

A szomatikus sejtszám hatása a pasztörözött tej minőségére és eltarthatóságára

Külföldi szakirodalmi cikkekből válogatta: Jankó Szilvia

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

A tejtermékek készítése során a magas szomatikus sejtszám káros hatásai közé tartozik a túró csökkent keménysége (Politis et al., 1988), a csökkent sajt hozam (Barban et al., 1991), a fokozott zsír és kazein veszteség a savóban (Politis et al., 1988), és az érzékszervi minőségromlás (Munro et al., 1984). Ezen okok miatt a feldolgozók célja a kiváló minőségű nyerstej feldolgozása.

Egy kísérlet során pasztörözött, homogenizált, 5°C hőmérsékleten tárolt, 2% zsírtartalmú tejmintákat elemeztek, amelyek egészséges, majd megfertőzött egyedektől származtak. A mintákat a lipolízis (triglicerid bontása lipáz enzim segítségével zsírsavra és glicerinre), proteolízis (fehérjebontás enzim segítségével), mikrobiális minőség és az érzékszervi tulajdonságok szempontjából vizsgálták a feldolgozást követő 1., 7., 14., és 21. napon.

A vizsgálatba 8 egészséges, holstein marhát vontak be egy ithacai oktatóval, kutatással foglalkozó tenyészetből. Az egyedek átlagosan 182. laktációs napnál (113-234 nap között) tartottak. Két mintavétellel is megállapításra került, hogy a szomatikus sejtszámuk alacsony volt. Ezt követően a kísérletbe bevont egyedeket tőgygyulladás okozó kórokozóval, *Streptococcus agalactiae*-vel fertőzték meg. A fertőzés utáni héten 2 alkalommal végezték el a mintavételt ezen egyedektől. Mind a 4 mintavétel során gyűjtött nyers tejet 2% zsírtartalomra állították be, pasztörizálták, homogenizálták, csomagolták, és 5°C-on tárolták, majd a tejminták minőségére vonatkozó értékeléseket a pasztörizálást követő 1., 7., 14., és 21. napon végezték el. A vizsgálati minták esetében tehát megkülönböztettek pre-, és posztinfekciós (fertőzés előtti és fertőzés utáni) mintákat.

A kísérlet és vizsgálatok menete:

A *Streptococcus agalactiae* kultúrát a jobb hátsó és a bal első tőgynegyedbe injektálták be. Ezt követően minden egyednél naponta nyomonkövették a testhőmérsékletet, tejtermelést és a tej szomatikus sejtszámát.

A fertőzést követően szinte azonnal 8-ból 6 egyednél 1.000.000 sejt/ml körüli értékre emelkedett a szomatikus sejtek száma. A mastitis klinikai tünetei ezen egyedeknél 2-3 nap múlva jelentek meg. A másik 2 tehénél nem jelentkeztek a tőgygyulladás tünetei és a szomatikus sejtszám sem emelkedett meg túlzottan, illetve az is visszacsökkent a fertőzés előtti állapotnak megfelelően.

A fertőzés után 1 héttel a szomatikus sejtszám 600.000 és 1.000.000 sejt/ml-re, majd 500.000 sejt/ml alá, végül 4 egyed esetében 100.000 sejt/ml alá csökkent. A második *S. agalactiae*-vel történő fertőzést követően mind a nyolc tehén esetében egyértelműen megnövekedett a szomatikus sejtszám. A második infúzió után a sejtszám gyorsabban növekedett és hosszabb ideig maradt magasabb értéken, mint az első fertőzés esetében. A nyolcból három egyed mutatott klinikai mastitis tüneteket. Egy héttel a második infekció után mintavételezés történt, majd a kísérleti egyedeken antibiotikumos kezelést végeztek.

A mintavételezést követően a mintákat Bronopol tartósítószerrel látták el, majd szomatikus sejtszám analízisre került sor. A tejet standardizálták 2%-os zsírtartalomnál, a zsír a pre-, és posztinfekció során is hasonló volt: 2,07 és 2,05%. A pasztörizálást 74°C-on, 34 másodpercig végezték, a homogenizálás hatékonyságát ellenőrizve nem találtak eltérést a fertőzés előtti és fertőzés utáni mintáknál.

A pasztörözött, homogenizált, 2% zsírtartalmú tejminták tárolására átlátszatlan fekete műanyag flakonokat alkalmaztak, hogy megakadályozzák a fény általi oxidációs folyamatokat. Az adott mintákkal kémiai, mikrobiológiai és érzékszervi vizsgálatokat végeztek az 1., 7., 14., 21. napon. Természetesen mindegyik vizsgálati napon még bontatlan csomagolású mintákat alkalmaztak, hogy elkerüljék a mikrobiológiai kontaminációt.

A kémiai vizsgálatok során a lipolízis jellemzésére az FFA-tartalom (szabad zsírsav) [milliekvivalens FFA érték/100 g zsír] meghatározását végezték el Shipe és mtsai által módosított 'réz-szappan' módszerrel. Ez az érték a lipolízis egyik indexe. A kazein valódi fehérjére vonatkoztatott %-os értéke (CN/TP)×100% a proteolízis jellemzője. Ezért a

proteolízis jellemzésére az összes nitrogén ($TN = total\ nitrogen$), a nem fehérje eredetű nitrogén ($NPN = non-protein\ nitrogen$) és a nem kazein eredetű nitrogén ($NCN = non-casein\ nitrogen$) Kjeldahl módszerrel került meghatározásra.

Minden nitrogén eredményt fehérje-ekvivalens értéként határoztak meg, a 6,38 konverziós faktort alkalmazva. A valódi fehérje ($TP = true\ protein$) és kazein tartalom meghatározására az alábbi képleteket alkalmazták:

$$(TN - NPN) \times 6,38, \text{ illetve } (TN - NCN) \times 6,38.$$

A mikrobiológiai vizsgálatok között a normál csíraszám (SPC), coliform szám (CC), és a hidegtűrő (pszichotróf) baktériumok (PBC) számának meghatározása szerepeltek.

Az érzékszervi minősítés során 12 képzett személy értékelt a már feldolgozott tejmintákat. A vizsgálati szempontok az alábbiak voltak: aromát, ízt, és utóízt pontoztak 1-től 9-ig (1 = nincs 9 = hangsúlyos). Végül a szakembereknek a tejmintákat teljes minőségre is értékelniük kellett 1-10-es skálán.

Eredmények:

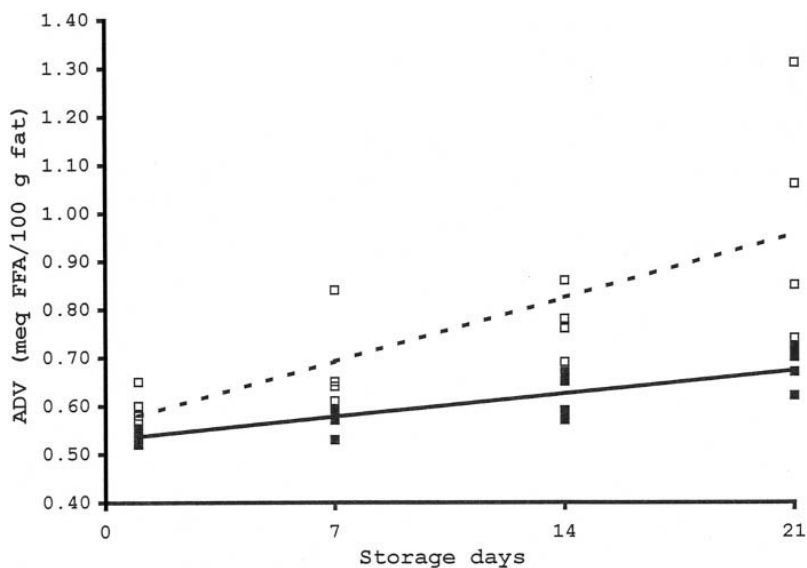
I. Szomatikus sejtszám és tejhozam

A szomatikus sejtszám a fertőzés előtti és utáni időszakban jelentős különbséget mutatott. Előtte 45.000 sejt/ml, utána 849.000 sejt/ml értéket kaptak. Az egyedek tejhozama is kedvezőtlenül alakult a fertőzés hatására: 39,5 kg/nap-ról 27,8 kg/napra csökkent.

II. Tejzsír és lipolízis

A fertőzés hatására a zsírtartalom szintén szignifikáns eltérést mutatott: előtte 4,04%, a fertőzést követően 3,43% volt. A zsírmolekulák mérete nem változott. Az átlag savasság a fertőzés előtt jóval alacsonyabb volt, amely a 21 napos tárolás során az alacsony és magas szomatikus sejtszámú mintákban egyaránt növekedett, a magas sejtszámú mintákban viszont ez az emelkedés sokkal látványosabb volt. (Lásd: **1. ábra.**) **Azaz a lipolízis folyamata a tárolási idő során gyorsabban zajlott a fertőzött minták esetében.**

1. ábra Tej savasságának (ADV) változása a tárolási napok függvényében



Magyarázat: a **függőleges tengely** a tej savasságának értékét mutatja

a **vízszintes tengely** a tárolási napok számát mutatja

A kisebb meredekségű, folyamatos egyenes az alacsonyabb szomatikus sejtszámú, a szaggatott egyenes a magasabb szomatikus sejtszámú minták esetében mutatja a savasság változását.

III. Tejfehérje és proteolízis

A nyersfehérje, valódi fehérje és a kazein %-os értékei szignifikánsan magasabbak voltak a fertőzést követően, mint a fertőzés előtt, azonban ha figyelembe vesszük az átlagos napi tejmennyiség 30% -os csökkenését, akkor a napi termelésre vonatkozóan a nyers fehérje, valódi fehérje és kazein hozam összességében a fertőzést követően alacsonyabb volt. (Az átlagos napi teljesítményt figyelembe véve a nyersfehérje, valódi fehérje és kazein értékek: 1,26; 1,17 és 0,96 kg/nap-ról 0,91; 0,86, illetve 0,69 kg/napra csökkentek.) Ezen kívül, a kazein valódi fehérjére vonatkoztatott értéke (CN/TP) szignifikánsan alacsonyabb volt a fertőzés utáni időszakban, lásd **1. táblázat**.

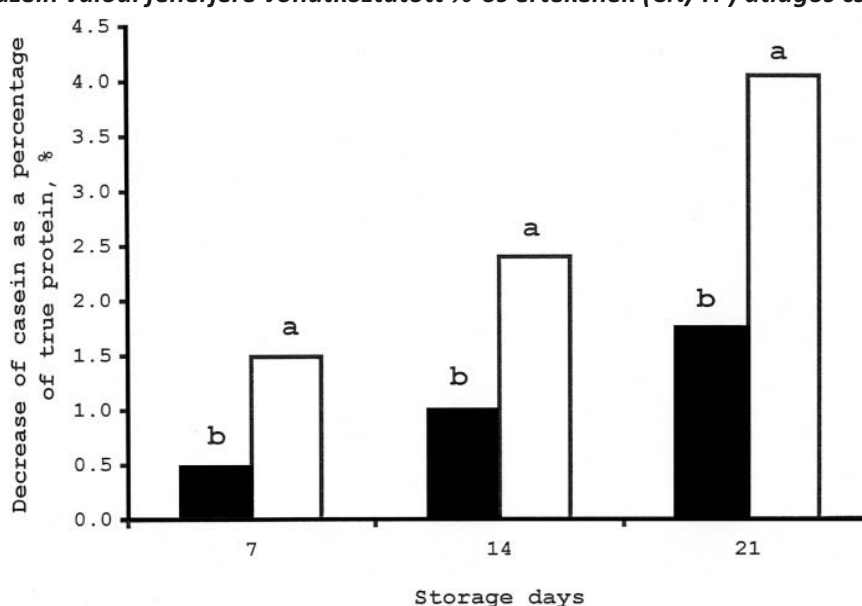
1. táblázat Paraméterek mért értékei

Paraméter	Fertőzés előtt	Fertőzés után
szomatikus ssz. (sejt/ml)	45.000	849.000
zsír (%)	3,43	4,04
savasság (ADV) (meq FFA/100g zsír)	0,27	0,43
nyers fehérje (%)	3,19	3,28
valódi fehérje (%)	2,96	3,08
kazein (%)	2,44	2,49
kazein/valódi fehérje (CN/TP) (%)	82,32	80,75
zsír molekula átlagos átmérő (µm)	2,91	2,99

Pasztörözés hatására a szérumfehérjéknél hődenaturáció (fehérje szerkezetének és biokémiai tulajdonságának változása hő hatására) lép fel. Néhány szérumfehérje a melegítés közben a kazein micellákhoz kötődik és ezáltal emelkedik a vizsgálat szempontjából érdekes CN/TP érték.

A pasztörözés után közvetlenül, a CN/TP mértékének változása nem mutatott jelentős különbséget az alacsony (2,89%-os növekedés) és magas (3,31% -os növekedés) szomatikus sejtszámú tejekben, azonban a tárolás során a változás már számottevő volt. A CN/TP csökkenésének mértékét a 21 nap tárolási időszak alatt a **2. ábra** mutatja.

2. ábra Kazein valódi fehérjére vonatkoztatott %-os értékének (CN/TP) átlagos csökkenése



Magyarázat: a függőleges tengely a kazein valódi fehérjére vonatkoztatott %-os csökkenését mutatja (CN/TP) a 21 napos hűtött tárolási időszak alatt
a vízszintes tengely a tárolási napok számát mutatja
Fekete (b) oszlopok: preinfekció (alacsony szomatikus sejtszám),
szintelen (a) oszlopok: posztinfekció (magas szomatikus sejtszám).

Az ábrán jól látható, hogy a proteolízis folyamatára pl. a kazein bontására a fertőzésnek és tárolásnak jelentős hatása volt. A lineáris regressziós egyenlet előre jelzi a CN/TP százalékos csökkenését: míg az alacsony szomatikus sejtszámú (preinfekciós) tejmintákban ez a csökkenés csak 0.086 meredekségű, addig a magas szomatikus sejtszámú (posztinfekciós) mintákban jóval nagyobb, 0.194 meredekségű. A pasztörözést követően (lásd **2. ábra**) a hűtve tárolás során a kazein hidrolízis megjelent mind az alacsony, mind a magas szomatikus sejtszámú mintákban. Ugyanakkor a CN/TP csökkenésének aránya a magas szomatikus sejtszámú mintákban jóval nagyobb volt, mint az alacsony sejtszámú tejek esetében. **Az a proteolízis folyamata a tárolási idő során gyorsabban zajlott a fertőzött minták esetében.**

IV. Érzékszervi vizsgálat

Összehasonlítva az aroma, íz és utóíz tulajdonságokat, a pasztörözést követően az első 14 nap hűtőházi tárolás során nem találtak nyilvánvaló érzékszervi hibákat, illetve eltéréseket sem az alacsony sem a magas sejtszámú mintákban. Az érzékszervi minőség az alacsony sejtszámú tej esetében magas maradt még a 21. napi tárolást követően is. A vizsgálóbizottsági tagok több hibát észleltek a magas sejtszámú mintákban a 21. napi vizsgálat során. Ezek a hibák az alábbiak voltak: avas, oxidált és gyümölcsös aroma; sós, avas, keserű, és fanyar íz. Ezek az eredmények összhangban vannak a **lipolízis és proteolízis gyorsulásával** a magas sejtszámú tejeknél.

V. Mikrobiológiai vizsgálatok

Az összes mikrobaszámot tekintve mindkét esetben (alacsony és magas sejtszámú minták) alacsony eredményeket kaptak. A coliform baktériumok száma a fertőzés utáni időszakban, az összes mikrobaszám és a pszichotróf baktériumok száma mindkét esetben a 21. napi mintavételnél volt magasabb, mint korábban.

Összefoglalás

A fertőzések mastitisnek köszönhetően a tőgyben a kazein és a zsír nettó szintézise általában csökken (*Kitchen, 1981*). A most tárgyalt kutatás eredményei azt mutatták, hogy a tej zsír %-a, nyersfehérje %-a, összfehérje %-a, és kazein %-a a fertőzés után emelkedik. Ennek az oka, hogy a tejhozamban sokkal nagyobb mértékű volt a csökkenés (kb. 30%) a fertőzést követően, mint ezen paraméterek napi nettó szintézisében.

Lipolízis: Jelen tanulmányban a friss nyers tej savassági értéke (ADV) elég alacsony volt mindegyik esetben, amely feltehetően a gyors hűtésnek és gondos kezelési eljárásnak volt köszönhető. A gyakorlatban ez az érték azonban általában magasabb. A fertőzött, magas sejtszámú minták esetében kb. 1,6-szor magasabb volt az átlagos ADV érték, ami megegyezik a korábbi kutatások eredményeivel. Az előző eredmény azt támasztja alá, hogy a **mastitises egyedeknél a szabad zsírsav (FFA) érték emelkedik.**

Az avasodás kapcsolatban áll az FFA értékkel, amelyre egy érzékelési küszöböt már korábban megállapítottak (*Bodyfelt et al, 1988*), ez körülbelül 1,0 meq FFA/100 g zsír. Ez a jelenlegi eredményekkel teljesen összhangban van. Az **1. ábrán** látszik, hogy kb. a 21. napon éri el a szagot egynemes a függőleges tengely 1,0 értékét, amikor is az érzékszervi vizsgálatok a tej minőségromlását jelezték.

A kutatás eredményei azt sugallják, hogy ha a feldolgozandó nyers tej alacsony szomatikus sejtszámú és gondos kezelési eljárásokat hajtanak végre rajta, akkor a hűtött tej ADV értékének növekedését lassítani, ezáltal az eltarthatóságát meghosszabbítani lehet. Azonban magas szomatikus sejtszám esetében - a frissen hőkezelt tej alacsony FFA-koncentrációja ellenére - a pasztörizált, hidegen tárolt tejben a magas szintű lipolízis hatására az ADV érték jelentősen megemelkedhet, ami avas ízt és a csökkent eltarthatóságot eredményezi.

Proteolízis: Hűtve tárolás folyamán a magas szomatikus sejtszámú mintákban a kazein lebomlás nagyobb mértékű volt. A csökkent CN/TP érték jelezte, hogy jelentős mértékű proteolitikus aktivitás maradt a pasztörözés után is.

Magas szomatikus sejtszámú nyers tej esetében kimutatták, hogy az nagy koncentrációban tartalmaz szomatikus sejt eredetű plazmint, plazminogént (*Schaar, Funke, 1986*). A plazmin hőstabil és még az UHT kezelés után is marad 30-40% plazmin aktivitás (*Alichanidis et al, 1986*). Más kutatók azt találták, hogy a tej proteolízisét eredményezheti a kis hidrofób peptidek felhalmozódása, ami által keserű íz alakul ki (*Rouseff, 1990*).

Ebben a kísérletben a magas szomatikus sejtszámú tej szignifikáns mértékben keserűbb és fanyarabb ízű volt a 21. napon, mint az alacsony sejtszámú. Bár a keserűség ritkán fordul elő pasztörözött tejnél, de a mastitises esetekben ez probléma lehet, amikor is a hőálló plazmin szintje magas (*Rouseff, 1990*).

Érzékszervi minőség: Magas szomatikus sejtszámú tejnél a lipolízis volt talán a legfontosabb tényező, ami hozzájárult az gyengébb érzékszervi minőséghez. Ez összhangban volt más kutatók eredményeivel, akik azt is kimutatták, hogy a pasztörözött, magas szomatikus sejtszámú tej esetén rövidebb az eltarthatóság és rosszabb az aroma minősége (*Rogers, Mitchell, 1989*).

Mikrobiológiai minőség: Nem találtak összefüggést a mikrobaszám és a pasztörözött tej szomatikus sejtszáma között. A pszichotróf baktériumok számának növekedése a pasztörözést követően fontos tényező, mivel hozzájárul a tej lipolíziséhez és proteolíziséhez (*Cousin, 1982*). A 21. tárolási napon viszonylag magas volt a csíraszám. Nagymértékben valószínűsíthető, hogy a tej minőségének romlása, a mikroorganizmusok szaporodásának – különösen a pszichotróf baktériumoknak – is köszönhető.

Összességében a vizsgálat során a kutatók azt találták, hogy a hűtve tárolás folyamán a szabad zsírsavszint (FFA) növekedésének mértéke (azaz a lipolízis folyamata) és a kazein hidrolízise (proteolízis) a magas szomatikus sejtszámú tejben 2-3-szor gyorsabb volt, mint az alacsony szomatikus sejtszámú tejben. Továbbá arra jutottak, hogy a coliformok és a pszichotróf baktériumok száma 5°C-os tárolás esetén - mind a magas, mind az alacsony szomatikus sejtszámú tejben - általában alacsony maradt (<100.000 cfu/ml).

Azt is megállapították, hogy az alacsony szomatikus sejtszámú tej érzékszervi minősége magas a teljes 21 napos tárolási idő során, azonban a magas szomatikus sejtszámú tejben a 21. tárolási napon ízbeli hibát mutattak ki, ami gyengébb minőséget eredményezett. Az érzékszervi hibák - elsősorban az avasodást és keserű ízt tekintve - összhangban voltak a felgyorsult lipolízissel és proteolízissel. Ez is azt bizonyítja, hogy a tőgygyulladás hátrányosan befolyásolja a pasztörözött tej minőségét. Ezért fontos, hogy a szomatikus sejtszámon keresztül is folyamatosan javítsák a nyers tej minőségét.