

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATTENYÉSZTÉSI TANSZÉK

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető: **Dr. Bánszki Tamás** az MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Jávor András
egyetemi tanár

Dr. Fenyvessy József
egyetemi tanár

„DOKTORI (PH.D) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”

**A JUHTEJ TERMELÉSE, MINŐSÉGE ÉS FELDOLGOZÁSA
KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK**

Készítette:

Csanádi József
doktorjelölt

Debrecen

2005.

1. A kutatás célkitűzései

A juhtenyésztés nyereségessé tétele a kifejt tej mennyiségének és minőségének együttes növelésével elérhető. A juhtejtermelés lényeges növelését nagyobb létszámú anya fejésével, az egyedi tejtermelési képességek javításával (pl. keresztezéssel), egyúttal korszerű tartástechnológia alkalmazásával (korszerű gyepgazdálkodás, nagyobb nyájak, gépi fejés megvalósítása, stb.) lehet elérni. A tejtermelés növekedése kihat a juhtejből készült termékek minőségére, mennyiségére, piaci fogadtatására is, s mindez értelemszerűen pozitív visszacsatolást jelenthet a juhágazat gazdaságosságához.

Így PhD dolgozatom célja a magyar juhtenyésztés, a juhágazat segítése, a magyar juhágazat számára mind tudományos értékű, mind gyakorlati szempontból hasznos információk szolgáltatása a következő területeken:

- a juhtenyésztés jövedelmezőségének növelése a tejtermelés, tejhozam növelésének lehetőségével, a cigája fajtával,
- a juhtej egyes beltartalmi jellemzőinek vizsgálatával, a juhtej kedvező táplálkozás-élettani megítélésének hangsúlyozása,
- újra felfedezett termék („tarhó”, azaz juhtej joghurt) gyártástechnológiájának kidolgozása,
- a szomatikus sejtszám hatásának megállapítása egyes termékek minőségére és gazdaságos gyártására.

2. A kutatás előzményei

Elsősorban különleges érzékszervi tulajdonságaik miatt igen népszerűek a világ számos területén a különböző, juhtejből készített termékek. A juhtej összetétele, az alkotórészek mennyiségét és arányát, valamint élettani hatását tekintve előnyösebb, mint a tehéntejé. A juhtejből készített termékek közül a sajtok a legismertebbek és legkeresettebbek. A gyártók számára az is kedvelté teheti a juhtejet, hogy juhsajt gyártásakor a magas fehérjetartalomtól fakadóan lényegesen nagyobb a sajtkihozatal, mint tehéntej feldolgozásakor. A pozitívumok ellenére hazánkban a juhtej termelése és feldolgozása hosszú évek óta stagnál. Ennek magyarázata a juhtenyésztés alacsony jövedelmezősége. A kedvezőtlen körülmények hatására a nyolcvanas évek közepén regisztrált 3 millió feletti létszámról az egymilliót alig meghaladóra zsugorodott a juhállomány. Az állomány csökkenését természetesen követte a megtermelt tej mennyiségének csökkenése is. A 70-es évek 20 millió liter éves juhtej felvásárlása ma már csak kellemes emlék az utóbbi évek egy millió liter körüli éves felvásárláshoz képest.

Ugyanakkor a juhtejből készült termékek igen népszerűek szerte a világon, így hazánkban is. A kereskedelmi forgalom adatai azt bizonyítják, hogy a belföldi piac lényegesen több juhtejből készült terméket tud befogadni. E mellett, hazai adatok bizonyítják, hogy a juhtartásból származó bevételben jelentős részt, kb. 30%-ot is képviselhet a tej (KUKOVICS és NAGY, 1999). A tehéntej minőségével kapcsolatos több évtizedes áldozatos munka bizonyítja, hogy a jó tejminőség feltételei a magas termelési színvonal és a

jó higiénia színvonal, amely olyan mértékű bevételt hoz, ami elbírja a minőség biztosításához szükséges beruházásokat is.

A hazai, fejt juhajtókra vonatkozó újabb vizsgálatok alapján (KUKOVICS és mtsai 1993, JÁVOR 1994, JÁVOR és mtsai 1998, JÁVOR 1998, KOMLÓSI, 1998, GULYÁS és KOVÁCS 1998, KUKOVICS és NAGY 1999, GULYÁS 2002), elmondható, hogy a tejtermelés növelésére a merinónak, tejtermelő fajtákkal történő keresztezésére lehet szükség.

Az őshonos cigája, mint a tejtermelő juhászatok lehetséges juhajtója, az utóbbi években került ismét az intenzíven vizsgált fajták közé. A cigája tejjével PÓCZOS, (1930), majd a 40-es években FEJÉR (1942), GAÁL (1956, 1957) foglalkozott részletesebben. Az 1990-es évektől a tejelő célú juhászatok fejlesztése érdekében, más fajták mellett, a cigája anyajuhok keresztezett állományainak tejtermelését is elkezdtek vizsgálni. Az újabb kutatások között meg kell említeni KÓSA (1998) munkáját és KUKOVICS és JÁVOR (2002c) áttekintő cikkét.

A juhtej összetételéről, tulajdonságairól számos hazai és külföldi szerző számolt be az elmúlt évtizedekben. Hazai szerzők régebbi közlései közül alapvetőnek tekinthetjük CSISZÁR (1928), SCHANDL (1937), BALATONI (1963) munkáit, amelyek a fésüsmerinó juhajtó tejjének összetételére nyújtanak értékes adatokat. Az elmúlt évtizedben nagy mintaszámú kísérletekből származó részletes adatokat közölt a fésüsmerinó tejjének összetételéről FENYVESSY (1992), valamint merinó és merinóval keresztezett különböző genotípusok tejjének tejtermeléséről KUKOVICS és mtsai (1992), a tej összetételéről JÁVOR (1994).

A tej összetételének laktáció alatti változását követte nyomon pl. (CSAPÓ, 1992; FENYVESSY, 1992; MUCSI, 1997; BEDŐ és mtsai, 1999). Egy-egy alkotórész kiemelt vizsgálatával több szerző is foglalkozott. DÖRNERNÉ (1954), CSAPÓ (1992) a juhtej vitamintartalmát, CSAPÓ (1992) az ásványi anyagok mennyiségét vizsgálta.

Az elmúlt évtizedekben a tehéntej zsírsóját, annak összetételét alaposan tanulmányozták, a juhtej zsírsavösszetételével kapcsolatosan viszont lényegesen kevesebb közlemény jelent meg. Egyes szerzők megállapítása szerint a juhtej zsírsavösszetétele hasonló a tehéntejéhez (ADRIAN, 1973; BALATONI és KETTING, 1981; RAMOS és JUAREZ, 1984). Mások egyes zsírsavak tekintetében jelentős különbséget állapítottak meg a tehéntej zsírsavösszetételéhez képest (MORRISON, 1968; BIACS, 1976; POSATTI és ORR, 1976; SAWAYA és SAFI, 1984; SAWAYA és KHALLIL és mtsai, 1985; SVERN, 1979). Néhány szerző szerint, elsősorban a 4-12 szénatomszámú, valamint a telítetlen zsírsavak nagyobb arányával magyarázható a juhtej zsírsójának, tehéntejénél kedvezőbb élettani megítélése (FENYVESSY, CSANÁDI 1999, HAENLEIN, 2001).

A cigája anyajuh tejzsírsójának zsírsavösszetételére vonatkozóan csupán KUKOVICS és mtsai (2004c) közölnek összefoglaló adatokat.

A tejben és tejtermékekben található D-aminosavak nagyobb mennyiségben toxikusnak bizonyultak állatkísérletekben, ugyanakkor a humán vonatkozásokat nem ismerjük pontosan. Az élelmiszerek a D-aminosavak ismert forrásai, és egyes technológiai műveletek alkalmazása bizonyítottan növeli azok mennyiségét. A tehéntej és a tehéntejből készült különböző

termékek egyes D-aminosavait többen vizsgálták (pl. STEINBERG és mtsai, 1981, BADA 1985, PALLA és mtsai (1989), GANDOLFI és mtsai 1992, BRUCKNER és HAUSCH 1990, CSAPÓ és mtsai 1995; 1996; 1997,) ám a juhtej D-aminosavtartalmáról eddig nem rendelkezünk adatokkal.

A juhtej összetételének és minőségének a különböző termékek minőségére vonatkozó hatását kevesen vizsgálták. Mivel a juhtejből leginkább sajtokat készítenek, a közlemények többsége erre a termékcsoporthoz vonatkozik.

Juhtejből készülő Kashkaval sajtra FENYVESSY (1992) dolgozott ki kitermelést becsülő egyenletet, míg a Pecorino Romano és Pecorino Sardo juhsajtok kitermelését szoros korrelációval becsülte PIRISI és mtsai (1994) az üsttej fehérje- és zsírtartalma alapján. Az újabb publikációk közül, a juhtej alvadási-képességeit az alvadási idővel, az alvadék keménységével és konzisztenciájával jellemezte BENCINI (2002), aki a tehéntejhez képest lényeges eltéréseket tapasztalt. AULDIST és mtsai (1996) a laktáció utolsó harmadából származó tejnél kisebb hőstabilitásról, valamint a tárolás során erősebb érzékszervi elváltozásról számoltak be.

A masztitiszes tehéntejjel kapcsolatos kutatások kiterjedtek a szubklinikai tüneteket mutató állatok kiszűrésére, a betegség elleni védekezés módjaira és a technológiai műveletekre gyakorolt hatások értékelésére (EMBAREK és mtsai, 1989; MERÉNYI és VÁGNER, 1989; SZAKÁLY, 2000). Több közlemény található a kecsketejre vonatkozóan is (ZENG és ESCOBAR 1995; OULD ELEYA és mtsai 1995; KALIGRIDOU és mtsai 1995; RYNIEWICZ és mtsai 1995; WOJTOWSKI és mtsai 1995).

Igen kevés adat található azonban a juhtejre vonatkozóan. A kutatások elsősorban a higiéniai minőségnek a tejösszetételre gyakorolt hatásait vizsgálták (KUKOVICS és mtsai, 1995; DE LA FUENTE és mtsai, 1998).

Napjainkban sem elégségesek ismereteink a gyulladással összefüggő származó juhtej előfordulásának mértékéről és főként a magas szomatikus sejtszámnak az ipari feldolgozás során jelentkező kedvezőtlen hatásairól.

A juhtej higiéniai minősége és a belőle készített savanyú készítmények, minősége közötti kapcsolatáról nem találtunk közléseket.

3. A kutatás módszerei

3.1. Juhok tartása, takarmányozása, mintavétel

A cigája anyajuh tejtermelésére, a tej összetételére, minőségére vonatkozó vizsgálatokhoz Dani János, makó-rákosi juhász állományából vettük a mintákat. A fejés kézzel történt, a tőgyeket teljesen kifejtük. Az elegytej minták a napi termelést reprezentálták (reggeli + esti fejés együtt).

Az egyedi vizsgálatokhoz 12 várhatóan átlagos képességű anyát választottunk ki. Ezzel el akartuk kerülni, hogy túlbecsüljük a fajta képességeit.

A nyáj szabadtartású volt, csupán az éjszakát töltötte a hodályban. A takarmányozás, legeltetésre alapozott, jellemzően extenzív volt. Az időjárástól és a rendelkezésre álló legelőtől függően a legszükségesebb esetben abrak kiegészítés is adtunk (0,2-0,3 kg/anya).

3.2. Nyerstej vizsgálatok

A cigája anyajuhok egyedi tejmintáit egy makó-rákosi, nem fajtatizsza tejelő (továbbiakban „vegyes”) cigája állomány kiválasztott egyedeitől vettük 2000 és 2001 években. A nyerstej mintákat MSZ EN ISO 707:2000 szerint a termelőhelyen vettük.

Vizsgáltuk a tej fő alkotórészeinek mennyiségét (fehérje-, zsír-, tejcukor-, hamutartalmát, szárazanyag- és zsírintes szárazanyag-tartalmát IDF Standard 141B:1996 szerint), pH értékét (MSZ3707:1981), az erjedésgátló anyagok jelenlétét (MSZ 3708:1983), az összes élő csíraszámot (MSZ ISO 6610:1993) és a szomatikus sejtszámot (MSZ EN ISO 13366-2:2000). A tejidegen gátlóanyagok kimutatását „Delvotest Multi SP” szettel végeztük. A minták vizsgálatára a nyerstej minősítésére akkreditált műszereket alkalmaztuk.

3.3. Juhtej joghurtminták készítése

A régen „tarhó”-ként leírt (GRATZ 1930), de már feledésbe merült juhtej joghurt mintáit mi készítettük. A joghurt előállításakor 75 °C-os pasztörözést alkalmaztunk 5 perc hőntartással, majd a már optimált, 120 bar nyomáson homogénezük a tejet. A fermentálást *Lactobacillus bulgaricus* - *Streptococcus thermophilus* kultúrával végeztük 45°C-on, 4,6 pH-ig, amit 8°C-on történő érlelés követett 24 órán át.

3.4. D-aminosavak meghatározása

A hőkezelés hatásának vizsgálatára a nyers juhtejet ún. „LTLT” (Low Temperature Long Time) eljárással, 60°C-on 15 perc hőntartással, ún. „HTST” eljárással (High Temperature Short Time) 70, ill. 80, °C-on 1

perc hőntartással, és sterilizéssel 120 °C-on 10 perc hőntartással hőkezeltük. Így három, a tejiparban is alkalmazott, eltérő típusú hőkezelési mód hatását tudtuk vizsgálni. A termékminták a saját készítésű juhtej joghurt kivételével, gyártótól, ill. a kereskedelemből származtak.

A liofilezett minták D-aminosav tartalmát a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Kémiai Intézetében, nagyhatékonyságú folyadék kromatográfiával fluorenil-etil-kloroformáttal (CSAPÓ, és EINARSSON, 1993) ill. o-ftálaldehid/tetra-O-aceti- β -D-glükopiranozid (FOLESTADT és mtsai 1994) királis reagensekkel történő oszlop előtti származékképzéssel határoztuk meg.

3.5. A szomatikus sejtszám kitermelésre gyakorolt hatásának vizsgálata

Kísérleti sajtok gyártása

Minden gyártáshoz 8 liter tejet használtunk, melyet 65°C-on 20 perces hőntartással hőkezeltük, majd 30°C-on végeztük a kultúrázást és az adalékanyagok hozzáadását. Két óra időtartamú utóérlelés után végeztük a beoltást, majd a továbbiakban a félkemény sajtok gyártásánál szokásos módon végeztük az üstmunkát. A sózást 16°C hőmérsékletű, 5,6 pH értékű 22% töménységű sólében végeztük, minden esetben 20 óra időtartamig.

Kitermelés vizsgálata

Kitermelés alatt a 100 liter üsttejből előállított sajt tömegének százalékos formában kifejezett arányát értjük. A kitermelés értékét a sózás után, a sajtfelület leszárítása utáni tömegmérés alapján állapítottuk meg. A kitermelési adatok korrekt összehasonlítása érdekében, állandó nedvességtartalmú sajtokra számoltuk át a mért értékeket.

3.6. Zsírsvanalízis

A minták zsírsvanalízise a Kaposvári Egyetem Kémiai Intézetében történt.

Minta-előkészítés: A mintákat cc. sósavval forró vízfürdőn való roncsolás után etanollal kevertük. Ezután a lipideket éterrel, majd petroléterrel (b.p.<60°C) extraháltuk. A szerves fázisok egyesítése után rotációs vákuumbepárlóval eltávolítottuk az oldószert.

Hidrolízis és észterképzés: A bepárolt mintákat 0,5 M metanolos nátrium-hidroxid oldattal forraltuk (kb. 5 perc), majd 14%-os metanolos bór-trifluorid oldattal forraltuk tovább 3 percig. További 1 percig forraltuk szárított hexán hozzáadása után, majd lehűtöttük és telített vizes sóoldattal elegyítettük. A fázisok szétválása után a szerves fázisból kivett 0,5-2 µl mintát Chrompack CP 9000 gázkromatográfba injektáltuk.

3.7. A joghurt állományának vizsgálata

A juhtejből készült joghurt állomány-tulajdonságainak jellemzésére az alvadék savóeresztését (szinerézis mértéke) és néhány, műszerrel meghatározható állomány paramétert vizsgáltunk. Vizsgáltuk a szomatikus sejtszám állományra gyakorolt hatását, valamint a termékfejlesztéskor az eltérő homogénezési nyomás hatását az alvadék állománytulajdonságaira.

Savóeresztés vizsgálata

Nagyobb mértékű savó kiválás gyorsan öregedő alvadékokat, rosszabb terméket jelent. Vizsgálataink során AL-KHAJAFI és mtsai (1977) módszerét alkalmaztuk.

Műszeres állományvizsgálat

A tehéntejből készült savanyú tejtermékek vizsgálatára több éves tapasztalatunk szerint jól bevált a QTS 25 (CNS Farnell, Anglia) állományvizsgáló műszer, ezért a juhtej joghurtok vizsgálatára is ezt alkalmaztuk. A mérés lényege, hogy a kiválasztott próbatest előre beállított erővel és mélységig behatol a termékbe.

A juhtej joghurt vizsgálatához alkalmazott paraméterek

Próbatest: 1,2 cm átmérőjű műanyag henger; a vizsgálat típusa: penetráció; a próbatest mozgásának sebessége: 30 mm/perc, indító erő (trigger): 5,0 g; behatolás mélysége: 25,00 mm; ciklusok száma: 1; vizsgálat hőmérséklete: az elvi termékfogyasztási hőmérséklet, azaz $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ volt. A méréseket az eltérő szomatikus sejtszám hatásainak vizsgálatához 2, az eltérő homogénezési nyomások esetében 5 párhuzamosban végeztük és az értékeléshez a párhuzamosok átlagértékeit vettük figyelembe.

A műszer által generált 15 lehetséges paraméter közül a joghurtok jellemzésére az alábbiakat alkalmaztuk: *Hardness* (keménység), *Adhesive Force* (tapadási erő), *Adhesiveness* (tapadási munka, tapadósság)

3.8. Matematikai, statisztikai módszerek

A beltartalmi értékek adathalmazának jellemzésére az MS Excel és Statgraf programokat használtuk. Az egyes paraméterek közötti összefüggés bizonyítására korrelációs mátrixot készítettünk. Az anyák, az év és a laktáció hatását a tejtermelésre háromtényezős, míg az anyák és laktáció hatását a megtermelt tejösszetevők mennyiségére, kéttényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A szomatikus sejtszám hatásait a sajt kitermelésére

lineáris regresszióval próbáltuk bizonyítani. A laktáció alatti teljesítményt (tejtermelés, zsír-, fehérje-, stb. termelést) trapéz módszerrel becsültük. A grafikus megjelenítést szintén az MS Excel és a Statgraf szoftverekkel végeztük, megfelelő konvertálással.

4. Az értekezés főbb megállapításai

4.1. A cigája anyajuhok tejtermelése

Az általunk vizsgált cigája anyajuhok tejtermelésének eredményei elmaradtak az újabb közlésekben, tejelő fajtákra vonatkozó irodalmi adatoktól. Mindenesetre az egyértelmű, hogy a cigája extenzív takarmányozás mellett is képes a merinónál lényegesen több tej termelésére.

Eredményeink szerint a vizsgált cigája anyajuh állomány átlagosan 131 napig fejhető a bárányok elválasztása után (30. nap). A laktációban 102 liter, illetve naponta 0,78 liter tej termelésére képesek anyánként. Véleményünk szerint ezzel bizonyítottuk, hogy cigája anyajuhállomány tartásával, a megtermelt tej mennyisége megteremtheti a nyereséges juhtenyésztés lehetőségét.

4.2. Cigája anyajuhok tejének összetétele, termelési mutatók

A tejösszetétel változásának trendje a fejési periódus alatt várakozásaink és a szakirodalom szerint alakult. Az egyes anyák tejének összetétele között és a fejési periódus alatt lényeges eltéréseket tapasztaltunk. A tej %-os összetételét figyelembe véve, cigája anyajuhok tejének fehérjetartalmában

0,89 %, zsírtartalmában 2,19 %, laktóztartalmában 0,33 %, zsírmentes szárazanyag tartalmában 1,29 %, míg szárazanyag tartalmában 3,48 % legnagyobb eltérésre lehet számítani, azonos mintavételi napon. A relatív szórás értékei bizonyítják, hogy a legnagyobb arányú eltérésre a zsírtartalom, míg a legkisebbre a laktóztartalom esetén lehet számítani. A tejösszetétel változásának trendje a fejési periódus alatt várakozásaink és a szakirodalom szerint alakult. A legnagyobb értékeket a fő összetevőkben (fehérje, zsír, laktóz) a laktáció végén (a legkisebb tejtermelésnél), míg a legkisebb értékeket a tejtermelés csúcsidőszakában kaptuk.

Az Alföldön, extenzív körülmények között tartott cigája anyajuhok tejének összetételére érvényes megállapításaink a következők. A fejési periódus alatt és az anyák között is jelentős összetételbeli különbségre kell számítani. A laktáció végén a legnagyobb fehérjetartalom 6,35 %, zsírtartalom 9,37 %, laktóztartalom 4,98 %, zsírmentes szárazanyag-tartalom 12,19 %, szárazanyag-tartalom 21,56 % körül várható. A fejési periódusra vonatkozó átlagos tejösszetétel a következő értékek körül valószínűsíthető: zsírtartalom 6,97 %, fehérjetartalom 5,44 %, laktóztartalom 4,80 %, hamutartalom 0,95 %, zsírmentes szárazanyag-tartalom 11,19 %, szárazanyag-tartalom 18,16 %.

Eredményeink szerint a fejési periódusra vonatkozó napi termelési átlag egy anyára vetítve 51,1 g zsír, 40,7 g fehérje, 36,6 g laktóz, 84,3 g zsírmentes szárazanyag, 135,4 g szárazanyag. A termelési átlagok összegzéséből adódó eredményeinkből következik, hogy egy átlagos képességű, nem tiszta tejelő fajta cigája anyajuh, egy fejési periódusban, extenzív körülmények között összesen 6,873 kg zsír, 5,455 kg fehérje, 4,869 kg laktóz, 11,283 kg, zsírmentes szárazanyag és 18,156 kg

szárazanyag termelésére képes. A cigája anyajuhok termelési eredményei kísérleteinkben nem érik el a tejelő fajtákra vonatkozó irodalmi értékeket, ám a hazánkban uralkodó merinóénál lényegesen jobbak. Ennek alapján a fajta javasolható elterjesztésre illetve keresztezésre

4.3. Zsírsvösszetétel

Cigája anyajuhok tejsírjának zsírsvösszetételét vizsgálva megállapítottuk, hogy az a szakirodalmi közlésektől alapján nem tér el. A fennálló eltérések oka az eltérő genotípusban, és a környezeti körülményekben (elsősorban a takarmányozásban) jelölhető meg. A legnagyobb mennyiségben megtalálható zsírsvak (a továbbiakban uralkodó zsírsvak) a várakozásnak megfelelően a telített mirisztinsav, palmitinsav, sztearinsav, és a telítetlen olajsav, melyek az összes zsírsv 77,45-78,10 %-át alkották. A zsírsvak megoszlását mind az egyedi tulajdonságok, a takarmányozás, és a laktáció előrehaladása jelentősen befolyásolták. A laktációból származó eredményeink azt jelzik, hogy a palmitinsav aránya csak kissé változik cigája anyajuhok tejsírjában (cv:4,23%). Legnagyobb mértékben a sztearinsav (cv:33,51%), a legkisebb arányban a margarinsav mennyisége változott a laktációban (cv:2,69%).

Élettani szempontból eltérő zsírsvcsoportokra vonatkozó eredményeink szerint a telítetlen zsírsvak aránya (40,2 %), több mint 8 %-al magasabb, mint a nem cigájára vonatkozó legközelebbi adat (SEVI és mtsai 1998), és meghaladja KUKOVICS és mtsai (2004c) által közölt (33,96 %) értéket is. Kiemelkedő az egyszerűen telítetlen olajsav magas aránya (29,98 %), amely a tehéntejhez képest mintegy 4 %-al nagyobb. Az élettanilag szintén

kiemelkedően pozitív hatású esszenciális linolsav aránya 2,2 %, a vizsgált többszörösen telítetlen zsírsavaké 3,82 %.

Eredményeink szerint tehát a telítetlen zsírsavak és az olajsav aránya miatt a cigája tejének táplálkozás-élettani megítélése mindenféleképpen kedvezőbb.

4.4. D-aminosavak vizsgálata

A nyers juhtejben és a vizsgált tejtermékekben nem találtunk számottevő mennyiségű szabad aminosavat. Az összes szabad aszparaginsav mennyisége a nyers juhtejben 0,0087, glutaminsav mennyisége 0,1211 mg/100g volt, amely értékek csupán töredékei a juhtej összes aminosav tartalmának.

A nyers juhtej összes szabad aminosavhoz viszonyított szabad D-aszparaginsav (5,92%) és szabad D-glutaminsav (2,62%) aránya jól egyezik a szakirodalomban tehéntejre közölt adatokkal.

A különböző hőkezelések nem okoztak 8 %-nál nagyobb szabad D-aszparaginsav, ill. szabad D-glutaminsav arányt a juhtejben. Az eredmények ugyanakkor azt jelzik, hogy a vizsgált aminosavak hőérzékenysége eltérő. A nyers juhtejhez képest a 120°C-os hőkezelés hatására a D-aszparaginsav arány növekedése 132,6 %, míg a D-glutaminsav arány növekedése 201,9 % volt.

A szabad D-aminosav tartalom minden vizsgált termékben lényegesen nagyobb volt, mint a nyerstejben, ami bizonyítja a fermentációnak a D-aminosavak mennyiségét növelő hatását. A szabad D-aszparaginsav 16,8-

39,5%-ban, míg a D-glutaminsav 13,3%-27,0%-ban volt megtalálható a termékekben az összes szabad aminosav (D+L) százalékában. Minden vizsgált termékben megállapítottuk, hogy az aszparaginsav nagyobb arányban racemizálódott, mint a glutaminsav. A fermentálás tehát nagyobb hatással van az aszparaginsavra. A joghurtok nagyobb arányban tartalmazták a vizsgált szabad D-aminosavakat, mint a sajtfélék.

4.5. A juhtejből készített joghurt fejlesztése

Eredményeink alapján egyértelmű, hogy az eltérő homogénezési nyomás jelentősen befolyásolja juhtejből készülő joghurt állomány-tulajdonságait. A műszeres állományvizsgálat eredményeiből leszűrhető következtetés, hogy a homogénezési nyomás növelése csak egy határig javítja, e fölött azonban rontja az állomány-tulajdonságokat. A legnagyobb keménység 455,4 g, tapadási erő 88,6 g, tapadósság 366,1 gs volt, amely értékek 12,0 MPa nyomáson homogénezett mintáknál jelentkeztek.

A joghurt savóeresztését vizsgálva a műszeres állományvizsgálatnál leírthoz hasonló következtetésre jutottunk. A nyomás növelése 12,0 MPa-ig javította az állományt, azaz csökkentette a savóeresztést, így az állománytulajdonságok szempontjából, 12,0 MPa jelölhető meg optimális homogénezési nyomásként juhtej esetén.

4.6. A szomatikus sejtszám hatása a joghurt állományára és a sajt kitermelésére

A juhtej szomatikus sejtszámának a savanyú alvadék (joghurt) állományára gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a tehéntejre vonatkozó irodalmaknak megfelelően a sejtszám hatása juhtej esetében is bizonyítható.

A joghurt savóeresztésére vonatkozó eredményeink szerint $1.000.000/\text{cm}^3$ alatti sejtszám esetén durva elváltozás nem várható. A sejtszám és a savóeresztés értékei között szoros lineáris összefüggést tártunk fel ($r^2:0,931$).

Az állomány-tulajdonságokra gyakorolt hatás tekintetében a savóeresztésnél elmondottakhoz hasonló következtetésre jutottunk. $800.000/\text{cm}^3$ sejtszámig azonban nincs bizonyítható összefüggés a sejtszám negatív hatására. A $800.000/\text{cm}^3$ feletti sejtszámú tartományban ($1.000.000/\text{cm}^3$ felett a tapadási erő esetén) azonban igen szoros volt az összefüggés, a keménység esetében 0,763, tapadási erő esetében pedig 0,816 volt a determinációs együttható értéke.

A sajtkitermelésre gyakorolt hatás vizsgálatából származó eredményeink, a hagyományos technológiával készített félkemény juhsajtra bizonyítják, hogy a tej magas szomatikus sejtszáma csökkenti az azonos mennyiségű tejből készíthető sajt mennyiségét. A szomatikus sejtszám és az azonos sajt szárazanyagra korrigált kitermelés között 99,9 %-os szinten szignifikáns lineáris összefüggést találtunk ($r:0,917$). A kitermelés eredményeit figyelembe véve elvi veszteségszámítást végeztünk, amelyből az alábbi következtetésre jutottunk. Szokásos összetételű, jó minőségű ($\text{SCC}<5000.000/\text{cm}^3$) juhtejhez képest minden $500.000/\text{cm}^3$ sejtszám-növekedés kb. 2,68 kg sajtvesztést okoz 1000 liter kádtéjre vonatkozóan, ami a juhtej felvásárlási árában 8,4 Ft veszteségnek felel meg (2004 évi adatokkal számolva).

5. Az értekezés új, illetve újszerű eredményei

1. Bizonyítottuk, hogy átlagos képességű cigája anyajuhok laktációs tejtermelése és termelési mutatói (fehérje-, zsír-, laktóz-, stb. -termelés) kedvezőtlen környezetben, extenzív takarmányozás mellett is jelentősen meghaladják a még mindig uralkodó fésűsmerinó anyajuhok mutatóit, illetve kisebb mértékben egyes tejelő keresztezettekét is. (102 liter megtermelt laktáció alatti tej, 6,87 kg zsír, 5,45 kg fehérje, 4,87 kg laktóz, 11,28 kg, zsírintes szárazanyag, illetve 18,16 kg szárazanyag előállítására képesek). Eredményeink alapján a cigája fajta javasolható a merinóval történő keresztezésre.
2. A vizsgált cigája anyajuhok tejének zsírsavösszetétele táplálkozás-élettani szempontból jelentősen eltér a legtöbb irodalmi forrásban közölt juhtej zsírsavösszetételére megadott adatától, és összetétele előnyösebb azoknál. A telítetlen zsírsavak aránya a laktáció átlagában 40,81 %, a többszörösen telítetlen zsírsavaké 3,82 %.
3. Eredményeink szerint a friss, nyers juhtej D-aminosav tartalma minimális és azt nem befolyásolja érdemben a hőkezelés. A juhtejben ugyanakkor hőkezelés hatására az aszparaginsav és a glutaminsav eltérő mértékben alakul át D-enantiomerré. A vizsgált, juhtejből készített termékekben a D-aszparaginsav 0,45-1,32 mg/100g, a D-glutaminsav 0,72-3,7 mg/100g mennyiségben volt jelen. Az azonos összes aminosavban ez 16,8-39,5 % D-aszparaginsav, míg 13,3-27,0 % D-glutaminsav arányt jelentett.
4. A juhtej joghurt gyártástechnológiáját dolgoztuk ki a tej homogénezési nyomásának optimalásával. Az állomány-tulajdonságok szempontjából

a gyártás során 12,0 MPa (120 bar) homogénezési nyomás bizonyult a legjobbnak.

5. Megállapítottuk, hogy a juhtej magas szomatikus sejtszáma rontja a savanyú alvadék állománytulajdonságait és csökkenti a sajtkitermelést. A tulajdonságok $800.000/\text{cm}^3$ feletti juhtej felhasználásakor romlanak jelentős mértékben, ezért ezt a határértéket javasoljuk figyelembe venni a nyers juhtej minősítési rendszerének fejlesztése, illetve a juhtej higiéniai minőségének javítása során.
6. Új értékelési módszert dolgoztunk ki a sajtok kitermelésének megállapítására, melynek lényege, hogy a különböző gyártásokból származó, eltérő nedvességtartalmú sajtok tömegének adatait, azonos nedvességtartalomra korrigálva kell megadni.
7. Matematikai összefüggést állítottunk fel, amellyel azonos összetételű (fehérje és zsírtartalom) kádtelj esetében a szomatikus sejtszám függvényében becsülhető a sajtkitermelés.

6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. Átlagos képességű cigája anyajuhok tejtermelési mutatóinak vizsgálatával bizonyítottuk, hogy a fajta tartása és fejése jelentősen megnövelheti az értékesítésből származó bevételt, így könnyebben nyereségessé tehető a juhtenyésztés.
2. A juhtej homogénezésére vonatkozó technológiai vizsgálataink juhtej joghurt termékfejlesztését eredményezték. Az általunk kidolgozott és optimált technológia, akár változtatás nélkül is, azonnal alkalmazható a tejüzemekben.

3. Megállapítottuk, hogy a juhtej szomatikus sejtszáma jelentősen befolyásolja a juhtejből készülő joghurt állomány-tulajdonságait és a hagyományosan készülő félkemény sajt kitermelését. A minőséget és az eredményességet rontó hatás azonban $800.000/\text{cm}^3$ alatti sejtszámú juhtej esetén nem számottevő. Véleményünk szerint ez a határérték megfelelő tenyésztői munkával betartható, ezért javasoltuk figyelembe venni a minősítési rendszer fejlesztés során. Becslő egyenletet adtunk meg, amelynek alapján azonos összetételű (fehérje és zsírtartalom) kádtéj esetében a szomatikus sejtszám függvényében becsülni lehet a sajt kitermelését.
4. Új, a különböző gyártásokból származó sajtok eltérő nedvességtartalmát figyelembe vevő korrigálási módszert dolgoztunk ki a sajtok kitermelését vizsgáló kísérletekhez, a korrekt eredmények nyérése érdekében.

7. Publikációk az értekezés témakörében

Cikkek

1. Fenyvessy, J., **Csanádi, J. (1999):** A kiskérődzők (juh, kecske) tejalkotórészeinek táplálkozási megítélése. Tejgazdaság LIX. évf. 2. sz. p. 23-27.
2. **Csanádi, J., Fenyvessy, J. (1999):** A tehén-, juh-, és kecsketej alkotórészeinek összehasonlító táplálkozásélettani megítélése. JATE SZÉF Tudományos Közlemények 20. p. 64-71.
3. Fenyvessy, J., **Csanádi, J. (1999):** A tehén-, juh-, és kecsketej alkotórészeinek összehasonlító táplálkozás-élettani megítélése. Magyar Juhászat + Kecsketenyésztés. 8. évf.(8) p-2-3.
4. **Csanádi, J. (2000):** Tények és lehetőségek a magyar juhtejgazdaságban JATE SZÉF Tudományos Közlemények 21. p. 36-46.
5. **Csanádi, J., Jávor, A., Fenyvessy, J., (2001):** Adatok a feldolgozásra kerülő juhtej minőségéhez DE Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis) p.67-73
6. **Csanádi, J., Ménesi, T., Marton, E. (2001):** A juhtej összetételének és minőségének vizsgálata a magyar Dél-alföldi régióban. Tejgazdaság Vol.:1/2001 p.21-27
7. **Csanádi, J. (2001):** Production and processing of sheep milk in Hungary. Egyptian Dairy Journal Vol. 29 No.2 p.163-170
8. **Csanádi, J. (2001):** Tejelő célú juhtenyésztés a Dél-alföldi régióban. SZTE SZÉF Tudományos Közlemények Vol. 22. p. 12-26.
9. **Csanádi, J., Fenyvessy, J., Jávor, A. (2003):** The D-Amino Acid content of ewe's milk and certain products of ewe's milk. Sheep Dairy News. Vol. 20. No.1. p. 12-15.
10. **Csanádi, J., Fenyvessy, J., Jávor, A. (2003):** Eltérően hőkezelt juhtej és juhtejből készült termékek szabad D-aminosav tartalmának vizsgálata. Acta Agraria Kaposvariensis. Vol. 7. No. 1. p. 31-39.

11. **J. Csanádi**, A. Jávör, J. Fenyvessy, G. Szabó, F. Eszes, I. Bajúsz (2003): Changes in the D-Amino Acid content of sheep milk related technologies. Natural Resources and Sustainable Development. International Scientific Session. May 8-9, 2003, Oradea. Proceedings. p. 9-11.
12. **Csanádi, J.**, Fenyvessy, J., Jávör, A. (2003): Eltérően hőkezelt juhtej és juhtejből készült termékek szabad D-aminosav tartalmának vizsgálata. Tejgazdaság. Vol. LXIII. 1/2003. p. 15-19.
13. **Csanádi, J.**, Baráné Herczegh O., Fenyvessy, J. (2003): A juhtej szomatikus sejtszámának hatása a sajttermelésére és a savanyú alvadék tulajdonságaira. SZTE SZÉF Tudományos Közlemények, p. 17-23.
14. **Csanádi, J.** (2003): A juhtejtermelés helyzete és lehetőségei Magyarországon. Európai kihívások 2. Tudományos Konferencia Szeged. Proceedings p.54-58.
15. **Csanádi, J.**; Baráné Herczegh, O., Fenyvessy, J. (2003): A juhtej és a tejtermékek minősége közötti összefüggés néhány vonatkozása. Acta Agraria Debreceniensis Különszám. Vol. 10. p.12-15.
16. Fenyvessy, J., **Csanádi, J.** (2003): A magyar juhtejgazdaság helyzetének elemzése történeti visszapillantásban. Tejgazdaság. 63. (2.) p.78-99.
17. Fenyvessy, J., **Csanádi, J.** (2003): Analysis of the situation of Hungarian dairy sheep farming in a historical perspective. Tejgazdaság. 63. (2.) p.78-99.
18. Fenyvessy, J., **Csanádi, J.**, Jávör, A. (2003): Cigája anyajuh és merinó tejtermelésének, a tej összetételének vizsgálata. Az állattenyésztés szolgálatában. DE ATC MTK Állattenyésztési és Takarmányozási Tanszék, MTA Agrártudományok Osztálya, p.95-99.
19. **Csanádi, J.**, Fenyvessy, J., Csapó, J. (2004): Tej és tejtermékek szabad aminosav-, és szabad D-aminosavtartalma. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Proceedings. p.63-64. CD teljes cikk.

Konferencia előadások

1. Fenyvessy, J., **Csanádi, J. (1998):** A kiskérődzők (juh, kecske) tejalkotórészeinek táplálkozási megítélése. V. Tejipari Minőségügyi és Táplálkozástudományi Konferencia, Nyíregyháza, október 5-6.
2. **Csanádi, J.**, Fenyvessy, J., Jávor, A. (1999): Juhsavó humáncélú felhasználásának lehetőségei Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok (október 28-29.) Konferencia Kiadvány, p. 159-165
3. Fenyvessy, J., **Csanádi, J. (1999):** A tehén-, juh-, kecsketej alkotórészeinek összehasonlító táplálkozás-élettani megítélése. A kecskeágazat jelene és jövője. VI. Debreceni Állattenyésztési Napok, p. 129-135.
4. **Csanádi, J. (2000):** A juhtej termelése és feldolgozása Magyarországon. Production and processing of sheep milk in Hungary. IV. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, április 27-28. Konferencia Kiadvány, p. 51-52.
5. Fenyvessy, J., Jávor, A., **Csanádi, J. (2000):** Tej és tejtermékek táplálkozás-élettani megítélése. IV. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Konferencia Kiadvány, p. 31-32.
6. **Csanádi, J. (2003):** A feldolgozás hatása a juhtej D-aminosav tartalmára. IX. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely, 2003. március 20. Konferencia CD.
7. Fenyvessy, J., **Csanádi, J. (2003):** A magyar juhtejgazdaság helyzetének elemzése történeti visszapillantásban. Mosonmagyaróvár, 2003, május 14-16.
8. **Csanádi, J. (2003):** A juhtejtermelés helyzete és lehetőségei Magyarországon. Európai kihívások 2. Tudományos Konferencia Szeged, május 20-21. Konferencia Kiadvány, p.54-58.
9. Fenyvessy J., **Csanádi, J.**, Bajúsz, I. (2004): A magyar juhtejgazdaság helyzetelemzése. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged, május 20-21. Konferencia Kiadvány, p.1-2.
10. **Csanádi, J.**, Fenyvessy, J., Csapó, J. (2004): Tej és tejtermékek szabad aminosav-, és szabad D-aminosavtartalma. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged, május 20-21. Konferencia Kiadvány, p.63-64.

Poszterek

1. Fenyvessy, J., **Csanádi, J.**, Eszes, F. (1994): Figures to the bacteriological quality of sheep milk. Brief Communications and Abstracts of Poster Presentations 24th International Dairy Congress Australia. Adelaide, Sept. p. 14-16.
2. Fenyvessy, J., **Csanádi, J.**, Jávorski, A., (2001): Investigation of the milk composition of different genotype milking sheep in Hungary. Zilele Academice Timisene Editia VII.-a, Timisoara, Scientific Papers Animal Sciences and Biotechnologies p. 249-256
3. **Csanádi, J.** (2001): Juhtejtermékek fogyasztásának vizsgálata Magyarországon. Erdei Sándor emlékülés Kecskemét, p.25-30.
4. **Csanádi, J.** (2001): Gondolatok a kiskérődzők tejtermeléséről. Doktoranduszok Országos szövetsége „Tavaszi szél” posztergála, Gödöllő. p. 95-96,
5. **Csanádi, J.**, Fenyvessy, J. (2002): Investigation of the sheep milk composition. Vellmann Oszkár Emlékülés Hódmezővásárhely április.27 p.95.
6. **J. Csanádi**, A. Jávorski, J. Fenyvessy, G. Szabó, F. Eszes, I. Bajúsz (2003): Changes in the D-Amino Acid content of sheep milk related technologies. Natural resources and Sustainable Development. International Scientific Session. May 8-9, 2003, Oradea.p.9-11.
7. **Csanádi, J.**, Csapó, J., Csapóné Kiss Zs., Pohn G. (2004): A tej konjugált linolsav-tartalmának meghatározása. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Szeged, 2004, május 20-21.
8. **Csanádi, J.**, Szakály, S., Csapó, J., Csapóné Kiss Zs., Vargáné Visi É. (2004): Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Szeged, 2004, május 20-21.
9. **J. Csanádi, J.** Fenyvessy (2004): Free D-aspartic acid and D-glutamic acid content of sheep's milk and products from sheep's milk. International Symposium: The Future of The Sheep And Goat Dairy Sectors. Zaragoza, Spain, 28-30. October 2004. P. 5-03.