

БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 637.354:637.18

К.В. ПАШУК, Г.Ф. НАСИРОВА

Технологічний інститут молока та м'яса НААН
вул. М. Раскової, 4-а, Київ, 02660

ВПЛИВ БІОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННИХ ОЛІЙ НА ЯКІСТЬ СИРНИХ ПРОДУКТІВ

Вироблені з рослинних олій замітники молочного жиру (ЗМЖ) „Деликон”, „Сонола”, „Біфілінг 54” та „Феттимілк-сир” було введено у кількості 30 % до жирової фази сирних продуктів, що виготовлялися за технологією твердого сиру „Костромський”. Контрольним варіантом були сири, вироблені з незбираного коров'ячого молока за тією ж технологією.

Усі досліджені ЗМЖ містили незначну кількість коротколанцюжкових жирних кислот. Масляна кислота, характерна для молочного жиру, була відсутня у спектрах жирних кислот заміників. Співвідношення між вмістом насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот досліджених ЗМЖ значно відрізнялося від такого співвідношення для молочного жиру. Виявлено, що початкові стадії - зсідання, утворення згустку та становлення сирного зерна, у дослідних варіантах протікали повільніше у 1,5-2 рази, ніж у контролі. Титрована кислотність сироватки у дослідних варіантах була вищою на 1-2 °Т від контролю, а сирне зерно було дрібнішим та м'якшим.

У зрілих контрольних сирах показники загальної чисельності лактобактерій та чисельності ароматоутворюючих видів були вищими, ніж у дослідних зрілих сирних продуктах. Дослідження біохімічних показників при визріванні сирних продуктів показали, що додавання ЗМЖ та етап гомогенізації вихідної сировини більш за все впливали на здатність сирного тіста до утримання вологи. Жирнокислотний склад, відмінний від молочного жиру, та підвищений вміст твердих тригліцеридів за температур вироблення сирів впливали на вологість та консистенцію сирного тіста. Це призводило до різних за сприятливістю умов розвитку лактобактерій протягом визрівання і, тим самим, до відмінностей у якості готового продукту.

***Ключові слова:** біохімічні показники, замітники молочного жиру, кристалізація жирів, сирний продукт, рослинні олії*

Задля збільшення обсягів виробництва, здешевлення і розширення асортименту молочних, у тому числі, сирних, продуктів застосовують заміну частини молочної жирової фази на рослинні олії. Але спроби замінити частину молочного жиру рідкими рослинними оліями, що проводили на початку ХХ сторіччя, не мали успіху. Наразі перевагу віддають складним сумішам різноманітних фракцій рослинних олій, підданих гідрогенізації або переетерифікації для надання їм необхідної консистенції, подібної до молочного жиру, так званім заміникам молочного жиру (ЗМЖ) [1]. Для отримання сирних продуктів з максимально наближеними до натуральних сирів властивостями розроблено спеціальні ЗМЖ, що дозволяє гарантувати харчову цінність та тривалий термін зберігання цих продуктів. Однак, жирнокислотний склад таких заміників рослинного походження відрізняється від молочного жиру, що є причиною відмінностей у їх фізико-хімічних та біохімічних властивостях. Крім того, при виробництві

сирних продуктів із використанням ЗМЖ додатково проводять емульгування та гомогенізацію вихідної сировини, що дозволяє підвищити дисперсність жирових та білкових компонентів комбінованої молочної сировини. При цьому початкові стадії вироблення сирних продуктів протікають повільніше, згусток має слабшу структуру, а відділення сироватки відбувається повільніше [2]. Все це впливає на розвиток мікрофлори та біохімічні перетворення у сирному тісті з комбінованої сировини упродовж визрівання сирних продуктів.

Метою цієї роботи було дослідження біохімічних властивостей ряду ЗМЖ, що використовують у промисловості для вироблення сирних продуктів, та особливостей розвитку біохімічної активності молочнокислої мікрофлори при визріванні сирних продуктів з частковою заміною молочного жиру на ЗМЖ.

Матеріал і методи досліджень

Вироблення сирних продуктів проводили за технологією твердого сиру „Костромський” з використанням ЗМЖ „Делікон” марки ЗЛТ № 1 (вир. ЗАТ „Завод модифікованих жирів”, м. Кіровоград), ЗМЖ „Сонола” марки ЗЛТ-ТС № 3 (вир. ЗАТ „Завод модифікованих жирів”, м. Кіровоград), ЗМЖ „Біфілінг 54” (вир. ВАТ „БМБ Маргарин”, м. Черкаси) та ЗМЖ „Феттимілк-Сир 01 АК” (вир. ЗАТ „Запорізький оліяжиркомбінат”, м. Запоріжжя). Контрольним варіантом були сири, вироблені з незбираного коров'ячого молока.

Коров'яче незбиране молоко пастеризували 10 хв. за температури (75 ± 3) °С. Частину молока сепарували для видалення вершків. Вершки та ЗМЖ використовували для нормалізації вихідної молочної суміші за жиром (до 3 %), при цьому ЗМЖ додавали у кількості 30 % від загального вмісту жиру у молоці. Одержану молочну суміш піддавали гомогенізації під тиском $(12,5 \pm 2,5)$ МПа за температури (60 ± 3) °С.

Заквашувальний бактеріальний концентрат БК-Угліч-№ 4 (вир. ОНО „Експериментальна біофабрика”, м. Углич), що містив культури лактобактерій видів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* (надалі, *L. diacetylactis*) та *Leuconostoc mesenteroides* (надалі, *L. mesenteroides*).

Жиринокислотний склад жирової фази досліджували методом капілярної газо-рідинної хроматографії згідно з ДСТУ ISO 15885/IDF 184:2008 [3]. Визначення чисельності лактобактерій проводили чашковим методом за ДСТУ IDF 100B-2003 [4]. Вміст тверих триглицеридів визначали методом дилатометрії [5].

Визначення основних фізико-хімічних та біохімічних параметрів сирного тіста проводили за загальноприйнятими методиками [6].

Результати досліджень та їх обговорення

Формування певної текстури твердих сичужних сирів, особливостей смаку та запаху відбувається при їх визріванні завдяки життєдіяльності молочнокислих бактерій заквашувальних бактеріальних препаратів, що своєю ферментативною активністю спричиняють цілу низку біохімічних перетворень білкових, жирових, вуглеводних компонентів сирного тіста. Як відомо, при виробленні та на початку визрівання сиру лактобактерії розвиваються дуже швидко, але потім частина клітин відмирає і автолізується з вивільненням ендогенних ферментів у сирне тісто. При цьому дуже важлива роль належить протеолітичним ферментам лактобактерій, які спричиняють більш активне розкладання білкових сполук до низькомолекулярних пептидів та вільних амінокислот і тим підвищують смакові характеристики продукту, та призводять до подальших ферментативних реакцій з утворенням різноманітних смако-ароматичних сполук [7]. Протікання всіх цих складних біохімічних процесів значно залежить від фізико-хімічних умов (кислотності, вологості, стану жирової фази, тощо), що створюються під час визрівання сирного тіста.

Попередні дослідження жирнокислотного складу використаних у роботі ЗМЖ виявили суттєві відмінності між ними та молочним жиром [8]. Всі досліджені ЗМЖ містили незначну кількість коротколанцюжкових жирних кислот ($C_{6:0}$ - $C_{10:0}$). Масляна кислота ($C_{4:0}$), характерна для молочного жиру, була відсутня у спектрах жирних кислот заміників. Співвідношення між вмістом насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот

досліджених ЗМЖ значно відрізнялось від такого співвідношення для молочного жиру (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості молочного жиру та заміників молочного жиру

Варіант	Співвідношення між насиченими, мононенасиченими та поліненасиченими жирними кислотами	Середня молекулярна маса жирних кислот, Да	Температура плавлення ЗМЖ, °С
Молочний жир	63 : 27 : 4	230,15 ± 2,1	27,2 ± 0,3
ЗМЖ "Делікон"	51 : 40 : 8	244,86 ± 2,5	27,9 ± 0,3
ЗМЖ „Сонола”	41 : 39 : 17	255,30 ± 2,5	31,7 ± 0,5
ЗМЖ "Біфілінг 54"	52 : 39 : 6	241,15 ± 3,0	27,4 ± 0,4
ЗМЖ "Феттимілк-сир"	22 : 77 : 0,1	261,88 ± 2,8	26,8 ± 0,5

Молочний жир характеризувався підвищеною кількістю насичених жирних кислот, вміст яких для всіх ЗМЖ був значно нижчим. Навпаки, кількість ненасичених жирних кислот була вищою у заміниках, особливо у ЗМЖ „Феттимілк-сир”.

Існує певна залежність між молекулярною масою жирних кислот жирової фази та температурою її плавлення: чим більша молекулярна маса, тим вища температура плавлення жиру [10]. Порівняння температур плавлення досліджених ЗМЖ з відповідними середніми молекулярними масами жирних кислот, обчисленими за жирнокислотним складом, показало, що ЗМЖ „Біфілінг 54” мав показники, подібні до контрольного молочного жиру, вищі показники були у ЗМЖ „Делікон” та „Сонола”. Максимальний показник середньої молекулярної маси жирних кислот був у ЗМЖ „Феттимілк-сир”, але температура плавлення для цього заміника була найнижчою з досліджених варіантів, що можна пояснити дуже високим вмістом ненасичених C₁₈-жирних кислот – близько 75%.

Для розроблення технологій сирних продуктів важливим є дослідження при певних температурах швидкості кристалізації та вмісту твердих тригліцеридів у жировій фазі вихідної молочної сировини. Вивчення цих процесів проводили на модельних жирових сумішах, що містили 30 % ЗМЖ і 70 % молочного жиру. Було показано, що за температури 0° С чистий молочний жир кристалізується швидше, а вміст кристалічної фази через 1,5 години у ньому вищий, ніж у модельних сумішах (рис. 1а). Процес кристалізації в дослідних варіантах проходив по-різному у проміжку часу з 30-ої до 60-ої хв. Упродовж цього часу вміст твердої фази у варіанті суміші із ЗМЖ „Феттимілк-сир” був майже однаковим з молочним жиром. Суміші із ЗМЖ „Делікон” та „Біфілінг 54” містили більше твердих тригліцеридів, а суміш із ЗМЖ „Сонола” – значно менше, що можна пояснити різним жирнокислотним складом застосованих ЗМЖ.

Криві плавлення модельних жирових сумішей (рис. 1б) також відрізнялись від чистого молочного жиру, особливо у діапазоні технологічно важливих для вироблення сиру температур (26-38 °С). У всіх варіантах сумішей відносний вміст твердої кристалічної фази за цих температур був вищим, ніж у молочному жирі. Найбільш близькою до молочного жиру була крива плавлення для суміші молочного жиру із ЗМЖ „Біфілінг 54”. Слід відзначити, що за температури 34-36° С у молочному жирі вміст тригліцеридів у твердому стані практично відсутній, в той час, як у сумішах молочного жиру із ЗМЖ „Делікон” та „Сонола” тверда фаза становила 3,5-1,6% та 5,6-3,4%, відповідно.

За температури 18-20° С, при якій відбуваються формування та пресування сиру, починається кристалізація тригліцеридів жирової фази. Для досліджуваних сумішей у діапазоні цих температур вміст твердої фази був найвищим у варіантах із ЗМЖ „Делікон” (24,6%) та „Сонола” (23,2%). Цей показник для варіантів із ЗМЖ „Біфілінг 54” (20,6%) та „Феттимілк-сир” (21,4%) майже збігався з показником для молочного жиру (20,0%). Подальше зниження температури за умов визрівання сирів призводить до встановлення певної стійкої рівноваги між твердою та рідкою фазами у комбінованому жирі протягом тривалого часу, що

має значення для протікання всіх біохімічних процесів у сирному тісті і відбивається на якості готового продукту.

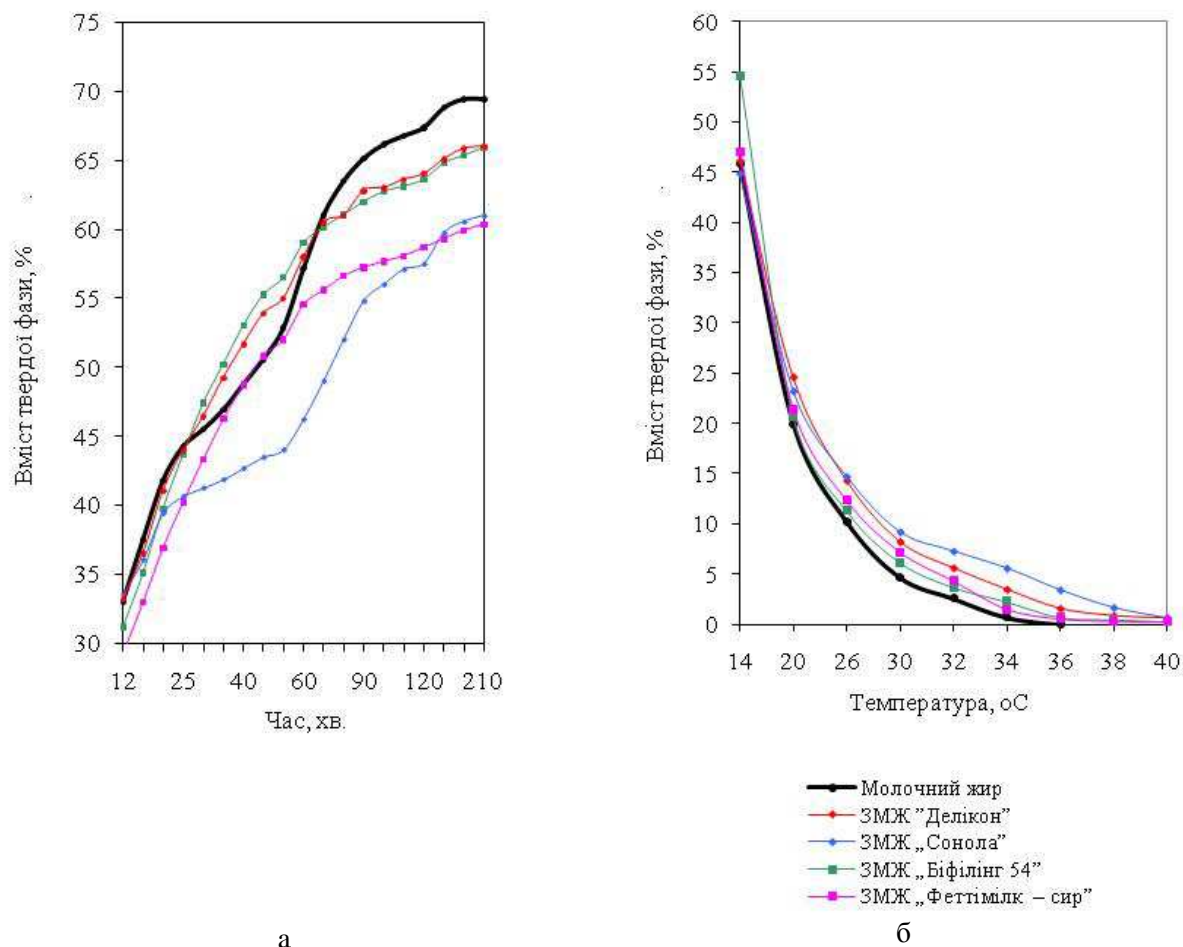


Рис. 1. Вміст твердих триглицеридів при кристалізації (а) та плавленні (б) модельних жирових сумішей ЗМЖ із молочним жиром

При виробленні сирних продуктів, 30% молочного жиру в яких було замінено на ЗМЖ „Делікон”, „Сонола”, „Біфілінг 54” та „Феттімільк-сир”, було виявлено, що початкові стадії - зсідання, утворення згустку та становлення сирного зерна, у дослідних варіантах протікали повільніше у 1,5-2 рази, ніж у контролі. Титрована кислотність сироватки на всіх стадіях у дослідних варіантах була вищою на 1-2 °Т від контролю, а сирне зерно було дрібнішим та більш м'яким, особливо, у варіанті із ЗМЖ „Сонола”. На початкових стадіях вироблення сирів дуже активно розвивається молочнокисла мікрофлора заквашувального препарату, досягаючи свого максимального значення у сирному тісті після пресування перед процедурою соління. На цьому етапі загальна чисельність молочнокислих бактерій, а також ароматоутворюючих (*L. diacetylactis* та *L. mesenteroides*) лактобактерій була підрахована у всіх варіантах дослідження. Через 45 діб визрівання чисельність лактобактерій була проаналізована вже у зрілих сирних продуктах та контрольних сирах (рис. 2).

У сирній масі після пресування чисельність лактобактерій, як загальна, так і ароматоутворювачів, була майже однакова у всіх варіантах дослідження. Упродовж визрівання частина клітин лактобактерій автолізується і чисельність їх зменшується. У зрілих контрольних сирах показники загальної чисельності лактобактерій та чисельності ароматоутворюючих видів були вищими, ніж у дослідних зрілих сирних продуктах. Причому, якщо показники загальної чисельності лактобактерій сирних продуктів не дуже різко відрізнялись від контролю: із ЗМЖ „Делікон” – у 1,3 рази, із ЗМЖ „Біфілінг 54” – у 2,4 рази, із ЗМЖ „Сонола” – у 3,5 рази, із ЗМЖ „Феттімільк-сир” – у 4,2 рази, то кількість ароматоутворювачів у варіантах із ЗМЖ „Делікон” та

„Сонола” була нижчою у 18,5 рази порівняно з контролем. У варіантах із ЗМЖ „Біфілінг 54” та „Феттимілк-сир” зниження чисельності ароматоутворювачів щодо контрольного варіанту було у 1,4 рази та 2,5 разів, відповідно. Можна вважати, що така різниця у розвитку молочнокислої мікрофлори між сирними продуктами із різними ЗМЖ, а також у порівнянні із контрольними сирами, що вироблені з чистої молочної сировини, у більшій мірі обумовлена впливом фізико-хімічного стану жирової фази сирного тіста.

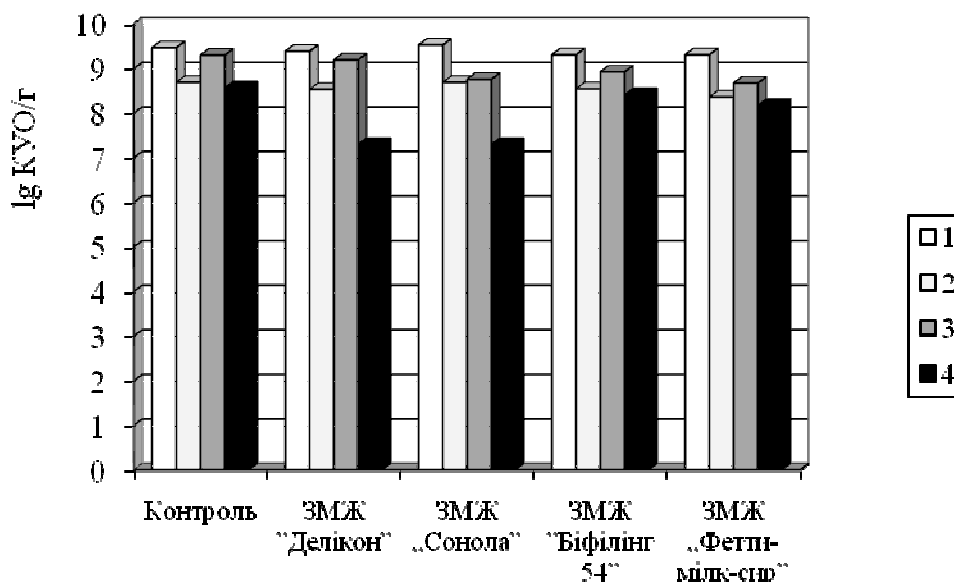


Рис. 2. Динаміка чисельності лактобактерій при виробленні сирних продуктів: 1 - загальна чисельність після пресування; 2 – чисельність ароматоутворювачів після пресування; 3 - загальна чисельність зрілого продукту; 4 – чисельність ароматоутворювачів зрілого продукту

Дослідження біохімічних показників при визріванні сирних продуктів показали, що додавання ЗМЖ та етап гомогенізації вихідної сировини більш за все впливали на здатність сирного тіста до утримання вологи. На рис. 3 відображено динаміку масової частки вологи у сирних продуктах при визріванні.

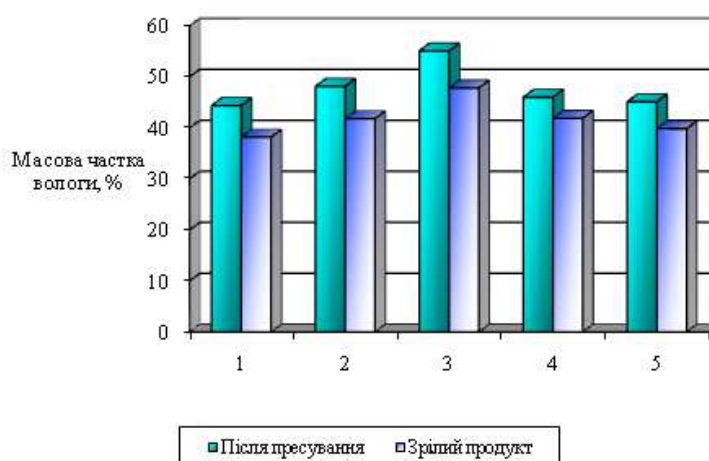


Рис. 3. Динаміка вмісту вологи у сирних продуктах: 1 – контроль; 2 – із ЗМЖ „Делікон”; 3 – із ЗМЖ „Сонола”; 4 – із ЗМЖ „Біфілінг 54”; 5 – із ЗМЖ „Феттимілк-сир”

Як видно із рис. 3, дослідні варіанти сирних продуктів як на етапі після пресування, так і зрілі, мали більшу вологість, ніж контрольні сири, особливо варіант із ЗМЖ „Сонола”.

Упродовж визрівання максимальну кількість вологи втратили контрольні сири (13,9%), дещо меншу – продукти із ЗМЖ „Деликон” (13,1 %), „Сонола” (13,1 %) та „Феттимілк-сир” (11,7 %), найменшу – варіант із ЗМЖ ”Біфілінг 54” (8,9 %). Найбільш високу масову частку вологи мав зрілий сирний продукт із ЗМЖ „Сонола” (47,83), консистенція його була близька до в'язкої. Більш високий ступінь вологості дослідних сирних продуктів обумовлений у деякій мірі гомогенізацією вихідної молочної сировини. Однак, відмінності щодо цього показника між дослідними варіантами свідчили про вплив застосованих ЗМЖ, які мають відмінності у якісному та кількісному складі жирних кислот та інші, ніж молочний жир, реологічні властивості.

Висновки

1. У жировій фазі з 30 % заміною молочного жиру на ЗМЖ „Деликон”, „Сонола”, ”Біфілінг 54” та „Феттимілк-сир” відносний вміст твердої кристалічної фази за температур 26-38 °С був вищим, ніж у молочному жирі.
2. Вплив фізико-хімічних властивостей використаних ЗМЖ більшою мірою відбився на підвищеній вологоутримуючій здатності сирного тіста сирних продуктів і, таким чином, на їх консистенції.
3. У дослідних зрілих сирних продуктах показники загальної чисельності лактобактерій, зокрема, чисельності ароматоутворюючих видів, були нижчими порівняно із зрілими контрольними сирами. Це негативно відобразилось на якості сирних продуктів.

1. *Белоконь Е.* Перспективы использования заменителей молочного жира в производстве пищевых продуктов / Е. Белоконь // Молочная промышленность. – 2005. - № 8 (23). – С. 14–15.
2. *Лепилкина О.В.* Особенности технологии сыров с растительными жирами / О.В. Лепилкина, А.В. Губенко, И.А. Шергина // Молочное Дело. – 2007. – № 2. – С. 48–49.
3. *Жир молочный.* Визначення жирнокислотного складу методом газорідинної хроматографії (ISO 15885:2002/IDF 184:2002, IDT) : ДСТУ ISO 15885/IDF 184:2008. – [Чинний від 2011-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – IV, 24 с. – (Національний стандарт України).
4. *Молоко і молочні продукти.* Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30 °С (IDF 100В-2003, IDT) : ДСТУ IDF 100В-2003. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – IV, 10 с. – (Національний стандарт України).
5. *Инихов Г.С.* Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М.: Пищевая пром., 1971. – С. 78–86.
6. *Гудков А.В.* Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. - М.: ДеЛи принт, 2003. – 799 с.
7. *Жирнокислотный* склад як показник наявності заміників у молочному жирі / Насирова Г.Ф., Жукова Я.Ф., Пашук К.В. [та ін.] // Молокопереробка. – 2010. - № 11. – С. 12–19.
8. *Лепилкина О.В.* Реологические свойства жиров и их влияние на технологию сыра / О.В. Лепилкина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 5. – С. 32–33.

Е.В. Пашук, Г.Ф. Насырова

Технологический институт молока и мяса НААН, Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЖИРОВ НА КАЧЕСТВО СЫРНЫХ ПРОДУКТОВ

Произведенные из растительных масел заменители молочного жира (ЗМЖ) „Деликон”, „Сонола”, ”Бифилинг 54” та „Феттимілк-сир” в количестве 30 % были введены в жировую фазу сырных продуктов, которые изготавливали по технологи твердого сыра „Костромской”. Контрольным вариантом были сыры, изготовленные из цельного коровьего молока по той же технологии.

Все исследуемые ЗМЖ содержали незначительное количество короткоцепочечных жирных кислот. Масляная кислота, характерная для молочного жира, отсутствовала в спектрах жирных кислот заменителей. Соотношения между содержанием насыщенных, мононасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот исследуемых ЗМЖ значительно отличалось от такого соотношения для молочного жира. Обнаружено, что начальные стадии - свёртывания, образования сгустка и постановка сырного зерна, в испытываемых вариантах

протекали медленнее в 1,5 – 2 раза, чем в контроле. Титруемая кислотность сыворотки в испытуемых вариантах была выше на 1-2 °Т чем в контроле, а сырное зерно было мельче и более мягким.

В зрелых контрольных сырах показатели общей численности лактобактерий и численности ароматобразующих видов были выше, чем в испытуемых зрелых сырных продуктах. Исследования биохимических показателей при вызревании сырных продуктов показали, что добавление ЗМЖ и этап гомогенизации исходного сырья больше всего влияли на способность сырного теста к удерживанию влаги. Жирнокислотный состав, отличный от молочного жира, и повышенное содержание твердых триглицеридов при температурах выработки сыров влияли на влажность и консистенцию сырного теста. Это сказывалось на условиях развития лактобактерий при вызревании и, тем самым, приводило к отличиям в качестве готового продукта.

Ключевые слова: биохимические показатели, заменители молочного жира, кристаллизация жиров, сырный продукт, растительные жиры

K.V. Pashuk, G.F. Nasyrova

Dairy and meat technological institute NAAS, Kyiv, Ukraine

BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC INFLUENCE OF PLANT OILS ON THE QUALITY OF CHEESE ANALOGUES.

30% of “Delicon”, “Sonola”, “Bifiling 54” and “Fettimilk-cheese” milk fat replacements (MFR) made from plant oils were added to a fat phase of cheese analogues that was made according to “Kostromskyi” cheese technology. As the control variant cheeses made from raw cow milk according to the same technology were used.

All researched MFR contained little shortchained fatty acids. Butter acid, which is a characteristic of milk fat, was absent from the spectra of fat acid replacements. There was appreciably difference between the ratio of the content of saturated, monosaturated and polyunsaturated fatty acids of the researched MFR and the same ratio for the milk fat.

It was found that primary stages – coagulation, bunch formation and stating of the cheese grain proceeded 1,5 – 2 times slower in the researched variants than in the control ones. Titrated acidity of the whey in the researched variants was 1 – 2 °Т higher than in the control ones, and the cheese grain was smaller and much softer.

The figures of general quantity of lactobacteria and the quantity of aroma forming species were much higher in the rape control cheeses than in the researched raw cheese analogues.

The research of biochemical measures during the ripening process of cheese analogues showed that adding MFR and the staged of homogenization of the starting raw material affected the capability of cheese curd to keep moisture.

Fatty acid composition which is different from milk fat and the increased content of hard triglycerides at temperatures used during cheese making period influenced moisture and consistency of rennet-curd cheese analogues. This had an effect upon the conditions of lacto bacterium development and the rapping thus leading to differences in the quality of the ready product.

Key words: biochemical measures, milk fat replacements, fat crystallization, cheese analogues, plant oils

Рекомендує до друку

Н.М. Дробик

Надійшла 1.02.2012