) 35 egyed vizsgálata során, minden esetben a spermatogenezis teljes hiányát állapították meg. Ugyanakkor vélhetően a „P-gén” egy másik hatására a heterozigóta nőivarú egyedekben enyhe hiperfertilitást közöltek (Soller és Kempenich, 1964, Ricordeau, 1969 cit. Constantinou és mtsai 1981; Vaiman és Pailhoux, 2000; Pailhoux és mtsai, 2005). Vizsgálatok szerint a szarvátlan anyakecskék nagyobb százalékban ellenek hármasként, mint ugyanabban a nyájban élő szarvált társaik.

A PIS kívánatos hatása, a szarvatlanság már heterozigóta formában is érvényesül, míg a nem-kívánatos hatása csakis a szarvátlan bak x szarvátlan anya párosításokból születő homozigóta utódokban mutatkozik meg (az utódok 12,5-25%-a interszex, zömmel hím álhermafrodita lesz, emiatt a fenotípusos ivararány is eltolódik). Mivel az elsődleges haszon a tejből származik, több nőivarú utód lenne kívánatos (1. táblázat).

1. táblázat

Az utódok megoszlása a különböző párosítási típusok szerint

(Budai és mtsai, 2012)

Párosítás típusa (1)		Utódok megoszlása (%) (3)				Megjegyzés (4)
Szülők genotípusa (2)						
♂	♀	Szarvátlan (5)	♂	♀	Szarvátlan hím-álhermafrodita (6)	
XY, (PIS -/-)	XX, (PIS +/-)	100	50	25	25	Az utódok 75%-a fenotípusosan hím (7)
XY, (PIS -/-)	XX, (PIS +/+)	100	50	50	-	-
XY, (PIS +/-)	XX, (PIS +/-)	75	50	37,5	12,5	Az utódok 62,5%-a fenotípusosan hím (8)
XY, (PIS +/-)	XX, (PIS +/+)	50	50	50	-	-
XY, (PIS +/+)	XX, (PIS +/-)	50	50	50	-	EZT JAVASOLJUK (9)
XY, (PIS +/+)	XX, (PIS +/+)	0	50	50	-	-
XX, (PIS -/-)	XX, (PIS +/-)	-	-	-	-	Nincs termékenyülés! (10)
XX, (PIS -/-)	XX, (PIS +/+)	-	-	-	-	Nincs termékenyülés! (10)

Table 1. Types of progenies from different types of mating

Type of mating (1); genotype of parents (2); distribution of progenies (3); comment (4); polled (5); polled male pseudohermaphrodite (6); 75% of progeny are phenotypically male (7); 62,5% of progeny are phenotypically male (8); we recommend this (9); no fertilization! (10)

Szarvatlan kecskefajtát tehát a PIS mutációra való szelekcióval nem lehetett kialakítani, mivel a létrehozására megkezdett kísérletek a második generációtól egyre halmozódó hím álhermafroditák miatt kudarcba fulladtak.

A gazdasági károk bekövetkezését több módszer segítségével küszöbölhetjük ki

Ne párosítsunk szarvatlant szarvatlannal! A legegyszerűbb, ha a suta anyaállományunkat szarvalt bakkal párosítjuk, így a megszületett utódok fele mindkét ivarban szarvatlan lesz, de egyik sem lesz álhermafrodita. Ha szarvalt anyákat fedeztetünk termékenyítőképes suta bakkal, abban az esetben sem születik álhermafrodita utód. Mindkét párosítás után szarvatlan gödölyéket és szarvált gidákat hagyjunk meg tenyésztésre.

Vizsgálati lehetőségek: A suta bakok kromoszóma-, vagy spermavizsgálata tenyésztésbevitel előtt költséges és körülményes eljárás. A szarvatlan gidák ivarát egy, az Y- specifikus PCR reakcióval meg lehet határozni, így már gida korban felismerhetők az interszex egyedek.

IRODALOMJEGYZÉK

- Addington, L.H. – Cunningham, O.C. (1935): Milk goat breeding. New Mex. Agric. Expt. Sta. Bull. 229.
- Asdell, S.A. (1944): The genetic sex of intersexual goats and probable linkage with the gene for hornlessness. Science, 99. 124.
- Basrur, P.K. – Kanagawa H. (1969): Anatomic and cytogenetic studies on 19 hornless goats with sexual disorders. Ann. Génét. Sél. Anim., 1. 349-378.
- Basrur, P.K. – Stoltz, D.R. (1967): The Y chromosome of the goat. J. Hered., 48.261-262.
- BonDurant, R.H. – McDonald, M.C. – Trommershausen-Bowling, A. (1980): Probable freemartinism in a goat. J. Am. Vet. Med. Assoc., 177. 1024–1025.
- Boulanger, L. – Pannetier, M. – Gall, L. – Allais-Bonnet, A. - et al. (2014): FOXL2 is a female sex-determining gene in the goat. Current Biol., 24. 404-408.
- Budai Cs. – Bihari R. – Németh T. – Kovács A. (2012): Ne párosíts szarvatlan kecskét szarvatlannal! Sokba kerül a sutaság: a bakoknak szarv kell! Magyar Juhászat, A Magyar Mezőgazdaság Melléklete, 21(8). VI-VIII.
- Constantinou, A. – Louca A. – Mavrogenis A.P. (1981): The effect of the gene for polledness on conception rate and litter size in the Damascus goat. Ann. Génét. Sél. Anim., 13. 111-118.
- Cribiu, E.P. – Chaffaux, S. (1990): Intersexuality in domestic mammals. Reprod. Nutr. Dev., 1. 51–61.
- Del Amo, A.N. – Luca, J.D. – Zufriategui, L. – Armocida, A. – Barbeito, C.G. – Gobello, C. (2001): Male pseudohermaphroditism in a dog: A case report. Theriogenology, 1. 1–11.
- Ducos, A. – Révay T. – Kovács A. – Hidas A. - et. al. (2008): Cytogenetic screening of livestock populations in Europe: an overview. Cytogenet. Genome Res., 120. 26-41.
- Eaton, O.N. (1945): The relation between polled and hermaphroditic characters in dairy goats. Genetics, 30. 51-61.
- Eaton, O.N. – Simmons, V.L. (1939): Hermaphroditism in milk goats. J. Hered., 30. 261-266.
- Hamerton, J.L. – Dickson, J.M. – Pollard, C.E. – Grièves, S.A. – Short, R.V. (1969): Genetic intersexuality in goats. J. Reprod. Fert., Suppl., 7. 25-51.
- Hátori D. (1974): Háziállatok öröklődő alkati hibái és betegségei. Akadémia Kiadó, Budapest. 583.

- Howard, P.E. – Bjorling, D.E. (1989). The intersex animal associated problems. *Probl. Vet. Med.*, 1. 74–84.
- Kai, K. – Satoh, N. – Watanabe, A. – Shiraiwa, K. – Sasano, H. – Furuhashi, K. (2003): Case report of rat true hermaphroditism: colocalization of oocytes and granulosa and Sertoli cells in the germinal cord. *Toxicol. Pathol.*, 31. 290–294.
- Kennedy, P. – Miller, R.B. (1993): The female genital system. In: *Jubb, K.V.F., Kennedy, P.C., Palmer, N. (eds.): Pathology of Domestic Animals*. 4th ed. Academic Press Inc., San Diego, California. 348–357.
- Kim, K.S. – Kim, O. (2006): A hermaphrodite dog with bilateral ovotestes and pyometra. *J. Vet. Sci.*, 7. 87–88.
- Kovács A. – Hidas A. (2004): Citogenetika. In: *Szabó F. (szerk.): Általános állattenyésztés*. 460 p. Budapest, Mezőgazda Kiadó, 110–123. (ISBN: 963-286-067-5).
- Li, X. – Zhang, J. – Zhou, R. – Li, L. – Zheng G. (2011): Special variations within 11.7 kb fragment in goat polled intersex syndrome. *African J. Biotechnol.*, 10. 6695–6699.
- Makino, S. (1967): The chromosome complexes in goat (*Capra hircus*) and sheep (*Ovis aries*) and their relationship. *Cytologia*, 13. 39–54.
- Marcum, J.B. (1974): The freemartin syndrome. *Anim. Breed. Abstr.*, 42. 227–242.
- Meyers-Wallen, V.N. – Patterson, D.F. (1988): XX sex reversal in the American cocker spaniel dog: phenotypic expression and inheritance *Hum. Genet.*, 80. 23–30.
- Natarajan, N. (1993): Karyological studies in sheep and goat. Recent advances in breeding livestock – compendium of lectures 7–11. Madras, India.
- Nikic, S – Vaiman, D. (2004): Conserved patterns of gene expression in mice and goats in the vicinity of the Polled Intersex Syndrome (PIS) locus. *Chromosome Res.*, 12. 465–474.
- Padeh, B. – Wysoki, M. – Ayalon, N. – Soller, M. (1965): An XX/XY hermaphrodite in the goat. *Israel J. Med. Sci.*, 1008–1012.
- Paget, R.F. (1943): Hermaphrodites. *Brit. Goat. Soc. Monthly J.*, 36. 57–59.
- Pailhoux, E. – Mandon-Pepin, B. – Cotinot, C. (2001a): Mammalian gonadal differentiation: the pig model. *Reprod. Suppl.*, 58. 65–80.
- Pailhoux, E. – Parma, P. – Sundstrom, J. – Vigier, B. – Servel, N. – Kuopila T. – Locatelli, A. – Pelliniemi, L.J. – Cotinot, C. (2001b): Time course of female-to-male sex reversal in 38, XX foetal and postnatal pigs. *Developmental Dynamics*, 222. 328–340.
- Pailhoux, E. – Vigier, B. – Schibler, L. – Cribiu, E.P. – Cotinot, C. – Vaiman, D. (2005): Positional cloning of the PIS mutation in goats and its impact on understanding mammalian sex-differentiation. *Genet. Sel. Evol.*, 37. 55–64.
- Pailhoux, E. – Vigier, B. – Vaiman, D. – Servel, N. – Chaffaux, S. – Cribiu, E.P. – Cotinot, C. (2002): Ontogenesis of female-to-male sex-reversal in XX polled goats. *Dev. Dynamics*, 224. 39–50.
- Ricordeau, G. – Lauvergne, J.J. (1967): Hypothèse génétique unique pour expliquer la présence d'intersexués, de males en excès et de males stériles en race caprine Saanen. *Ann. Zootechnol.*, 16. 323–334.
- Schandi J. (1955): Juhtenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 274.
- Soller, M. – Angel, H. (1964): Polledness and abnormal sex ratios in Saanen goats. *J. Hered.*, 55. 139–142.
- Soller, M. – Kempenich, O. (1964): Polledness and litter size in Saanen goats. *J. Hered.*, 55. 301–304.
- Szatkowska, I. – Jedrzejczak, M. – Dybus, A. – Wiszniewska, B. – Udała, J. – Zaborski, D. – Wójcik, J. – Stankiewicz, T. (2013): Histological, molecular and transcriptional analysis of PIS goats. *Small Rum. Res.*, 116. 126–132.
- Vaiman, D. – Koutita, O. – Oustry, A. – Elsen, J.M. – Manfredi, E. – Fellous, M. – Cribiu, E.P. (1996): Genetic mapping of the autosomal region involved in XX sex-reversal and horn development in goats. *Mamm. Genome*, 7. 133–137.

- Vaiman, D. - Pailhoux, E. (2000): Mammalian sex reversal and intersexuality: deciphering the sex-determination cascade. *Trends in Genetics*, 16. 475-524.
- Vaiman, D. – Pailhoux, E. – Schibler, L. – Oustry, A. – Chaffaux, S. – Cotinot, C. – Fellous, M. – Cribiu, E.P. (1997): Genetic mapping of the polled/intersex locus (PIS) in goats. *Theriogenology*, 47. 103-109.
- Vaiman, D. – Schibler, L. – Oustry-Vaiman, A. – Pailhoux, E. – Goldammer, T. – Stevanovic, M. – Furet, J.P. – Schwerin, M. – Cotinot, C. – Fellous, M. – Cribiu, E.P. (1999): High-resolution Human/Goat comparative map of the goat Polled/Intersex syndrome (PIS): the human homologue is contained in a human YAC from HSA3q23. *Genomics*, 56. 31–39.

Érkezett: 2014. július

Szerzők címe: Bordán J. – Budai Cs. – Oláh J. – Kusza Sz. – Kovács A.
Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi
és Környezetgazdálkodási Kar, Állattenyésztéstudományi Intézet
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences
and Environmental Management, Institute of Animal Husbandry
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
olahja@agr.unideb.hu

Authors' Address: Egerszegi I. – Németh T.
Állattenyésztési és Takarmányozási és Húsipari Kutatóintézet, Nemzeti
Agrárkutató és Innovációs Központ,
Research Institute of Animal Breeding, Nutrition and Meat Science,
National Agricultural Research and Innovation Centre,
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

Bodó Sz.
Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet, Nemzeti Agrárkutató
és Innovációs Központ,
Agricultural Biotechnology Institute, National Agricultural Research
and Innovation Centre
H-2100 Gödöllő, Szent-Györgyi A. u. 4.
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar,
Állattenyésztés-tudományi Intézet
Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,
Institute of Animal Husbandry