



ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ЗАМЕРЗАННЯ ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ МОЛОКА В ПРОЦЕСІ ТЕРМООБРОБКИ

Т.В. Рудакова, кандидат технічних наук
Інститут продовольчих ресурсів НААН

Проведено дослідження впливу режимів теплової обробки молока з використанням відновленого молока на зміни температури замерзання, електропровідності та фізико-хімічних показників. Отримано нові дані стосовно залежності показників якості питного молока від технологічних режимів виробництва.

Вступ. Ступінь натуральності молока визначається за такими показниками: кількість жиру; вміст сухої речовини; густина; точка замерзання; рівень нітратів; показник рефракції; в'язкість; електропровідність; вміст мінеральних речовин. У практиці молочної промисловості натуральність молока найчастіше визначається за показниками густини, жиру та білка, а в якості арбітражного застосовується метод визначення точки (температури) замерзання молока. Температура замерзання молока – це його постійна фізико-хімічна властивість, обумовлена розчинними складовими частинами (лактозою та солями), які знаходяться в молекулярному та іонодисперсному стані. Білки та жир молока не впливають на точку замерзання [1], проте із додаванням до молока води та консервантів концентрація водорозчинних речовин у ньому знижується, а точка замерзання – підвищується. Також відомо, що зі збільшенням титрованої кислотності водорозчинна молочна кислота знижує його точку замерзання.

Слід відзначити недостатню кількість інформації щодо впливу режимів теплової обробки молока на точку його замерзання. Так, деякими дослідженнями встановлено незначне підвищення температури замерзання молока при пастеризації; іншими стверджується, що за жодних температур цей показник не змінюється [2].

На сьогодні немає відомостей щодо значень температури замерзання відновленого та питного молока при його застосуванні. Виробники питного молока практикують його відновлення, не вказуючи це на маркуванні.

Метою роботи було дослідити температуру замерзання та електропровідності сирого молока та питного молока, виробленого за різних режимів теплової обробки із використанням відновленого молока.

Матеріали та методи. Сире збірне молоко фільтрували та піддавали тепловій обробці: за температури $125 \pm 1^\circ\text{C}$ – 3–5 с. та $135 \pm 1^\circ\text{C}$ – 3–5 с. прямим та непрямим способами на малогабаритній уста-



новці ВТИС фірми "Альфа-Лаваль" для отримання молока ультрависокотемпературно-обробленого (УВТ-обробленого); пастеризації за температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ із витримуванням 10 хв (для отримання пастеризованого молока). Гомогенізацію молока проводили за температури $60 \pm 2^\circ\text{C}$ під тиском 150 ± 50 атм.

Сухе незбиране молоко відновлювали та додавали до сирого або пастеризованого незбираного молока у кількості 10...90 % від загальної. Суміші відновленого та сирого або пастеризованого молока піддавали пастеризації за температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ із витримуванням 10 хв.

Температуру замерзання визначали кріоскопічним методом за допомогою міліосмометра-кріоскопа термоелектричного МТ-5-01 [3]; електропровідність – кондуктометричним методом з використанням мікропроцесорного портативного багатодіапазонного кондуктометра НІ 9033; вміст лактози – хроматографічним методом з використанням вискоєфективного рідинного хроматографа LC-6A [4]; вміст золи – методом спалювання наважки в муфельній печі за температури (400...500) $^\circ\text{C}$.

Експериментальні виробки та дослідження проводили протягом 2009–2010 рр. Повторність дослідів – 3-кратна. Одержані дані оброблено статистично.

Результати та обговорення. Стаття 114 технічних вимог ЄС щодо молоч-

них продуктів [5] наголошує, що питне молоко повинно мати температуру замерзання, наближену до середньої температури замерзання сирого молока, зареєстровану в місці походження зібраного молока. Стандарти інших країн також вимагають уведення цього показника. Наприклад, у Новій Зеландії регламентовано точку замерзання для сирого молока $-0,512^\circ\text{C}$ [9].

Водночас в Україні стандартами не передбачено визначати температуру замерзання як сирого коров'ячого молока [6, 7], так і питного [8].

У табл. 1 наведено фізико-хімічні показники молока, обробленого за різних режимів.

Результати свідчать про підвищення точки замерзання практично всіх зразків обробленого молока. Так, точка замерзання молока, обробленого за температури 135°C обома способами зросла на $0,017^\circ\text{C}$, а за температури 125°C прямим способом – на $0,009^\circ\text{C}$ у порівнянні із сирим молоком. Без змін залишилось молоко, оброблене за температури 125°C непрямим способом, а в пастеризованому молоці точка замерзання знизилась на $0,003^\circ\text{C}$. Вочевидь, такі зміни відбуваються за рахунок вмісту йонів солей та лактози. Так, в усіх зразках обробленого молока значення електропровідності знижувались у середньому на 7,0 % при незначному зниженні вмісту золи, а

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники молока, обробленого за різних режимів

Спосіб теплової обробки	Режим, $^\circ\text{C}$	Масова частка лактози, %	Масова частка золи, %	Електропровідність, mS/cm	Точка замерзання, $^\circ\text{C}$
Необроблене молоко	-	4,02	0,70	5,50	-0,544
Пастеризація	95	5,22	0,69	5,17	-0,547
Прямий спосіб	125	5,07	0,69	5,15	-0,535
	135	5,05	0,68	5,09	-0,528
Непрямий спосіб	125	4,89	0,65	5,24	-0,544
	135	4,80	0,68	5,12	-0,527



рівень лактози підвищувався на 24,5 % у порівнянні з сирим молоком. У табл. 2 і 3 представлено результати досліджень впливу кількості відновленого молока у суміші з натуральним молоком і теплової обробки на точку замерзання та електропровідність. У першій серії досліджень використовували сире молоко, в другій – пастеризоване; потім обидва варіанти змішували із відновленим у кількості від 10 до 90 %, а отриману суміш пастеризували. Як видно з таблиці 2, значення температури замерзання і пастеризованого, і пастеризованого відновленого молока знижуються у порівнянні з сирим та відновленим молоком. Очевидно зниження температури замерзання в молоці після пастеризації відбувається за рахунок утворення нерозчинного фосфату кальцію та зміни тиску вуглекислого газу [2, 10]. По мірі зниження вмісту сирого молока в суміші значення температури замерзання збільшуються і наближаються до значень відновленого молока як до пастеризації суміші, так й після. При цьому температура замерзан-

ня пастеризованої суміші нижча в середньому на 10,0%, ніж до пастеризації.

Зміни точки замерзання корелюють з даними щодо електропровідності молока (табл. 2). Причому у випадку змішування відновленого молока в кількості 90% з сирим, значення електропровідності пастеризованої суміші було вищим, ніж пастеризованого відновленого молока, що пояснюється зменшенням дисоціації потенціальних електролітів.

У випадку використання в суміші пастеризованого молока з відновленим, тенденція зміни температури замерзання та електропровідності є аналогічною використанню сирого молока (табл. 3). При цьому після пастеризації суміші температура замерзання була нижчою, ніж з використанням сирого молока (табл. 2), але по мірі збільшення кількості відновленого молока не спостерігалось жодної закономірності (табл. 3). Значення електропровідності суміші відновленого та пастеризованого молока, навпаки, були нижчими на 7...15 % (табл. 3), ніж з використанням сирого молока (табл. 2).

Таблиця 2. Показники якості суміші сирого та відновленого молока

Зразок продукту*	Температура замерзання**, (°C)	Електропровідність**, mS/см
Сире молоко	-0,553	3,50
Пастеризоване молоко	-0,570	4,30
Відновлене молоко	-0,536	4,60
Відновлене молоко пастеризоване	-0,632	4,70
1/1'	-0,552 / -0,604	4,20 / 4,60
2/2'	-0,548 / -0,603	4,23 / 4,65
3/3'	-0,547 / -0,603	4,60 / 4,71
4/4'	-0,547 / -0,600	4,61 / 4,70
5/5'	-0,540 / -0,600	4,61 / 5,00
6/6'	-0,537 / -0,600	4,62 / 5,00
7/7'	-0,536 / -0,590	4,64 / 5,02
8/8'	-0,536 / -0,579	4,65 / 5,02
9/9'	-0,537 / -0,549	4,72 / 5,11

Примітки: * 1/1' – 90 : 10 (сире молоко : відновлене молоко/пастеризована суміш); 2/2' – 80 : 20; 3/3' – 70 : 30; 4/4' – 60 : 40; 5/5' – 50 : 50; 6/6' – 40 : 60; 7/7' – 30 : 70; 8/8' – 20 : 80; 9/9' – 10 : 90.

**У знаменнику вказано значення для пастеризованої суміші сирого та відновленого молока.



Таблиця 3. Показники якості суміші пастеризованого та відновленого молока

Зразок продукту*	Температура замерзання**, (°C)	Електропровідність**, mS/cm
Сире молоко	-0,553	3,50
Пастеризоване молоко	-0,570	4,30
Відновлене молоко	-0,536	4,60
Відновлене молоко пастеризоване	-0,632	4,70
1/1'	-0,563 / -0,655	3,90 / 4,20
2/2'	-0,565 / -0,615	3,92 / 4,25
3/3'	-0,561 / -0,621	3,92 / 4,26
4/4'	-0,556 / -0,632	3,99 / 4,27
5/5'	-0,549 / -0,605	4,10 / 4,30
6/6'	-0,545 / -0,624	4,11 / 4,35
7/7'	-0,530 / -0,599	4,13 / 4,35
8/8'	-0,530 / -0,619	4,13 / 4,37
9/9'	-0,530 / -0,553	4,20 / 4,40

Примітки: * 1/1' – 90 : 10 (пастеризоване молоко : відновлене молоко/пастеризована суміш); 2/2' – 80 : 20; 3/3' – 70 : 30; 4/4' – 60 : 40; 5/5' – 50 : 50; 6/6' – 40 : 60; 7/7' – 30 : 70; 8/8' – 20 : 80; 9/9' – 10 : 90.

**У знаменнику вказано значення для пастеризованої суміші пастеризованого та відновленого молока.

Висновки

Виявлено закономірність підвищення вмісту лактози та зниження вмісту золи внаслідок УВТ-обробки молока.

За найвищих температур УВТ-обробки відбувається максимальне зниження значення точки замерзання. При збільшенні

кількості відновленого молока у суміші з сирим або пастеризованим, точка замерзання наближається до відновленого.

У результаті теплової обробки суміші, значення точки замерзання та електропровідності збільшуються у порівнянні з такими до оброблення.

Література

1. Вайткус В.В. Криоскопический метод определения натуральности молока // Техническая информация. – М.: 1964. – 60 с.
2. Тепел Альфред. Химия и физика молока. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 624 с.
3. Кирсанов В.И. Метод криоскопии для оценки качества сырого молока и молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2001. – № 6. – С. 45–47.
4. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии / Ред. Хеншен А., Хупе К.П., Лотшпайх Ф., Вельтер В. – М.: Мир, 1988. – 687с.
5. Регламент Ради (ЄС) № 1234/2007 від 22 жовтня 2007 р. Про заснування спільної організації сільськогосподарських ринків та щодо конкретних вимог до певних сільськогосподарських продуктів (Єдиний Регламент СОР).
6. ДСТУ 3662-97 "Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі".
7. ДСТУ 3662:20XX "Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови" (проект).
8. ДСТУ 2661:2010 "Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови".
9. DPC2: Animal Products (Dairy) Approved Criteria for Farm Dairies // New Zealand Food Safety Authority – Wellington, 31.10.2008.
10. Janstova B., Dracova M., Navratilova P., Nadra L., Vorlova L. Freezing point of raw and heat-treated goat milk // Czech J. Anim. Sci. – 52, 2007 (11) – p. 394–398.



АННОТАЦІЯ

Рудакова Т.В. Исследование изменений температуры заморозки и электропроводности молока в процессе термобработки // Биоресурсы и природопользование. – 2013. – 5, № 1–2. – С. 131–135.

Проведены исследования режимов тепловой обработки молока с использованием восстановленного молока на изменение температуры заморозки, электропроводности и физико-химических показателей. Получены новые данные относительно зависимости показателей качества питьевого молока от технологических режимов производства.

SUMMARY

T. Rudakova. The research of temperature changes of milk freezing and its conductivity during heat treatment // Biological Resources and Nature Management. – 2013. – 5, № 1–2. – P. 131–135.

Researches of the conditions of thermal processing of milk using the reduced milk and its physical and chemical indicators on temperature change of milk freezing and its conductivity have been carried out. New data concerning the dependence of the indicators of drinking milk quality on technological conditions of production have been obtained.