

УДК 637.236

Боднарчук О.В., к.т.н. ©

E-mail: dnistranka@mail.ru

*Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна***ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ КУЛЬТУР ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА РІЗНИМИ СПОСОБАМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЙОГО ЯКІСТЬ**

Досліджено закономірності функціонування заквашувальних культур з різним бактеріальним складом у різних технологіях кисловершкового масла.

Показано, що використання закваски з мезофільним складом лактобактерій активізує перебіг мікробіологічних процесів впродовж визрівання вершків. У всіх продуктах, незалежно від технології виробництва кисловершкового масла, після 15 діб відбувається поступове відмирання заквашувальної мікрофлори.

Визначено особливості формування смако-ароматичних речовин під час виробництва та зберігання продукту. Встановлено, відмінності впливу бактеріальних культур упродовж зберігання продуктів на вміст діацетилу, летких органічних кислот, лактонів, спиртів.

Встановлено, що закваска, яка містить термофільні кислотоутворювачі, забезпечує необхідний рівень кислотності плазми, збагачує продукт високим вмістом смако-ароматичних речовин і є повноцінною при введенні її в пласт при виробництві кисловершкового масла. Заквашувальна культура з мезофільною мікрофлорою краще адаптованіша до температурних умов визрівання вершків і є придатнішою для виробництва масла методом збивання сквашених вершків, оскільки забезпечує вираженіші смакові відтінки та типовий кисломолочний аромат продукту.

Ключові слова: *кисловершкове масло, закваски, молочнокислі бактерії, кислотність, вуглеводи, леткі органічні кислоти, лактони, спирти*

УДК 637.236

Боднарчук О.В., к.т.н.*Інститут продовольствених ресурсів НААН, г. Киев, Украина***ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОСЛИВОЧНОГО МАСЛА РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЕГО КАЧЕСТВО**

Исследовано закономерности функционирования заквасочных культур с разным бактеріальным составом у разных технологиях кисломолочного масла.

Установлено, что использование закваски с мезофильным составом лактобактерий интенсифицирует микробиологические процессы во время созревания сливок. Во всех продуктах, независимо от технологии производства кисломолочного масла, после 15 суток, происходит постепенное отмирание заквасочной микрофлоры.

Установлено особенности формирования вкусо-ароматических веществ во время производства и хранения продукта. Показано, отличия влияния

бактериальных культур во время хранения продуктов на содержание диацетила, летучих органических кислот, лактонов, спиртов.

Установлено, закваска, содержащая термофильные кислотообразующие лактобактерии, обеспечивает необходимый уровень кислотности плазмы, обогащает продукт высоким содержанием вкусо-ароматических веществ и является полноценной при введении ее в пласт для производства кисломолочного масла. Заквасочная культура мезофильного состава лактобактерий лучше адаптированная до температурных условий созревания сливок и ее лучше использовать у производстве масла способом сбивания сливок, поскольку обеспечивает выраженные вкусовые оттенки та кисломолочный аромат продукта.

Ключовые слова: кисломолочное масло, закваски, молочнокислые бактерии, кислотность, углеводы, летучие органические кислоты, лактоны, спирты

UDC 637.236

O. V. Bodnarchuk

Institute of Food Resources NAAS, Kyiv, Ukraine

FEATURES OF FUNCTIONING OF STARTER CULTURES IN PRODUCTION OF SOUR-CREAM BUTTER BY DIFFERENT METHOD AND THEIR INFLUENCE ON HIS QUALITY

It has been investigated functioning of starter cultures with different bacterial composition at different technologies of sour-cream butter.

Use dairy starter with mezofilic composition of lactic acid bacteria intensifies microbiological processes during maturing of cream are established. In all products, regardless of technology of production of sour-cream butter, after 15 days, there is a gradual dying off of starter microflora.

The feature of formation of aroma compounds during production and product storage are established. It is shown, differences of influence of bacterial cultures in a storage time of products on the contents diacetyl, volatile organic acids, lactones, alcohols.

It is established, The starter containing thermophilic acid-forming lactic acid bacteria provides necessary level of acidity of plasma, enriches a product with the high content of aromatic compounds and possible to use in layer for production of sour-cream butter. The starter of mezofilic of lactic acid bacteria is better adapted to temperature conditions of maturing of cream and it is better to use at production of sour-cream butter by way of knocking down of cream as that provides the expressed flavoring sour aroma of a product.

Key words: *sour-cream butter, dairy starter, lactic acid bacteria, acidity, carbohydrates, diacetyl, volatile organic acids, lactones, alcohols.*

Кількісний та якісний склад заквашувальної мікрофлори кисловершкового масла, як будь-якого ферментованого продукту, має вирішальне значення у формуванні його специфічних органолептичних показників. У результаті життєдіяльності лактобактерій відбувається ряд специфічних біохімічних перетворень у плазмі масла, які впливають на смако-ароматичну композицію [1,2].

Для виробництва кисловершкового масла зазвичай використовують мезофільні лактококи видів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetilactis*,

Leuconostoc spp., які є продуцентами основного компоненту аромату – діацетилу та летких органічних кислот, а також кислотоутворювальні молочнокислі мікроорганізми видів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*. Останні забезпечують активне зброджування лактози з утворенням молочної кислоти. Таке поєднання розширює їхню метаболітичну активність, сприяє інтенсифікації процесів ферментування та обумовлює специфічні органолептичні показники продукту [3, 4].

У виробництві кисловершкового масла застосовують 2 технології. Особливістю однією із них є визрівання вершків з використанням бактеріальної закваски. Під час сквашування вершків в їх плазмі накопичується молочна кислота і ароматичні речовини. Їхня кількість залежить від ступеня сквашування вершків і позначається на вираженості смаку та аромату готового продукту. При цьому отримання масляного зерна і формування структури масла здійснюється зі сквашених вершків [4].

Друга технологія передбачає вироблення кисловершкового масла із не сквашених вершків внесенням закваски молочнокислих бактерій у пласт масла або в масляне зерно на стадії його обробки в такій кількості, щоб відразу отримати необхідну кислотність плазми масла з бажаним смаком та ароматом [4].

Зважаючи на те, що активність і функціонування бактеріальних культур може бути обмежена технологічними прийомами, тому важливо визначити адаптованість заквашувальних культур до технології виробництва цільового продукту.

Метою роботи було дослідження особливостей функціонування заквашувальних культур з різним бактеріальним складом у різних технологіях кисловершкового масла, визначення їх впливу на формування смако-ароматичних речовин під час виробництва та зберігання продукту.

Матеріали та методи досліджень. В роботі було використано розроблені Інститутом продовольчих ресурсів дві заквашувальні культури. До складу новостворених заквасок залучено штами молочнокислих бактерій видів: *Lactococcus lactis* ssp. *diacetilactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* (закваска №8) і *Lactococcus lactis* ssp. *diacetilactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (закваска №3). Ефективність функціонування заквашувальних культур №8 і №3 досліджували у кисловершковому маслі, виробленому збиванням сквашених вершків – (відповідно продукти I, II) та отриманого внесенням їх на стадії формування структури продукту – продукти III, IV відповідно. Контролем слугував зразок солодковершкового масла (V). Дослідні партії кисловершкового масла виробляли за літнім ступінчастим способом визрівання вершків заквасками у кількості 2,5% за витримки 21 °С → 4 год, за 13 °С → 6 год, за 8 °С → 4 год та способом внесенням 3,5% заквасок на стадії формування структури продукту. Для виробництва продуктів використовували вершки з м.ч. жиру 33% та титровою кислотністю 14 °Т. Для формування смако-ароматичного букету виготовлене масло піддавали визріванню за температури (10±1) °С впродовж 3 діб. Готові продукти зберігали за температури -2...0 °С впродовж 45 діб.

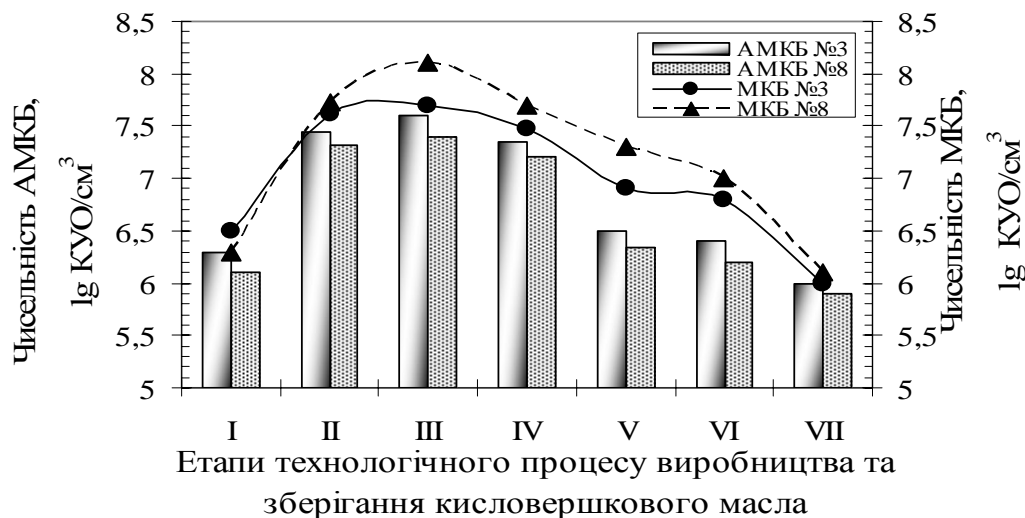
У готових продуктах та наприкінці терміну їх зберігання визначали вміст летких органічних кислот, вільних амінокислот, ефірів, лактонів, спиртів – за методом газорідинної хроматографії за ГОСТ Р 51762-2001 «Водка и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания летучих кислот и фурфурола» на хроматографі «Кристал-люкс-400М». Рівень

зброджування вуглеводів – за методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі LC-5 (“Shimadzu”) за ДСТУ ISO 11868:2004. Молоко термічно оброблене. Визначення вмісту лактулози методом високоефективної рідинної хроматографії.

Загальну кількість молочнокислих бактерій та ароматоутворювальних лактококів визначали стандартним методом згідно з ГОСТ 10444.11-89.

Результати досліджень. Загальна чисельність молочнокислих бактерій у заквасках № 3 та № 8 складала $(2,0...1,6) \cdot 10^8$ КУО/см³, в тому числі кількість ароматоутворювальних лактококів *L. diacetylactis* – $1,8 \cdot 10^8$ та $2,0 \cdot 10^7$ КУО/см³ відповідно.

Експериментально було встановлено, що незважаючи на однаковий вихідний вміст клітин лактобактерій у бактеріальних культурах, їхня чисельність відразу після внесення у пласт була вищою на 8 %, ніж до моменту заквашування вершків, що, зумовлено внесенням більшої дози (3,5%) закваски (рис. 1).



МКБ – молочнокислі бактерії; АМКБ – ароматоутворювальні бактерії.
Рис. 1. Зміна чисельності заквашувальної мікрофлори впродовж технологічного процесу виробництва та зберігання кислосвершкового масла, виробленого способом сквашування вершків: де I – внесення закваски у вершки; II – визрівання вершків за температури 21°C впродовж 4 год; III – визрівання вершків за температури 13°C впродовж 6 год; IV – визрівання вершків за температури 8°C впродовж 4 год; V – масло після збивання; VI – масло після 35 діб зберігання; VII – масло після 45 діб зберігання.

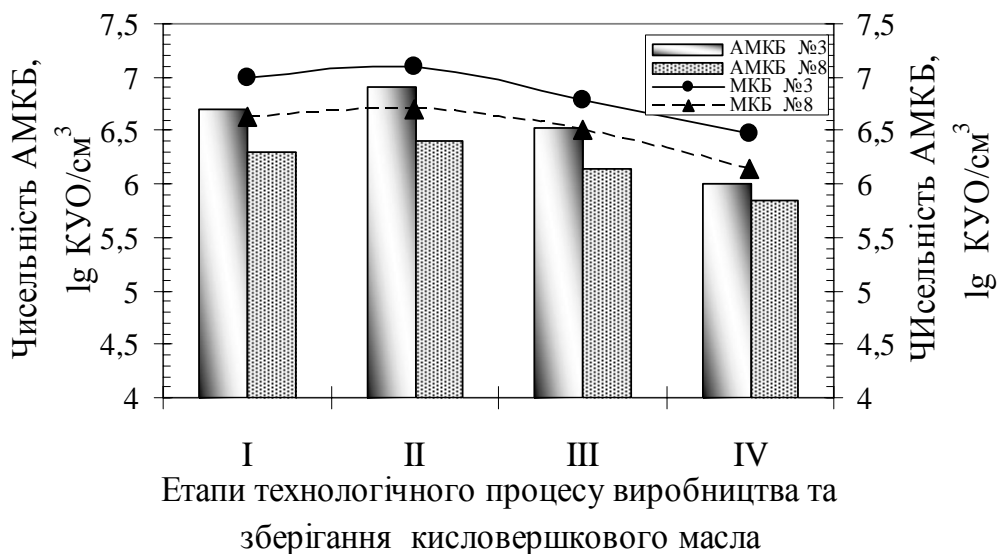
Слід зазначити, що під час визрівання вершків відбувалося поступове зростання чисельності усіх складових, взятих до дослідження заквасок. Максимальну кількість клітин (до $7,8...8,1$ КУО/см³) було зафіксовано через 10 год сквашування.

Характерним для закваски №3 було те, що розвиток її мікрофлори у вершках за цей період дещо відставав від закваски № 8. Так, приріст клітин загальної чисельності лактобактерій мезофільної закваски № 8 після 10 год

визрівання вершків був на 11% більшим від моменту заквашування у порівнянні з закваскою, до складу якої залучено термофільні лактобактерії.

Поясненням цього є несприятливі, передбачені технологією, температурні режими визрівання вершків для активного функціонування термофільних мікроорганізмів, особливо молочнокислих паличок виду *L. bulgaricus*, які характеризуються вищим температурним оптимумом – 38...39°C. Наступне зниження температури до 8°C ініціювало відмирання всіх складових заквасок. При цьому кількість лактобактерій – до 7,5...7,7 КУО/см³ та *L. diacetylactis* – 7,4...7,2 КУО/см³. Після технологічної операції збивання сквашених вершків було втрачено до 10% клітин, що можна пояснити їхнім переходом у маслянку. У результаті загальна чисельність молочнокислих мікроорганізмів та ароматоутворювальних лактококів у свіжовироблених продуктах коливалася в межах 6,9...7,3 КУО/см³ і 6,5...6,3 КУО/см³ відповідно. Водночас, на момент внесення закваски у пласт масла ці показники були меншими на 8%.

Спостерігаючи за розвитком заквашувальної мікрофлори, внесеної на стадії формування структури масла, було встановлено, що після 15 діб зберігання відбувалося незначне зростання клітин, ймовірно внаслідок визрівання готового продукту за температури (10±1)°C (рис. 2).



МКБ – молочнокислі бактерії; АМКБ – ароматоутворювальні бактерії

Рис. 2. Зміна чисельності заквашувальної мікрофлори кисловершкового масла з ароматизацією на стадії формування структури продукту впродовж його визрівання та зберігання: де I – масло після внесення закваски на стадії формування структури продукту; II – масло після 15 діб зберігання; III – масло після 35 зберігання; IV – масло після 45 діб зберігання.

Варто зауважити також, що кількість ароматоутворювальних лактококів *L. diacetylactis* під час виробництва та зберігання кисловершкового масла була вищою у разі використання закваски №3, що пов'язано з залученням до її складу більшої частки означених мікроорганізмів.

Однак застосування закваски №8 для сквашування вершків призводило до інтенсифікації мікробіологічних процесів. Як свідчать результати досліджень,

збільшення загальної чисельності лактобактерій відбувалося за рахунок кислотоутворювальних штамів *L. lactis*, які складають біля 66% мікрофлори закваски. Крім того, кращі результати мікробіологічних показників дозволяють стверджувати про те, що мезофільні культури є адаптованішими до низьких температур, які застосовують у виробництві масла. Варто також відмітити, що співвідношення між загальною чисельністю молочнокислих мікроорганізмів та ароматоутворювальних лактобактерій у свіжих продуктах та на всіх досліджуваних етапах не змінювалося.

Стосовно розвитку молочнокислих паличок встановлено, що вони були особливо чутливими до технологічних операцій під час виробництва кисловершкового масла шляхом збивання сквашених вершків. Вже на початку визрівання вершків чисельність лактобацил зменшилася на 1 порядок, а наприкінці зберігання їхня кількість спадала до 10^4 КУО/см³. Разом з тим, у разі внесення закваски в пласт масла, було помічено їхню вищу стійкість за зберігання впродовж 35 діб. А через 45 діб їх вміст залишався на рівні 10^5 КУО/см³.

Отже, проведені дослідження дозволили встановити деякі характерні особливості поведінки мезофільних та термофільних молочнокислих лактобактерій під час виробництва та зберігання кисловершкового масла, виробленого різними способами. Зокрема, перехід заквашувальної мікрофлори із вершків в масло, як середовище менш сприятливе, та зберігання виробленого масла за температури $-2...0^{\circ}\text{C}$ призводить до зниження їхньої чисельності і супроводжується різким відмиранням клітин. Впродовж 15 діб зберігання у продуктах спостерігали незначне збільшення чисельності заквашувальних мікроорганізмів, передусім складових мезофільної закваски №8. Надалі чисельність клітин стрімко спадала. Очевидно, біологічне визрівання вершків перед виробництвом кисловершкового масла значно прискорює процес відмирання молочнокислої мікрофлори. За цього способу мікрофлора закваски досягає свого максимального розвитку в період сквашування вершків. Причиною цього може бути максимальне вичерпування обмеженої кількості поживних речовин, зокрема, лактози.

Таким чином, на основі результатів експериментальних досліджень було встановлено, що закваски, до яких залучено, крім мезофільних ароматоутворювальних лактококів, термофільні лактобактерії є адаптованішими до технології виробництва кисловершкового масла способом внесення їх на стадії формування структури продукту. Переконаливо про це свідчать результати досліджень, які вказують про їхню вищу стійкість у процесі виробництва продукту. Закваска, що складається тільки з мезофільних лактобактерій є привабливішою для застосування у технології виробництва кисловершкового масла способом сквашування вершків, про що свідчать їх активніший розвиток під час визрівання вершків.

Зміна загальної кількості заквашувальної мікрофлори кисловершкового масла під час його зберігання знаходиться в тісному зв'язку з кислотністю плазми. Аналіз титровної кислотності плазми показав, що готові продукти, отримані сквашуванням вершків, характеризувалися вищою кислотністю $45-43^{\circ}\text{T}$, тоді як введення закваски в пласт дозволило виробити продукти з кислотністю $32-38^{\circ}\text{T}$ (табл.1).

Очевидно, що різниця в інтенсивності кислотності обумовлена розвитком заквашувальної мікрофлори і в значній мірі залежала від фізіолого-біохімічних властивостей видового складу та технологічних режимів. Кислотне число

жирової фази у свіжовироблених зразках та після 45 днів зберігання кисло-, так і солодковершкового масла знаходилося на рівні 2,1 °К. Позитивним є те, що кислотність плазми під час зберігання масла підвищувалася лише до 2°С. Було помічено також, що рівень зброджуванням вуглеводів у зразках продуктів I-II був вищим на 8%, що пов'язано з активнішою життєдіяльністю заквашувальної мікрофлори під час тривалого сквашування вершків. У разі внесення заквасок у пласт масла за 45 днів гідроліз вуглеводів у продуктах сягав до 6,0 %.

Таблиця 1

Характеристика кисловершкового масла

Зразки масла	Кислотність плазми, °Т		Кислотне число жирової фази масла, °К		Зброджування вуглеводів, %
	свіже масло	масло 45 днів	свіже масло	масло 45 днів	
I	45,0±0,5	45,5±0,4	2,14±0,06	2,20±0,06	7,66
II	43,0±0,3	45,0±0,3	2,15±0,07	2,18±0,06	7,94
III	32,0±0,3	33,0±0,2	2,10±0,05	2,16±0,05	6,04
IV	38,0±0,4	39,0±0,4	2,16±0,07	2,20±0,07	5,80
V	18,0±0,1	19,0±0,1	2,07±0,05	2,10±0,05	4,41

Слід зазначити, що мікробіологічні процеси, що відбувалися у плазмі масла, супроводжувалися не лише гідролізом лактози, але й позначалися на його білковій складовій. Зокрема, біохімічні перетворення вплинули на зміну деяких речовин речовин, які обумовлюють смак і аромат кисловершкового масла (табл. 2).

Таблиця 2

Деякі смако-ароматичні речовини кисловершкового масла

Кислоти, мг/кг	Свіжовиготовлене масло					Масло після 45 днів зберігання				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Діацетил, мг/100г	0,20	0,18	0,17	0,19	0,11	0,17	0,16	0,14	0,16	0,08
Леткі орг. кислоти, мг/кг	24,12	21,28	20,50	24,65	18,46	21,86	19,69	17,10	20,41	16,32
δ-лактони (C8+C10+C12), мг/кг	3,026	2,376	1,945	2,337	1,333	0,638	1,231	0,758	0,682	0,738
γ-лактони (C10+C12), мг/кг	0,35	0,79	0,52	0,29	0,25	0,25	0,19	0,34	0,20	0,20
Октен-3-ол, мг/кг	0,11	0,10	0,11	0,15	0,07	0,09	0,08	0,07	0,10	0,07
Пропанол-1, мкг/кг	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Октанол-2, мкг/кг	58,02	51,32	49,22	52,10	28,32	46,28	45,82	42,07	50,25	24,00

Так, використання закваски у виробництві кисловершкового масла, незалежно від технології його виробництва, позначилося на підвищенні вмісту смако-ароматичних речовин. Зокрема, у продуктах I-IV були вищими вміст діацетилю у 1,54...1,82 рази, летких органічних кислот – 1,15...1,34 рази, δ-лактонів – 1,46...2,27 рази, γ-лактонів – 1,2...3,2 рази, октен-3-олу – 1,43...2,14 рази, 2-октанолу – 1,74...2,05 рази у порівнянні з солодковершковим маслом. Серед дослідних зразків найбільшим вмістом органічних кислот (24,12 мг/кг), діацетилю (0,20 мг/100 г), δ-лактонів 3,03 (мг/кг), спирту 2-октанолу (58,02 мкг/кг) вирізнялося кисловершкове масло I, отримане способом сквашування вершків мезофільною закваскою. Це пов'язано з інтенсивністю і тривалістю дії ферментних систем заквашувальної мікрофлори мезофільного складу.

За вище згаданими сполуками дещо поступалося масло, збагачене закваскою, що містить крім ароматоутворювальних лактококів, термофільні лактобактерії (варіант IV). При цьому ароматичність продукту обумовлюється комплексом ароматичних сполук закваски, оскільки під час його виготовлення не створюються сприятливі умови для їхнього утворення і нагромадження.

Слід відзначити, що нагромадження смако-ароматичних речовин у кисловершковому маслі, виробленому збиванням сквашених вершків закваскою №3, відбувалося дещо стриманіше, що, очевидно, обумовлено не адаптованістю термофільної складової закваски до температурних умов визрівання вершків, передбачені технологією виробництва продукту. У разі введення мезофільної закваски №8 у пласт спостерігали найменшу кількість ароматичних речовин.

Свіжовироблене кисловершкове масло II, вирізнялося найвищим вмістом γ -лактонів – до 0,79 мг/кг. У процесі зберігання кількість аналізованих сполук зменшувалася у всіх продуктах.

Висновок. Вміст смако-ароматичних речовин та їхня зміна під час зберігання продуктів обумовлена не тільки видовим складом заквашувальної лактофлори, але й особливостями технології виробництва кисловершкового масла. У результаті органолептичної оцінки було встановлено, закваска №3, що містить термофільні кислотоутворювачі, є повноціннішою при введенні її в пласт для виробництва кисловершкового масла. Завдяки вищій енергії кислотоутворення, притаманній термофільним культурам, забезпечується необхідний рівень кислотності плазми. При цьому продукт збагачується високим вмістом сполук, які обумовлюють виражений кисломолочний смак та приємний аромат. Хоча вироблені продукти і вирізнялися за вираженістю кисломолочного присмаку, проте вони мають право на своє існування, оскільки за кислотністю плазми вони відповідають чинному ДСТУ. Заквашувальні культури з мезофільною мікрофлорою ліпше забезпечують бажані смакові відтінки та типовий кисломолочний аромат продукту, виробленому способом сквашування вершків.

Література

1. Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф., Король О.В., Савчук А.І. Заквашувальні культури у виробництві кисловершкового масла // Молокопереробка. – №4. – 2013. – С. 12-19.

2. Боднарчук О.В. Закономірності розвитку бактеріальних заквашувальних композицій під час біологічного визрівання вершків для виготовлення кисловершкового масла // «Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького». – Том 15, Ч.3 – №1(55) – Л. 2013. – С. 18-24.

3. D Samarzija. Characteristic and Role of Mesophilic Lactis Cultures / D. Samarzija, J. L. Havranek, N. Antunac, S. Sikora // Agricultural Conspectus Scientificus. – 2001. – Vol. 6. №2. – P. 113-120.

4. Мусій Л.Я., Цісарик О.Й. Динаміка зростання кислотності вершків за різних температурних режимів їх сквашування і визрівання при виробництві кисло вершкового масла // «Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького». – Том 15, Ч.3 – №3(57) – Л. 2013. – С. 84-89.

5. Шершнева В. Производство кисломолочного масла. — М.: Пищепромиздат, 1957г. — 62с.

Рецензент – д.с.-г.н., професор Цісарик О.Й.