



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 637.1

Вплив високотемпературного оброблення на показники молока

І.О. Романчук, Т.В. Рудакова, Л.О. Моїсеєва
dairy@ipr.net.ua

*Інститут продовольчих ресурсів НААН України,
вул. Євгена Сверстюка, 4А, м. Київ, 02002, Україна*

Проведено порівняльну оцінку основних показників молока, обробленого за різних технологічних режимів (90 °С, 125 °С та 135 °С). Об'єктом досліджень були молоко коров'яче сире, УВТ-оброблене та пастеризоване. Молоко однієї партії оброблювали на дослідній установці фірми Альфа-Лаваль в лабораторних умовах ИПР НААН за температур 125 ± 1 °С та 135 ± 1 °С. Для порівняння впливу високотемпературних режимів на молоко, проводили пастеризацію молока за температури 90 ± 2 °С із витриманням 10 хв. Контролем було сире молоко. Визначення неказеїнового азоту проводили за методом із використанням блоку для спалювання. Вміст лактози та лактулози – хроматографічним методом з використанням високоефективного рідинного хроматографа LC-6А («Shimadzu»). Електропровідність визначали за допомогою кондуктометра, визначення точки замерзання (осмоляльності) кріоскопічним методом на кріоскопі-осмометрі МТ 5–0,2. Вміст кальцію визначали комплекснометричним методом (за А. Дуденковим).

Не відзначено змін показників титрової кислотності, проте при підвищенні температури оброблення активна кислотність дещо зменшувалась. Відмічено, що УВТ-оброблення молока забезпечує найбільш ефективно знищення бактерій групи кишкових паличок, зменшення чисельності молочнокислих бактерій та МАФАНМ в сирому молоці, яке за рівнем бактеріального забруднення відповідало першому ґатунку. Оцінку змін білкової системи проводили за відносним зменшення вмісту не казеїнового азоту в сироватці дослідних зразків молока, після оброблення за різних режимів. За результатами досліджень точки замерзання молока, було відмічено, що у порівнянні з сирим молоком точка замерзання дослідних зразків була вищою. Встановлено також, що електропровідність та вміст кальцію обробленого молока змінюються у порівнянні із сирим молоком та в залежності від способу оброблення. Зокрема, масова частка кальцію у пастеризованому молоці більша ніж у молоці, обробленому прямим та непрямим способом. Найбільші втрати кальцію та золи відмічено у разі оброблення молока непрямим способом за температури 125 °С.

Ключові слова: сире молоко, склад молока, пастеризація, УВТ- оброблення, питне молоко.

Влияние высокотемпературной обработки на показатели молока

І.О. Романчук, Т.В. Рудакова, Л.А. Моїсеєва
dairy@ipr.net.ua

*Інститут продовольственных ресурсов НААН Украины,
ул. Евгения Сверстюка, 4А, г. Киев, 02002, Украина*

Проведена сравнительная оценка основных показателей молока, обработанного при различных технологических режимах (90 °С, 125 °С и 135 °С). Объектом исследований было молоко коровье сырое, УВТ-обработанное и пастеризованное. Молоко одной партии обрабатывали на опытной установке фирмы Альфа-Лаваль в лабораторных условиях ИПР НААН при температурах 125 ± 1 °С и 135 ± 1 °С. Для сравнения влияния высокотемпературных режимов молоко, проводили пастеризацию молока при температуре 90 ± 2 °С с выдержкой 10 мин. Контролем было сырое молоко. Определение неказеинового азота проводили по методу с использованием блока для сжигания. Содержание лактозы и лактулозы - хроматографическим методом с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа LC-6А («Shimadzu»). Электропроводность определяли с помощью кондуктометров, определения точки замерзания (осмоляльности) кривоскопическим методом на кривоскопе-осмометре МТ 5–0,2. Содержание кальция определяли комплекснометрическим методом (по

Citation:

Romanchuk, I.O., Rudacova, T.V., Moiseeva, L.A. (2017). Influence of ultra-pasteurisation on characteristics of milk, *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(80), 169–173.

А. Дуденков). Не отмечено изменений показателей титрованной кислотности, однако при повышении температуры обработки активная кислотность несколько уменьшалась. Отмечено, что УВТ-обработки молока обеспечивает наиболее эффективное уничтожение бактерий группы кишечных палочек, уменьшение численности молочнокислых бактерий и МАФАНМ в сыром молоке, которое по уровню бактериального загрязнения соответствовало первому сорту. Оценку изменений белковой системы проводили по относительному уменьшению содержащего не казеинового азота в сыворотке опытных образцов молока, после обработки при различных режимах.

По результатам исследований точки замерзания молока, было отмечено, что по сравнению с сырым молоком точка замерзания опытных образцов была выше. Установлено также, что электропроводность и содержание кальция обработанного молока изменяются по сравнению с сырым молоком и в зависимости от способа обработки. В частности, массовая доля кальция в пастеризованном молоке больше, чем в молоке, обработанном прямым и косвенным способом. Наибольшие потери кальция и золы отмечено при обработке молока непрямым способом при температуре 125 °С.

Ключевые слова: сырое молоко, состав молока, пастеризация, УВТ-обработка, питьевое молоко.

Influence of ultra-pasteurisation on characteristics of milk

I.O. Romanchuk, T.V. Rudacova, L.A. Moiseeva
dairy@ipr.net.ua

The Institute of Food Resources of NAAN,
Yevhen Sverstiuk Str., 4A, Kiev, 02002, Ukraine

The comparative estimation of the main parameters of milk processed in different technological regimes (90 °C, 125 °C and 135 °C) is carried out. The object of the research was milk cow raw, UVT-treated and pasteurized. The milk of one batch was processed on a pilot plant of the Alfa-Laval company under the laboratory conditions of IAP NANA at temperatures of 125 ± 1 °C and 135 ± 1 °C. To compare the effects of high-temperature regimes on milk, pasteurization of milk was carried out at a temperature of 90 ± 2 °C with a holding of 10 minutes. The control was raw milk. Determination of non-cayenic nitrogen was carried out using a method using a combustion unit. Lactose and lactulose content by chromatographic method using LC-6A high-performance liquid chromatograph («Shimadzu»). The conductivity was determined using a conductivity meter, the determination of the freezing point (osmolality) by a cryoscopic method on a cryoscope-osmometer MT 5–0,2. The content of calcium was determined by the complexometric method (by A. Dudenkov). No changes in the titrating acidity were noted, however, when the processing temperature increased, the active acidity decreased somewhat. It was noted that UHT milk processing provides the most effective destruction of bacteria in the intestinal sticks, reducing of total quantity of bacteria in raw milk, which, according to the level of bacterial contamination, corresponded to the first brand. The evaluation of changes in the protein system was carried out with a relative decrease in the content of non-casein nitrogen in the serum of experimental milk samples, after treatment under different regimes.

According to the results of research on the freezing point of milk, it was noted that in comparison with raw milk, the freezing point of the prototype was higher. It is also established that electrical conductivity and calcium content of processed milk vary in comparison with raw milk and depending on the method of treatment. In particular, the mass fraction of calcium in pasteurized milk is higher than in milk, processed directly and indirectly. The greatest losses of calcium and ash are observed in the case of milk processing indirectly at a temperature of 125 °C.

Key words: raw milk, milk composition, pasteurization, UHT-treatment, drinking milk.

Вступ

Якість питного молока залежить від початковому вмісту мікроорганізмів в сирому молоці, режиму термічного оброблення, видів мікроорганізмів, які залишилися після пастеризації та тих, що потрапили в молоко з обладнання, активності термостійких протеолітичних і ліполітичних ферментів, температури зберігання готового продукту. Застосування термізації, подвійної пастеризації, підвищених режимів теплового оброблення молочної сировини є поширеним способом покращення мікробіологічних показників під час виробництва питного молока та подовження терміну його зберігання (DSTU 2661:2010).

Технологічна обробка молока призводить до зміни його складових, фізико-хімічних та органолептичних властивостей, що в кінцевому результаті впливає і на формування харчової цінності молочних продуктів. Під час ультрависокотемпературного оброблення нормалізоване молоко підігрівають в потоці до температури понад 100 °С з короткочасною витримкою, а потім охолоджують. Теплове оброблення молока за таких умов поєднує ефективну бактерицидну дію і

найменші втрати харчових речовин. Найбільш поширеними є два способи оброблення молока: пароконтактний спосіб – шляхом безпосереднього контакту пари з молоком; і непрямий – через поверхню, яка передає тепло.

Метою роботи було дослідження впливу технологічних режимів теплового оброблення сирого молока на показники кінцевого продукту.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом досліджень були молоко коров'яче сире, УВТ-оброблене та пастеризоване. Молоко однієї партії оброблювали на дослідній установці фірми Альфа-Лаваль в лабораторних умовах ІПР НААН за температур 125 ± 1 °С та 135 ± 1 °С. Для порівняння впливу високотемпературних режимів на молоко, проводили пастеризацію молока за температури 90 ± 2 °С із витриманням 10 хв. Контролем було сире молоко. Визначення неказеїнового азоту проводили за методом із використанням блоку для спалювання (DSTU ISO 8968-2:2005). Вміст лактози та лактулози – хроматографічним методом з використанням високоефе-

ктивного рідинного хроматографа LC-6A («Shimadzu») з рефрактометричним детектором, колонка SCR-101-N (250×4,7 мм), елюент – деіонізована дегазована вода, швидкість потоку – 0,5 мл/хв. Вміст золи визначали методом спалювання наважки в муфельній печі за температури 400...500 °С. Електропровідність визначали за допомогою кондуктометру, визначення точки замерзання (осмоляльності) кріоскопічним методом на кріоскопі-осмометрі МТ 5–0,2. Вміст кальцію визначали комплекснометричним методом (за А. Дуденковим) (Inikhov and Brio, 1971). Інші характеристики молока визначали за загальноприйнятими стандартизованими методиками досліджень. Математичне оброблення результатів проводили методами статистичного аналізу та стандартними алгоритмами програм Microsoft Excel. Повторюваність досліджень трьохкратна. Результати приймали за достовірні при $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Молоко – це полідисперсна система, в якій дисперсні фази знаходяться в іонно-молекулярному (мінеральні солі, лактоза), колоїдному (білки, фосфат кальцію) і емульгованому (жир) стані. Концентрація і ступінь дисперсності складових молока обумовлюють його фізико-хімічні властивості, а також визначають діапазон коливань їх числових значень (Gorbatova, 2003).

Порівняльне вивчення складу та властивостей молока, УВТ-обробленого обома способами, засвідчило про стабільність складу та співвідношення основних компонентів молока. В дослідних зразках не виявлено наявності лактулози, яка може утворюватися з лактози в результаті високотемпературного оброблення. У порівнянні із сирим молоком в дослідних зразках підвищувався вміст сухих речовин, що відбувалось за рахунок випаровування вологи. Не відзначено змін показників титрованої кислотності. При підвищенні температури оброблення активна кислотність дещо зменшувалась.

Відмічено, що УВТ-оброблення молока забезпечує найбільш ефективне знищення бактерій групи кишкових паличок, зменшення чисельності молочнокислих бактерій та МАФАНМ в сирому молоці, яке за рівнем

бактеріального забруднення відповідало першому гатунку.

Відомо, що найбільшого впливу під час теплової обробки молока зазнають сироваткові білки. Оцінку змін білкової системи проводили за відносним зменшення вмісту неказеїнового азоту в сироватці дослідних зразків молока, після оброблення за різних режимів.

Відмічено, що при високотемпературній пастеризації за температури 90 ± 2 °С протягом 10 хв відносний вміст неказеїнового азоту у сироватці молока зменшувався на 69%.

Під час УВТ-оброблення відносний вміст неказеїнового азоту був дещо більшим у порівнянні з пастеризованим молоком.

На рис. 1 представлені дані щодо зміни вмісту неказеїнового азоту у молоці, в залежності від способів і режимів оброблення. Зокрема, в молоці, обробленому непрямим способом за температур 125 °С та 135 °С, відносний вміст неказеїнового азоту становив 45,9% та 51,4% , відповідно, від його вмісту в сирому молоці.

Проте, під час оброблення сирого молока пароконтактним способом відносний вміст неказеїнового азоту становив 77,4...78,1% за обох температур.

За результатами досліджень точки замерзання молока, було відмічено, що у порівнянні з сирим молоком точка замерзання дослідних зразків була вищою (табл. 2). Очевидно, що такі зміни не пов'язані із збільшенням частки води (в результаті розбавлення молока водою), а із більш глибокими змінами, що відбуваються за участі мінеральних речовин та порушенням сольової рівноваги.

Під сольовою системою натурального молока розуміють сукупність іонів металів та органічних і неорганічних аніонів, що знаходяться у певному співвідношенні та рівновазі (Gorbatova, 2003). Вміст золи у молоці є досить стабільною характеристикою і кількість її коливається в межах 0,7–0,8%, тому такий показник можна було б використовувати для оцінки складу молока. Проте, значення масової частки золи не може повною мірою дати уявлення про комбінацію катіонів та аніонів у сирому молоці.

Таблиця 1

Мікробіологічні показники молока, обробленого за різних температур ($M \pm m$, $n = 3$)

Спосіб теплового оброблення	Бактерії групи кишкових паличок, в 0,1 см ³	Чисельність молочнокислих бактерій, lg КУО	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, lg КУО
Сире молоко	Присутні	5,1 ± 0,2	5,4 ± 0,1
Пастеризація	Відсутні	3,1 ± 0,1	3,5 ± 0,3
Прямий 125 °С 135 °С	Відсутні Відсутні	Відсутні Відсутні	Відсутні Відсутні
Непрямий 125 °С 135 °С	Відсутні Відсутні	Відсутні Відсутні	Відсутні Відсутні

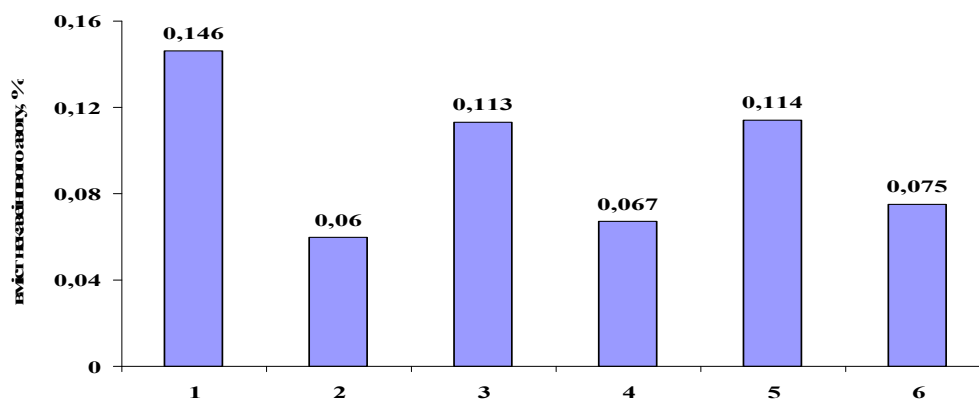


Рис.1. Вміст не казеїнового азоту в молоці, обробленому за різних режимів:

1 – сире молоко; 2 – пастеризація за температури 90 ± 2 °C із витримуванням 10 хв; 3 – 125 °C прямий (пароконтактний спосіб); 4 – 125 °C непрямої (через нагрівальну поверхню); 5 – 135 °C прямий спосіб (пароконтактний спосіб); 6 – 135 °C через нагрівальну поверхню

Фосфати, цитрати, білки, діоксид вуглецю та інші компоненти, утворюють буферну систему, яка дозволяє зберігати певний рівень рН. Для вирішення практичних задач, що виникають під час заготівлі молока, у тому числі виявлення фальсифікації, може відігравати важливу роль дослідження сольової системи молока. У цьому сенсі заслуговує уваги такий показник молока як електропровідність.

За даними, одержаними на дослідній установці в лабораторних умовах встановлено, що електропровідність та вміст кальцію обробленого молока змінюються у порівнянні із сирим молоком та в залежності від способу оброблення. Зокрема, масова частка каль-

цію у пастеризованому молоці більша ніж у молоці, обробленому прямим та непрямим способом. Найбільші втрати кальцію та золи відмічено у разі оброблення молока непрямим способом за температури 125 °C, що пов'язане із частковим осадженням білка на стінках нагрівального апарату (при прямому способі).

Для подальших досліджень варто провести випробування в промислових умовах на обладнанні більшої потужності.

Відомо, що електропровідність молока визначається концентрацією іонів водню, калію, натрію, кальцію, магнію, хлору та ін.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники молока, обробленого за різних температур ($M \pm m$, $n = 3$)

Спосіб теплового оброблення	Точка замерзання, °C	Густина, кг/м ³	Титривна кислотність, °T	Активна кислотність, рН	Лактулоза
Сире молоко	$-0,537 \pm 0,001$	$1030,0 \pm 0,3$	$19,0 \pm 0,2$	$6,63 \pm 0,02$	Відсутня
Пастеризація	$-0,535 \pm 0,001$	$1030,0 \pm 0,3$	$19,0 \pm 0,1$	$6,53 \pm 0,03$	Відсутня
Прямий 125 °C 135 °C	$-0,523 \pm 0,002$	$1029,0 \pm 0,2$	$19,0 \pm 0,2$	$6,52 \pm 0,01$	Відсутня
	$-0,512 \pm 0,001$	$1029,0 \pm 0,3$	$19,0 \pm 0,2$	$6,49 \pm 0,02$	Відсутня
Непрямої 125 °C 135 °C	$-0,526 \pm 0,002$	$1029,0 \pm 0,3$	$19,0 \pm 0,3$	$6,48 \pm 0,03$	Відсутня
	$-0,503 \pm 0,002$	$1029,0 \pm 0,1$	$19,0 \pm 0,1$	$6,42 \pm 0,04$	Відсутня

Таблиця 3

Зміна мінерального складу незбираного молока в залежності від режимів теплової обробки

Спосіб та режим теплового оброблення	Масова частка кальцію, мг%	Масова частка золи, %	Електропровідність, мСм/см
Сире молоко	$106,7 \pm 0,4$	$0,70 \pm 0,02$	$5,50 \pm 0,01$
Пастеризація 90 ± 2 °C	$103,0 \pm 0,3$	$0,70 \pm 0,01$	$5,17 \pm 0,02$
Прямий 125 °C 135 °C	$100,8 \pm 0,6$	$0,69 \pm 0,01$	$5,15 \pm 0,02$
	$99,1 \pm 0,2$	$0,69 \pm 0,01$	$5,09 \pm 0,01$
Непрямої 125 °C 135 °C	$87,0 \pm 0,6$	$0,67 \pm 0,02$	$5,21 \pm 0,03$
	$100,9 \pm 0,4$	$0,68 \pm 0,01$	$5,12 \pm 0,02$

Також, на показники електропровідності молока опосередковано впливають жирові кульки та білкові глобули, оскільки завдяки великим розмірам, вони

зменшують рух іонів у електричному полі. Молекули лактози не утворюють іонів і не проводять електричний струм. Однак, електропровідність може змінюва-

тись при підвищенні температури молока, оскільки при цьому посилюється дисоціація солей.

Після сквашування дослідних зразків молока заквашувальними препаратами показники електропровідності підвищувалися до 6,5...7,1 мСм/см. Очевидно, що такі зміни відбуваються за рахунок утворення молочної кислоти та збільшення концентрації іонів водню.

Привабливим, з точки зору практичного застосування, є дослідження електропровідності молока в залежності від різних факторів хімічної та фізичної природи, що особливо актуально для виявлення фальсифікації молока в умовах існуючої сировинної бази.

Висновки

Високотемпературне теплове оброблення молока призводить до зміни властивостей його білкових та мінеральних компонентів. Під час пастеризації молока за температури 90 ± 2 °C протягом 10 хв. відбувається денатурація сироваткових білків про що свідчить зменшення вмісту не казеїнового азоту на 69% у порівнянні із сирим молоком. Під час ультрапастеризації сирого молока відносний вміст не казеїнового азоту був меншим і становив близько 22–23%. Електропровідність обробленого молока зменшується у порівнянні із сирим молоком на 5...8% в залежності від способу оброблення.

За результатами порівняльної оцінки різних способів теплового оброблення молока можна відзначити, що ультрапастеризація призводить до менших змін властивостей та складу молока у порівнянні з тривалою високотемпературною пастеризацією.

Перспективи подальших досліджень. Вивчення мінерального складу, ролі іонів молока, має важливе значення з огляду на їх роль у формуванні колоїдної системи молока, стабільності білкового комплексу, а також, певною мірою, впливає на харчову цінність. Перспективи полягають у доцільності розширення об'єктів досліджень за рахунок вивчення овечого, козиного молока. З огляду на перспективність промислового перероблення молока цих тварин, застосування високотемпературного оброблення дозволить подовжити термін реалізації та покращити мікробіологічні показники продукції.

Бібліографічні посилання

- DSTU 2661:2010 (2011). Moloko korovyache pytne. Zahal'ni tekhnichni umovy: [Chynnyy vid 2011-10-01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsional'nyy standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 8968-2:2005 (IDF 20-2:2001) Moloko. Vyznachennya vmistu azotu. Chastyna 2. Metod iz vykorystanniam bloku dlya spalyuvannya (makrometod) (in Ukrainian).
- Inikhov, G.S., Brio, N.P. (1971). Metody analiza moloka i molochnykh produktov. M., Pishchev. prom., 132–133 (in Russian).
- Gorbatova, K. (2003). K. Fiziko-khimicheskiye i bio-khimicheskiye osnovy proizvodstva molochnykh produktov. – SPb.: GIORД (in Russian).

Received 29.09.2017

Received in revised form 26.10.2017

Accepted 30.10.2017