



## Hazánkban elterjedt kecske és szarvasmarha fajták tejének ásványi anyag és zsírsav-összetétele

Pajor F., Galló O., Láczó E., Póti P.

Szent István Egyetem, Állattenyésztés-tudományi Intézet, 2103 Gödöllő, Péter Károly út 1.

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Az elmúlt évtizedekben folyamatosan nőtt a kecsketej és tejtermékek szerepe az emberi táplálkozásban, melyek alternatívaként szerepelnek a tehéntejből készült tejtermékekkel szemben. A vizsgálatunk célja, a hazánkban elterjedt tejelő kecske (alpesi, magyar nemesített fehér) és szarvasmarha (holstein-fríz, magyartarka) fajták ásványi anyag és zsírsav-összetételének összehasonlító értékelése. Kísérletünk során 10 magyar nemesített fehér, 8 alpesi kecske, továbbá 6 magyartarka és 6 holstein-fríz tehén adatait elemeztük értékeltük. Mindkét faj egyedeit azonos környezetben tartottuk, valamint az országban elterjedt és elfogadott technológia szerint takarmányoztuk. A vizsgálatok során értékeltük a tej beltartalmi értékeit (zsírmentes szárazanyag, tejszír, tejfehérje és tejcukor), ásványianyag-tartalmát (Ca, P, Cu és Fe) és a zsírsav-összetételét. Az eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált kecske és a szarvasmarha fajták teje között ásványianyag-tartalomban és zsírsav-összetételben nincs jelentős különbség, ezzel szemben a két faj között igen. A kecsketejnek magasabb a nyershamu- (0,82%), a vas- (0,64 mg/kg) és a réz tartalma (0,19 mg/kg) a tehéntejhez viszonyítva (0,74%; 0,39 mg/kg; 0,07 mg/kg;  $P < 0,05$ ), a kecsketej nagyobb arányban tartalmazott rövid szénláncú zsírsavakat (13,03 %), többszörösen telítetlen zsírsavakat (4,57 %) és konjugált linolsavat (0,80 %), mint a tehéntej (4,29%; 2,67%; 0,50%;  $P < 0,001$ ) (Kulcsszavak: kecske, szarvasmarha, tej, ásványi anyag, konjugált linolsav)*

### ABSTRACT

#### Composition of general goat and cattle breeds' mineral and fatty acid composition of milk in Hungary

F. Pajor, O. Galló, E. Láczó, P. Póti

Szent István University, Institute of Animal Husbandry, H-2103 Gödöllő, Péter K. u. 1.

*In recent decades an increasingly important role in the human diet has been attached to goat milk and milk products, which distinguishes it from cow milk and makes it a valuable alternative. The objective of this study was to compare the mineral contents, fatty acid profile of milk from 10 Hungarian Improved White, 8 Alpine goat, and 6 Hungarian Simmental and 6 Holstein Friesian cow. The animals were kept same environment and fed nationwide accepted and widespread feeding technology. Milk was analysed for solids non fat, fat, protein, lactose, mineral content (Ca, P, Cu and Fe) and fatty acid contents. The based on the results, between the examined goat and cow breeds were not found significantly differences in minerals and fatty acid profile. Further more, ash (0.82 %), iron (Fe) (0.64 mg/kg) and copper (Cu) (0.19 mg/kg) content was higher in goat milk compared to cow milk (0.74%; 0.39 mg/kg; 0.07 mg/kg;  $P < 0.05$ ). On the other hand, we found differences between two breeds in fatty acid compositions. Levels of short chain fatty acids (13.03%), proportion of*

*polyunsaturated fatty acids (4.57%) and conjugated linoleic acid (0.80 %) are significantly higher in goat than in cow milk (4.29%; 2.67%; 0.50%;  $P < 0.001$ ) in our sample.*

(Keywords: goat, cattle, milk, mineral, conjugated linoleic acid)

## BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben folyamatosan nőtt a kecsketej termelése (1980: 7,7 millió t, 2007: 14,8 millió t; *FAO*, 2008) és jelentősége a világon. Ezzel szemben az ezredforduló utáni időszakban a hazai kecskeállomány és kecsketejtermelés folyamatos csökkent (állomány: 2000: 189 ezer, 2007: 70 ezer; tejtermelés: 2000: 10,8 ezer t, 2007: 4,5 ezer t; *FAO*, 2008). Pedig a kecsketej termékek piacának növekedésére – hazánkban is – azért lehet számítani, mert kialakult egy olyan fogyasztói réteg, amely meg tudja fizetni a kecsketejből készült különleges termékeket, valamint az Európai Unió nem korlátozza az ágazat fejlesztését (*Szigeti és mtsai.*, 2005).

Az utóbbi években fokozódik az egészségvédő, bioaktív anyagok, pl. n-3 zsírsavak, konjugált linolsav (KLS) kutatása, melyeknek fokozott szerepet tulajdonítanak a humán egészségvédelemben. A bioaktív anyagok kutatása között jelentős helyet foglal el a konjugált linolsav egészségvédő hatásának tanulmányozása. A KLS csökkenti a daganatos megbetegedések előfordulásának kockázatát (*Belury*, 1995), modulálja az immunrendszert (*Cook és mtsai.*, 1993) továbbá érlelmeszesedés csökkentő hatását is megállapították (*Nicolasi és mtsai.*, 1997). A konjugált linolsav jelentőségéről és hatásairól legutóbb *Salamon és mtsai.* (2005abc) közöltek három átfogó tanulmányt.

A konjugált linolsavat a kérődzők bendőjében a *Butyrivibrio fibrisolvens* baktérium állítja elő linolsavból, de a konjugált linolsav előállításnak egy alternatív útja is ismert, amely során a konjugált linolsav a tejmirigyben vakcénsvból (transz-11 C<sub>18:1</sub>)  $\Delta^9$ -deszaturáz reakcióval képződik (*Bauman és mtsai.*, 2001). Egyes vizsgálatok szerint a legjobb mutatója a  $\Delta^9$ -deszaturáz aktivitásnak a C<sub>14:1</sub>/C<sub>14:0</sub> zsírsavak aránya a tejben (*Claps és mtsai.*, 2007).

Az ásványi anyagok közül a kalcium- és foszfortartalmat, a mikroelemek közül a vas- és réztartalmat vizsgáltuk. A kalcium a csontképződésben és a szervezet sav-bázis egyensúlyának kialakításában játszik szerepet. A tej és a tejtermékek az egyik legjelentősebb kalciumforrásnak minősülnek. A réz és a vas a különböző biokémiai folyamatokban résztvevő enzimek fontos alkotói.

Vizsgálatunk célja a Magyarországon széles körben elfogadott takarmányozási feltételek mellett, a legelterjedtebb tejelő kecske (alpesi, magyar nemesített fehér kecske) és tejelő szarvasmarha fajták (holstein-fríz, magyartarka) tejének nyershamu, kalcium, foszfor, réz és vas, valamint zsírsav-összetételének összehasonlító értékelése.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokhoz szükséges mintavételezést a Gödöllői Agrárközpont Kht (GAK Kht) Állattenyésztési Tanüzemében, Gödöllőn végeztük. Vizsgálatunkban 8 alpesi, 10 magyar nemesített fehér anyakecske, valamint 6 magyartarka, 6 holstein-fríz tehén tejének ásványi anyag, valamint zsírsav-összetételét értékeltük. A kecske fajták anyái, valamint a tehenek a fajon belül hasonló életkorúak (tehen: 4 év; kecske: 2 év) és azonos laktáció számúak (2. laktáció) voltak. Minden egyedtől a mintákat a laktáció első harmadában, a laktáció 3. hónapjában vettük. A mintákat a teljesen kifejt tőgy elegytejéből vettük, állatonként 3 x 20 ml nyerstejet gyűjtöttünk, ahol két db minta, fagyasztásra (-20 °C) került, a későbbi ásványi anyag és zsírsav meghatározás céljából. A harmadik tejmintába tejalvadás gátló tableta került, utána a mintát +4 °C-on tároltuk a laboratóriumba szállításig, mely a mintavétel napján történt. A minták zsírmentes szárazanyag-, tejfehérje-, tejszír-, tejcukor-tartalmának

a meghatározása spektrofotométer alkalmazásával történt (Combi Foss 5000, Foss Electric; ÁT Kft, Gödöllő). A kísérleti állatok tejének beltartalmi értékeit a 1. táblázat mutatja be.

## 1. táblázat

### A vizsgált genotípusok tejének beltartalmi összetétele (g/100 ml; átlag±szórás)

| Fajták(1)                  | Zsír %(2) | Fehérje %(3) | Tejcukor %(4) | Zsírintes szárazanyag %(5) |
|----------------------------|-----------|--------------|---------------|----------------------------|
| Magyar nemesített fehér(6) | 3,12±0,32 | 2,90±0,23    | 4,56±0,23     | 8,28±0,47                  |
| Alpesi(7)                  | 3,07±0,39 | 2,86±0,25    | 4,53±0,21     | 8,19±0,91                  |
| Magyartarka(8)             | 3,65±0,12 | 3,49±0,30    | 4,79±0,15     | 9,10±0,76                  |
| Holstein-fríz(9)           | 3,41±0,51 | 3,33±0,31    | 4,55±0,50     | 8,61±0,63                  |

Table 1. Composition of milk from examined genotypes

Breeds(1), Fat(2), Protein(3), Lactose(4), Non fat solids(5), Hungarian Improved White(6), Alpine(7), Hungarian Fleckvieh(8), Holstein Friesian(9)

Mindkét faj egyedeit azonos környezetben tartottuk, az országban széles körben elfogadott és elterjedt technológia szerint takarmányoztuk, vagyis a kecskék *ad libitum* lucerna szénát, kiegészítésként tejelő abrakkeveréket (1 kg/nap/egyed) kaptak. A teheneket monodiétán (kukorica szilázs, lucerna széna), és kiegészítésként tejelő abrakkeveréken (4 kg/nap/egyed) tartottuk. Mind a tehenek, mind a kecskék ugyanabból a lucerna és tejelő abrakkeverék tételből kaptak. Az etetett takarmányok beltartalmi értékeit a 2. táblázat mutatja be.

## 2. táblázat

### Az etetett takarmányok táplálóanyag összetétele

| Táplálóanyag (1)              | Mérték-egység (2) | Kukorica szilázs (3) | Lucerna széna (4) | Tejelő abrakkeverék (5) |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| Eredeti szárazanyag (6)       | g/kg takarmány    | 316                  | 900               | 887                     |
| Nyersfehérje (7)              | g/kg sza.         | 74                   | 133               | 164                     |
| Nyerszsír (8)                 | g/kg sza.         | 22                   | 13                | 31                      |
| Nyersrost (9)                 | g/kg sza.         | 236                  | 417               | 24                      |
| Nyershamu (10)                | g/kg sza.         | 56                   | 71                | 52                      |
| N-mentes kivonható anyag (11) | g/kg sza.         | 612                  | 474               | 729                     |

Table 2. Composition of fed forage

Component(1), Unit(2), Maize silage(3), Alfalfa hay(4), Milking concentrate mix(5), Original dry matter(6), Crude protein(7), Crude fat(8), Crude fibre(9), Crude ash(10), N. Free extracts(11)

A tejminták ásványianyag-tartalmát (kalcium, foszfor, vas és réz) szárítás és izzítás, majd feltárás után atomabszorpciós spektrofotométer segítségével határoztuk meg *Csapó*

és mtsai. (1994) szerint. A kecske- és tehéntej tejszír zsírsav-összetétel vizsgálata *Csapó és mtsai. (1995)* módszertani leírása alapján történt. Az ásványi anyag és a zsírsav-összetétel vizsgálatokat a Kaposvári Egyetem, Kémiai-Biokémiai Tanszékén végeztük.

A meghatározott adatok statisztikai értékeléséhez SPSS 14.0 programot használtunk (átlag, szórás, F és T-próba).

## EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

### A nyerstej ásványianyag-tartalmának vizsgálata

A vizsgálat első részében kecske és szarvasmarha fajták tejének ásványianyag-tartalmát határoztuk meg. Az ásványi anyag vizsgálat eredményeit a 3. táblázatban foglaljuk össze.

### 3. táblázat

#### A tehén és kecsketej ásványi anyag tartalma genotípusok szerint (átlag±SD)

| Vizsgált komponensek (1)   | Nyershamu, % (8) | Ca, mg/kg     | P, mg/kg      | Ca/P arány (9) | Cu, mg/kg | Fe, mg/kg |
|----------------------------|------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|-----------|
| Holstein fríz(2)           | 0,70±0,09        | 995,0±234,68  | 750,0±231,52  | 1,19±0,22      | 0,08±0,06 | 0,36±0,12 |
| Magyartarka(3)             | 0,78±0,07        | 999,50±133,24 | 845,0±106,07  | 1,36±0,22      | 0,06±0,02 | 0,41±0,13 |
| Alpesi(4)                  | 0,81±0,07        | 1083,0±146,84 | 795,0±91,83   | 1,37±0,15      | 0,18±0,09 | 0,62±0,20 |
| Magyar nemesített fehér(5) | 0,82±0,08        | 962,20±161,28 | 833,90±130,72 | 1,16±0,09      | 0,20±0,08 | 0,66±0,30 |
| Szarvasmarha (6)           | 0,74±0,10        | 988,17±195,79 | 796,67±205,32 | 1,28±0,21      | 0,07±0,04 | 0,39±0,12 |
| Kecske(7)                  | 0,82±0,08        | 996,71±161,83 | 822,79±118,78 | 1,22±0,14      | 0,19±0,08 | 0,64±0,26 |
| P <sup>SZ</sup>            | N.S.             | N.S.          | N.S.          | N.S.           | N.S.      | N.S.      |
| P <sup>K</sup>             | N.S.             | N.S.          | N.S.          | N.S.           | N.S.      | N.S.      |
| P <sup>F</sup>             | *                | N.S.          | N.S.          | N.S.           | *         | *         |

N.S.: nincs szignifikáns különbség; \*: P<0,05, P<sup>SZ</sup>: szignifikáns különbség a két szarvasmarhafajta között; P<sup>K</sup>: szignifikáns különbség a két kecskefajta között; P<sup>F</sup>: szignifikáns különbség a két faj között (*non significantly difference*, P<sup>SZ</sup>: *significantly difference between two cattle breeds*; P<sup>K</sup>: *significantly difference between two goat breeds*; P<sup>F</sup>: *significantly difference between two species*)

Table 3. Mineral composition of goat and cow milk according to genotypes

*Components(1), Holstein Friesian(2), Hungarian Fleckvieh(3), Alpine(4), Hungarian Improved White(5), Cattle(6), Goat(7), Ash(8), Ca/P ratio(9)*

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált fajták (alpesi, magyar nemesített fehér, valamint magyartarka és holstein-fríz) tejének ásványianyag-tartalma között nem volt szignifikáns különbség. Statisztikailag bizonyított különbséget (P<0,05) a két faj között a nyershamu (tehén: 0,74 %, kecske: 0,82 %;), a vas (0,40 mg/kg, 0,56 mg/kg;) és a réz (0,07 mg/kg, 0,19 mg/kg) esetén találtunk. Az eredményül kapott kecske- és tehéntej hamutartaloma az irodalmi adatokhoz hasonlóak voltak (*Parkash és Jennes, 1968; Csapó és Csapóné, 2002; Pennington és mtsai., 1995*). A mostani eredményeinkhez hasonlóan, *Csapó és Csapóné (2002)* vizsgálataikban szintén a kecsketej tartalmazott szignifikánsan több hamut, mint a tehéntej.

A vizsgált kecsketej kalciumtartalma (997 mg/kg) alacsonyabb volt *Posati és Orr (1976) (1940 mg/kg)*, valamint *Kondyli és mtsai. (1320 mg/kg)* eredményeihez képest,

míg hasonló volt *Grandison* (1986) (1000 mg/kg) és *Csapó és Csapóné* (2002) (900–1200 mg/kg) vizsgálataihoz. A tehéntej kalciumtartalmához (988 mg/kg) hasonlóak voltak *López és mtsai.* (1991) (1089 mg/kg), valamint *Pennington és mtsai.* (1995) (1010 mg/kg) mérési eredményei.

A kecsketej foszfortartalma (823 mg/kg) *Csapó és mtsai.* (1986), *Csapó és Csapóné* (2002) (800–1200 mg/kg) és *Voutsinas és mtsai.* (1990) eredményeikhez (800–1200 mg/kg) hasonló, de *Kondyli és mtsai.* (2007) által mértekhez képest (977 mg/kg) alacsonyabb értékeket mutattak. A szarvasmarhatej foszfortartalmára megállapított (797 mg/kg) eredményünkhöz képest nagyobb értékeket kaptak *Csapó és mtsai.* (1994) a vizsgálataik során (996 mg/kg).

A kecsketej réztartalmát (0,19 mg/kg) illetően az eredményeinktől eltérően magasabb réz koncentrációról számoltak *Csapó és mtsai.* (1986), *Csapó és Csapóné* (2002) (0,62 mg/kg), valamint *Kondyli és mtsai.* (2007) (0,80 mg/kg) a vizsgálataik során. A szarvasmarha tejének réztartalma (0,07 mg/kg) alacsonyabb volt, mint *Csapó és mtsai.* (1994) által publikált eredményeihez (0,30 mg/kg), de hasonló volt *Rodriguez és mtsai.* (2001) (0,07 mg/kg), valamint *Pennington és mtsai.* (1995) (0,04 mg/kg) által közöltekhez.

A kecsketej vastartalma (0,64 mg/kg) hasonló volt az irodalomban közölt eredményekhez (*Csapó és mtsai.*, 1986; *Csapó és Csapóné*, 2002; *Park és mtsai.*, 2007; *Kondyli és mtsai.*, 2007). A tehéntej vastartalma (0,39 mg/kg) hasonló volt *Moreno-Rojas és mtsai.* (1993) (0,44 mg/kg) és *Rincón és mtsai.* (1994) (0,44 mg/kg) eredményeihez.

#### **Nyerstej zsírsav-összetételének vizsgálata**

A vizsgálat második részében kecske és szarvasmarha fajták nyerstejének a zsírsav-összetételét határoztuk meg. A kecske illetve a szarvasmarha fajták tejének zsírsav-összetétel alakulását a 4. táblázat mutatja be.

Az alpesi és a magyar nemesített fehér kecskék tejszírjában található zsírsavak arányát értékelve megállapítható, hogy a két fajta zsírsav-összetételében számottevő különbség nem volt tapasztalható a következő zsírsavakat kivéve: kaprilsav (alpesi:1,83%, magyar nemesített fehér: 2,16%;  $P<0,05$ ), linolsav (2,15%, 3,08%;  $P<0,01$ ), arachidonsav (0,49%, 0,25%;  $P<0,05$ ).

A holstein-fríz és a magyartarka tehének tejének zsírsav-összetételében szintén nem volt jelentős eltérés. Szignifikáns különbséget a következő zsírsavak esetén találtunk: kaprinsav (holstein fríz: 1,09%, magyartarka: 1,27%;  $P<0,01$ ), kaprilsav (0,91%, 0,76%;  $P<0,01$ ), kaprinsav (2,65%, 2,29%;  $P<0,05$ ), arachidonsav (0,17%, 0,13%;  $P<0,001$ ) és a konjugált linolsav (0,41%, 0,58%;  $P<0,001$ ).

Az általunk vizsgált kecsketej fő zsírsavainak összetétele hasonló volt *Alonso és mtsai.* (1999), *Wójtowski és mtsai.* (2001), *Park és mtsai.* (2007) által közöltekhez. A vizsgált tehéntej mintáink zsírsav-összetétele hasonló a holstein, jersey, brown swiss, cseh tarka fajták tejének zsírsav-összetételéhez (*Morales és mtsai.*, 2000; *Delbecchi és mtsai.*, 2001; *Pesek és mtsai.*, 2005).

Az eredmények alapján, jelentős különbséget tudtunk kimutatni a két faj (kecske és szarvasmarha) tejének a zsírsav-összetételében.

Mindkét faj tejének a legnagyobb zsírsavfrakciója a palmitinsav (tehen: 38,65 %, kecske: 32,25%;  $P<0,001$ ) volt. További jelentős különbséget találtunk a két faj között rövid szénláncú zsírsavak (kapron, kapril és kaprinsav), a linolsav (1,28%, 2,81%;  $P<0,001$ ),  $\alpha$ -linolénsav (0,42%, 0,56%;  $P<0,001$ ), eikozapentaénsav (0,04%, 0,09%;  $P<0,01$ ), arachidonsav (0,15%, 0,35%;  $P<0,001$ ), valamint a konjugált linolsav (0,50%, 0,74%;  $P<0,01$ ) tartalmában.

**4. táblázat**

**Tehén és kecsketej zsírsav-összetétele genotípusok szerint  
(g/100g zsírsav)(átlag±SD)**

| Zsírsavak (1)   | Holstein-fríz (2) | Magyar-tarka (3) | Alpesi (4)  | Magyar nemesített fehér (5) | Szarvasmarha (6) | Kecske (7)  | P <sup>sz</sup> | P <sup>k</sup> | P <sup>f</sup> |
|---|-------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|
| C6:0 Kapronsav (8)  | 1,09±0,13         | 1,27±0,10        | 1,11±0,28   | 1,34±0,13                   | 0,97±0,18        | 1,26±0,22   | **              | N.S.           | ***            |
| C8:0 Kaprilsav (9)  | 0,91±0,03         | 0,76±0,09        | 1,83±0,39   | 2,16±0,24                   | 0,83±0,10        | 2,01±0,35   | **              | *              | ***            |
| C10:0 Kaprinsav (10)  | 2,65±0,09         | 2,29±0,27        | 8,86±2,01   | 10,00±1,32                  | 2,47±0,27        | 9,49±1,71   | *               | N.S.           | ***            |
| C12:0 Laurinsav (11)  | 3,54±0,15         | 3,30±0,27        | 5,29±1,42   | 5,27±1,61                   | 3,42±0,24        | 5,27±1,49   | N.S.            | N.S.           | ***            |
| C14:0 Mirisztinsav (12)   | 12,76±0,53        | 12,80±0,43       | 12,77±1,30  | 11,98±1,67                  | 12,78±0,46       | 12,33±1,53  | N.S.            | N.S.           | N.S.           |
| C14:1 Mirisztolajsav (13)   | 1,07±0,23         | 1,09±0,11        | 0,16±0,06   | 0,19±0,08                   | 1,08±0,18        | 0,17±0,07   | N.S.            | N.S.           | ***            |
| C16:0 Palmitinsav (14)  | 39,06±2,25        | 38,24±3,10       | 32,74±3,70  | 32,05±3,33                  | 38,65±2,62       | 32,36±3,41  | N.S.            | N.S.           | ***            |
| C16:1 Palmitolajsav (15)  | 1,97±0,27         | 1,83±0,45        | 0,97±0,07   | 0,82±0,20                   | 1,90±0,36        | 0,89±0,17   | N.S.            | N.S.           | ***            |
| C18:0 Szterainsav(16)   | 8,97±1,01         | 8,49±0,81        | 8,11±3,27   | 7,72±1,70                   | 8,73±0,91        | 7,89±2,44   | N.S.            | N.S.           | N.S.           |
| C18:1 Olajsav(17)   | 20,82±1,04        | 20,39±0,43       | 21,27±4,98  | 17,73±2,99                  | 20,61±0,79       | 19,31±4,27  | N.S.            | N.S.           | N.S.           |
| C18:2n6 Linolsav(18)  | 1,30±0,23         | 1,26±0,16        | 2,15±0,47   | 3,08±0,79                   | 1,28±0,19        | 2,66±0,80   | N.S.            | **             | ***            |
| C18:3n3 α-linolénsav(19)  | 0,40±0,11         | 0,43±0,11        | 0,53±0,08   | 0,59±0,09                   | 0,42±0,10        | 0,56±0,09   | N.S.            | N.S.           | ***            |
| C20:5n3 Eikozapentaénsav (20)   | 0,05±0,04         | 0,03±0,01        | 0,07±0,05   | 0,10±0,03                   | 0,04±0,03        | 0,09±0,04   | N.S.            | N.S.           | **             |
| C20:4n6 Arachidonsav (21)   | 0,17±0,01         | 0,13±0,01        | 0,49±0,23   | 0,25±0,09                   | 0,15±0,02        | 0,35±0,20   | ***             | *              | **             |
| Rövid szénláncú (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> ) zsírsavak (22)                       | 4,68±0,22         | 3,89±0,48        | 12,21±2,08  | 13,61±1,63                  | 4,29±0,55        | 13,03±1,90  | **              | N.S.           | ***            |
| Hiperkoleszterémiás zsírsavak (C <sub>12</sub> +C <sub>14</sub> +C <sub>16</sub> ) (23) | 55,36±2,31        | 54,34±3,32       | 50,80±5,78  | 49,29±3,99                  | 54,85±2,78       | 49,96±4,77  | N.S.            | N.S.           | **             |
| Telített zsírsavak (24)   | 73,82±1,18        | 71,24±3,39       | 73,37±6,00  | 73,68±3,91                  | 72,53±2,77       | 73,57±4,79  | N.S.            | N.S.           | N.S.           |
| Egyszeresen telítetlen zsírsavak (25)   | 25,28±1,15        | 24,99±0,51       | 23,47±5,40  | 21,71±3,18                  | 25,13±0,86       | 22,49±4,26  | N.S.            | N.S.           | *              |
| Többszörösen telítetlen zsírsavak (26)  | 2,66±0,10         | 2,67±0,22        | 4,02±0,78   | 5,01±1,18                   | 2,67±0,17        | 4,57±1,09   | N.S.            | N.S.           | ***            |
| Konjugált linolsav (27)   | 0,41±0,06         | 0,58±0,02        | 0,73±0,15   | 0,95±0,42                   | 0,50±0,10        | 0,80±0,33   | ***             | N.S.           | **             |
| Deszaturáz index (C <sub>14:1</sub> /C <sub>14:0</sub> ) (28)                           | 0,084±0,015       | 0,085±0,010      | 0,012±0,004 | 0,016±0,005                 | 0,084±0,012      | 0,014±0,005 | N.S.            | N.S.           | ***            |

N.S.: nincs szignifikáns különbség; \*: P<0,05; \*\*: P<0,01; \*\*\*: P<0,001, P<sup>sz</sup>: szignifikáns különbség a két szarvasmarhafajta között; P<sup>k</sup>: szignifikáns különbség a két kecskefajta között; P<sup>f</sup>: szignifikáns különbség a két faj között (*non significantly difference*, P<sup>sz</sup>: *significantly difference between two cattle breeds*; P<sup>k</sup>: *significantly difference between two goat breeds*; P<sup>f</sup>: *significantly difference between two species*)

*Table 4. Fatty acid composition of goat and cow milk according to genotypes*

*Fatty acids(1), Holstein Friesian(2), Hungarian Fleckvieh(3), Alpine(4), Hungarian Improved(5), Cattle(6), goat(7), Caproic acid(8), Caprylis acid(9), Capric acid(10), Lauric acid(11), Myristic acid(12), Myristoleic acid(13), Palmitic acid(14), Palmitoleic acid(15), Stearic acid(16), Oleic acid(17), Linoleic acid(18), Linolenic acid(19), Eicosapentaenoic acid(20), Arachidonic acid(21), Short chain fatty acids(22), Hypercholesterolemic fatty acids(23), Saturated fatty acids(24), Monounsaturated fatty acids(25), Polyunsaturated fatty acids(26), Conjugated linoleic acid(27), Desaturase index(28)*

A kecsketejben a rövid szénláncú zsírsavak ( $C_6$ – $C_{10}$ ) mennyisége kb. háromszor nagyobb, mint a tehéntejben (tehén: 4,29%, kecske: 13,03%;  $P < 0,001$ ). Ennek azért van jelentősége, mert a rövid szénláncú zsírsavak emészthetősége jobb, mint a többi zsírsavé. A kecsketejet könnyű emészthetőségük miatt csecsemőtápszerekben és beteg emberek ételmezésénél alkalmazzák.

Ramos és Juarez (1986) a  $C_{12:0}/C_{10:0}$  arányt javasolja a kecsketej eredetiség megállapításához. Jelen munkában, a kecsketejben a két zsírsav aránya (0,56) hasonló volt Alonso és mtsai. (1999) (0,50) és Iverson és Sheppard (1989) (0,46) eredményeihez kecsketejben. Ezzel szemben a tehéntejben a két zsírsav aránya lényegesen eltér, a vizsgálatunkban ez az érték 1,38 volt, melyhez hasonló értékeket Iverson és Sheppard (1989), illetve Wolf (1995) találtak (1,16; 1,14).

Szignifikáns különbséget ( $P < 0,05$ ) tapasztaltunk az un. egészséget veszélyeztető zsírsavak (laurin-, mirisztin- és palmitinsav) mennyiségében. Ulbricht és Southage (1991) és Williams (2000) megfigyelték, hogy elsősorban a laurin, mirisztin és palmitinsavak felelősek a vérplazma megnövekedett koleszterin, és az alacsony sűrűségű lipoprotein (LDL) koncentrációjáért, míg a többi telített zsírsav (SFA) pl. a sztearinsav, nem. Ezeket a zsírsavakat más néven hiperkoleszterémiás zsírsavaknak nevezik.

A telített zsírsav arányában nem volt különbség a fajok között. A telítetlen zsírsavak közül az egyszerűen telítetlen zsírsavak aránya a tehéntejben volt magasabb ( $P < 0,05$ ), ezzel szemben a telítetlen zsírsavak aránya a kecsketejben volt magasabb ( $P < 0,01$ ).

A kecsketejben nagyobb volt a KLS-tartalom, amely humán táplálkozásbiológiai szempontból rendkívül nagy jelentőségű zsírsav. A KLS a kérődzőkben termelődik, mikor is a linolsavból biohidrogenizáció első lépéseként konjugált linolsav képződik. További fontos zsírsav a linolénsav, melynek fontos szerepe van a kardiovaszkuláris és daganatos megbetegedések megelőzésében. Mint ismeretes, a konjugált linolsavat a kérődzők bendőjében a *Butyrivibrio fibrisolvens* baktérium állítja elő linolsavból. A  $\Delta^9$ -deszaturáz aktivitást jelző  $C_{14:1}/C_{14:0}$  arány a vizsgált fajták között nem volt eltérés, ezzel szemben jelentős ( $P < 0,001$ ) különbség adódott a két faj között. Vizsgálatunk során legnagyobb arányt a tehéntej (0,088) mutatta összehasonlítva a kecsketejjel (0,016) ( $P < 0,001$ ). Az eredményünk azt mutatja, hogy eltérés tapasztalható a kérődző fajok között a  $\Delta^9$ -deszaturáz enzim aktivitása között, vagyis a tehén tejmirigyében nagyobb arányú a  $\Delta^9$ -deszaturáz reakció, mint a kecske tejmirigyében. Fontos megjegyezni, hogy bár a  $\Delta^9$ -deszaturáz aktivitásban lényeges különbség van a két faj között, ennek ellenére a kecsketejben magasabb a konjugált linolsav koncentráció.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált kecske fajták (alpesi, magyar nemesített fehér), valamint szarvasmarha fajták (magyartarka és holstein-fríz) tejének ásványianyag-tartalma és zsírsav-összetétele között nem volt jelentős különbség. Ezzel szemben, jelentős különbséget találtunk a két faj nyershamu-, vas- és réztartalmában, továbbá jelentős eltérést tudunk kimutatni a két faj zsírsav-összetételében is.

Legjelentősebb különbségeket a rövid szénláncú zsírsavak, a hiperkoleszterémiás zsírsavak (laurin, mirisztin és palmitinsav), a többszörösen telítetlen zsírsavak és a konjugált linolsav esetén találtunk. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kecsketej táplálkozásbiológiai szempontból értékesebb, mint a tehéntej.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Munkánkat a Baross pályázat (OMFB-01174/2006) támogatta.

## IRODALOM

- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M.J., Juarez, M. (1999): Fatty acid composition of Caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 82. 878-884.
- Bauman, D.E., Baumgard, L.M., Corl, B.A., Griinari, J.M. (2001): Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In: Tsiplaku, E., Mountzouris, K.C., Zervas, G. (2006): Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livest. Sci.*, 103. 74-84.
- Belury, M.A. (1995): Conjugated dienic linoleate: a polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutr. Rev.*, 53. 83-89.
- Claps, S., Pizzillo, M., Di Trana, A., Rubino, R., Cifuni, G.F., Impemba, G. (2007): Effect of goat breed on milk and cheese characteristics. The quality of goat products, Bella, Italy, 24-26 May
- Cook, M.E., Miller, C.C., Park, Y., Pariza, P. (1993): Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth depression. *Poultry Sci.*, 72. 1301-1305.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs., Seregi J. (1986): A kecsketej fehérjetartalma, aminosav-összetétele, biológiai értéke és makro- és mikroelem-tartalma. *Állattenyésztés és Takarmányozás.*, 4. 375-382.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs., Kovách G., Kováts D. (1994): A koca kolosztrumának és tejének összetétele. 1. Közlemény: zsírtartalom, zsírsavösszetétel, vitamin-, makro- és mikroelem-tartalom. *Állattenyésztés és Takarmányozás.*, 43. 5. 415-4330.
- Csapó, J., Stefler, J., Martin, T.G., Makray, S., Csapó-Kiss, Zs. (1995): Composition of mare's colostrum and milk. I. Fat content and fatty acid composition. *Inter. Dairy J.*, 5. 393-402.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002): Tej és tejtermékek a táplálkozásban. *Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 88-103.
- Delbecchi L., Ahnadi C.E., Kenelly J.J., Lacasse P. (2001): Milk fatty acid composition and mammary lipid metabolism in Holstein cows fed protected or unprotected canola seeds. *J. Dairy Sci.*, 84. 1375-1381.
- FAO (2008): <http://faostat.fao.org/default.aspx> (letöltés: 2008. november 10.)
- Grandison, A. (1986): Causes of variation in milk composition and their effects on coagulation and cheese making. *Dairy Ind. Int.*, 51. 21-24.
- Haenlein, G.F.W. (1995): Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. *Proceedings of the IDF/Greek National Committee of IDF/Cirval Seminar held Crete (Greece).* 159-178.
- Iverson, J.L., Sheppard, A.J. (1989): Detection of adulteration in cow, goat, and sheep cheeses utilizing gas-liquid chromatographic fatty acid data. *J. Dairy Sci.*, 72. 1707-1712.
- Jandal, J.M. (1996): Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 22. 177-185.
- Jennes, R. (1980): Composition and characteristics of goat milk. *Review 1968-1979. Dairy Sci.*, 63. 1605-1630.
- Kondyli, E., Katsiari, M.C., Voutsinas L.P. (2007): Variations of vitamin and mineral contents in raw goat milk of the indigenous Greek breed during lactation. *Food Chem.*, 226-230.
- López M.P., Paseiro L.P., Simal L.J. (1991). Elementos traza en leche natural de vaca. *Aliment.*, 226. 45-47.



- Morales M.S., Palmquist D.L., Weiss W.P. (2000): Milk fat composition of Holstein and Jersey cows with control or depleted copper status and fed whole soyabeans or tallow. *J. Dairy Sci.*, 83. 2112-2119.
- Moreno-Rojas, R., Amaro-López, M. A., and Zurea-Cosano, G. (1993). Micronutrients in natural cow, ewe and goat milk. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 44. 37-46.
- Nicolasi, R.J., Rogers, E.J., Kritchevski, D., Scimeca, J.A., Huth, P.J. (1997): Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherogenesis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery.*, 22. 266-277.
- Park, Y.W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007): Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 68. 88-113.
- Parkash, S., Jenness, R. (1968): The composition and characteristics of goat milk: Review. *Dairy Sci. Abstr.*, 30. 67-72.
- Pennington, J.A.T., Schoen, S.A., Salmon, G.D., Young, B., Johnson, R.D., Marts, R.W.J.E. (1995): Composition of core foods of the U.S. food supply, 1982-1991II. Calcium, magnesium, iron and zinc. *J. Food. Comp. Anal.*, 8. 129-169.
- Pesek, M., Spicka, J., Samkova, E. (2005): Comparison of fatty acid composition in milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 50. 122-128.
- Posati, L.P., Orr, M.L. (1976): Composition of Foods, Dairy and Egg Products, Agriculture Handbook. No. 8-1. USDA-ARS, Consumer and Food Economic Institute Publisher, Washington, DC, 77-109. In: Jandal, J.M. (1996): Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 22. 177-185.
- Ramos, M., Juarez, M. (1986): Chromatographic, electrophoretic and immunological methods for detecting mixtures of milks from different species. 175-187. in IDF Doc. 202. *Int. Dairy Fed.*, Brussels, Belgium.
- Rincón, F., Moreno, R., Zurera, G., Amaro, M. (1994): Mineral composition as a characteristic for the identification of animal origin of milk. *J. Dairy Res.*, 61. 151-154.
- Rodriguez, R.E.M., Sanz, M.A., Diaz, R.C. (2001): Mineral Concentrations in Cow's Milk from the Canary Island. *J. Food Comp. Analysis*, 14. 419-430.
- Salamon R., Szakály S., Szakály Z., Csapó J. (2005a): Konjugált linolsav (CLA) – tejtermékek – humánegészség. 1. Alapismeretek és CLA a tejben. *Tejgazdaság*. 65. 4-13.
- Salamon R., Szakály S., Szakály Z., Csapó J. (2005b): Konjugált linolsav (CLA) – tejtermékek – humánegészség. 2. CLA a tejtermékekben és egyes élelmiszerekben. *Tejgazdaság*. 65. 14-21.
- Salamon R., Szakály S., Szakály Z., Csapó J. (2005c): Konjugált linolsav (CLA) – tejtermékek – humánegészség. 3. A CLA és hatásai az emberi szervezetben. *Tejgazdaság*. 65. 22-31.
- Szigeti O., Sente V., Szakály Z. (2005): Fogyasztói megítélés a kecsketej termékek piacán. *Élelmiszer, táplálkozás és marketing*, 2. 1-2. 29-37.
- Ulbright, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991): Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet.*, 338. 985-992.
- Williams, C.M. (2000): Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootechnie.*, 49. 165-180.
- Wójtowski, J., Danków, R., Gut, A., Pikul, J., Slósarz, P., Stanisz, M., Steppa, R. (2001): Fatty acid composition and cholesterol content of sheep and goat milk fat during lactation. *Arch. Tierz.*, 44. Special Issue, 299-308.
- Wolf, R.L. (1995): Content and distribution of trans-18:1 acids in ruminant milk and meat fats. Their importance in European diets and their effect on human milk. *JAACS* 72. 259-272.

Voutsinas, L., Pappas, C., Katsiari, M. (1990): The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.*, 57. 41-51.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

**Pajor Ferenc**

Szent István Egyetem, Állattenyésztés-tudományi Intézet  
2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

*Szent István University, Institute of Animal Husbandry  
H-2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.*

Tel.: 28-522-000, Fax: 28-410-804

e-mail: pajor.ferenc@mkk.szie.hu