

ОБРАЗОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ И ВКУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, О.М. Баранов

Исследовано влияние функциональных добавок на формирование вкусовых и ароматических веществ в кефире, обогащенном лактатом кальция и/или ацидофильной палочкой. Определены содержания различных карбоновых кислот (уксусная, масляная и др.), карбонильных соединений (ацетальдегид, диацетил, ацетоин, ацетон и др.), спиртов и эфиров (этанол, *n*-пропанол, *n*-бутанол, изо-бутанол, этилацетат и др.) и углекислоты различными методами. Установлено, что обогащающие функциональные добавки оказывают положительное влияние на образование многочисленных ароматических и вкусовых соединений, особенно это характерно при совместном использовании лактата кальция и ацидофильной палочки

Введение

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь является создание функциональных пищевых продуктов, оказывающих благотворное воздействие на организм человека при регулярном потреблении в составе повседневного рациона.

На кафедре «Технология молока и молочных продуктов» Могилевского государственного университета продовольствия разработан ряд кисломолочных продуктов функционального назначения: кефир, обогащенный кальцием; кефир, обогащенный ацидофильной палочкой; кефир, обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой.

Обогащение кефира кальцием позволяет восполнить дефицит кальция в пищевом рационе современного человека. Этот продукт рекомендуется детям для роста и укрепления костей, взрослым – для профилактики остеопороза, переломов, а также для нормализации обменных процессов в организме [1].

Кефир, обогащенный ацидофильной палочкой, разработан для профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Ацидофильная палочка *Lactobacillus acidophilus* обладает широким бактерицидным действием, она способна обеспечить защиту организма от бактериальной и вирусной инфекции, повышает иммунную защиту, способствует восстановлению нормальной микрофлоры кишечника после лечения антибиотиками [2].

Вкусовые и ароматические вещества, придающие любому пищевому продукту специфические вкус и запах, формируются в процессе его производства [3]. Для придания кефиру типичных органолептических свойств особо важно накопление разнообразных вкусовых и ароматических веществ, осуществляемое в процессе жизнедеятельности ароматобразующих и других молочнокислых бактерий и дрожжей закваски. При этом большое значение имеет не только содержание этих веществ в готовом продукте, но и их оптимальные соотношения между собой [4].

Известно, что добавление каких-либо компонентов в традиционный продукт неизбежно ведет к изменению его свойств. В связи с этим в работе исследовалось влияние лактата кальция и ацидофильной палочки на накопление вкусовых и ароматических веществ в обогащенном кефире.

Объекты и методы исследований

В работе исследовались 4 образца: кефир (образец №1); кефир, обогащенный кальцием (образец №2); кефир, обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой (образец №3); кефир, обогащенный ацидофильной палочкой (образец №4).

Определение содержания вкусовых и ароматических веществ проводили методом газохроматографического анализа с использованием капиллярной стеклянной хроматографиче-

ской колонки. Подготовку пробы образца к анализу осуществляли методом дистилляции из готовых продуктов. Полученный дистиллят использовали для определения летучих компонентов в автоматическом режиме на газовом хроматографе ГХ-1000. Условия проведения газохроматографического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Условия проведения газохроматографического анализа летучих компонентов

Показатель	Значение
Материал колонки	стекло, кварц
Длина колонки, м	50
Внутренний диаметр колонки, мм	0,5
Неподвижная жидкая фаза	Carbowax 15M
Объем пробы, мкл	1,0
Программирование температуры:	
температура термостата колонки (начальная), °С	60
начальный изотермический участок, мин	25
скорость нагрева, °С·мин ⁻¹	10
температура термостата колонки (конечная), °С	150
конечный изотермический участок, мин	20
Температура испарителя, °С	250
Температура детектора (ПВД), °С	200
Давление газа-носителя (аргон) на входе в колонку, кгс/см ²	0,5
Расход газов для пламенно-ионизационного детектора, см ³ /мин:	
водород	20
воздух	200

Общее время проведения одного анализа составляло 60 мин. Количественный анализ образцов проводили методом внутренней нормализации. Для идентификации летучих ароматических компонентов использовались вещества-свидетели.

Определение диацетила и ацетоина осуществляли методом дистилляции водяными парами и последующим колориметрированием [5]. Первый отгон содержал диацетил, второй – ацетон, который под воздействием хлорного железа окисляется до диацетила. Определяли оптическую плотность полученных дистиллятов на фотометре КФК-3 при длине волны 364 нм. Количества диацетила и ацетоина находили по предварительно построенному калибровочному графику и выражали в мг/100 г.

Содержание этилового спирта определяли способом перегонки с последующим взвешиванием пикнометров с отгоном и водой и определения относительного веса отгона [5]. Содержание спирта по относительному весу отгона определяли, пользуясь справочной таблицей.

Определение летучих жирных кислот (ЛЖК) проводили путем выделения их дистилляцией водяным паром с последующим титрованием 0,1н раствором гидроксида натрия [5].

Наличие углекислого газа оценивали по высоте подъема сгустка в сантиметрах при нагревании пробы продукта до температуры 90°С [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Хроматограммы летучих компонентов исследованных продуктов представлены на рисунках 1-4. Из полученных хроматограмм видно, что в исследуемых образцах присутствует широкая гамма разнообразных вкусовых и ароматических веществ, включая карбонильные соединения, карбоновые кислоты и различные спирты. В кефире (контроле) идентифицировано 13 компонентов, в кефире, обогащенном кальцием, – 12, в кефире, обогащенном кальцием и ацидофильной палочкой, – 14, в кефире, обогащенном ацидофильной палочкой, – 15 компонентов.

Одним из наиболее важных компонентов кефира, ответственным за его характерный вкус и запах, является этиловый спирт. Из хроматограмм видно, что наибольшее содержание этанола наблюдается в образцах №3 (23,7 усл. ед.) и №2 (18,09 усл. ед.). Это может свидетельст-

воват о том, что в присутствии лактата кальция дрожжи, как основной продуцент этилового спирта, развиваются более активно. В образцах №1 и №4 содержание этилового спирта находится практически на одном уровне и составляет 4,5–5,9 усл. ед., то есть обогащение кефира ацидофильной палочкой не вызывает существенного изменения содержания этилового спирта в продукте по сравнению с контролем.

Определение содержания этилового спирта по относительному весу отгона в пикнометрах (таблица 2) показало, что присутствие лактата кальция в образцах №2 и №3 способствует образованию этилового спирта в больших количествах, чем в контроле. Содержание этилового спирта в образцах № 1 и №4 находится на одном уровне.

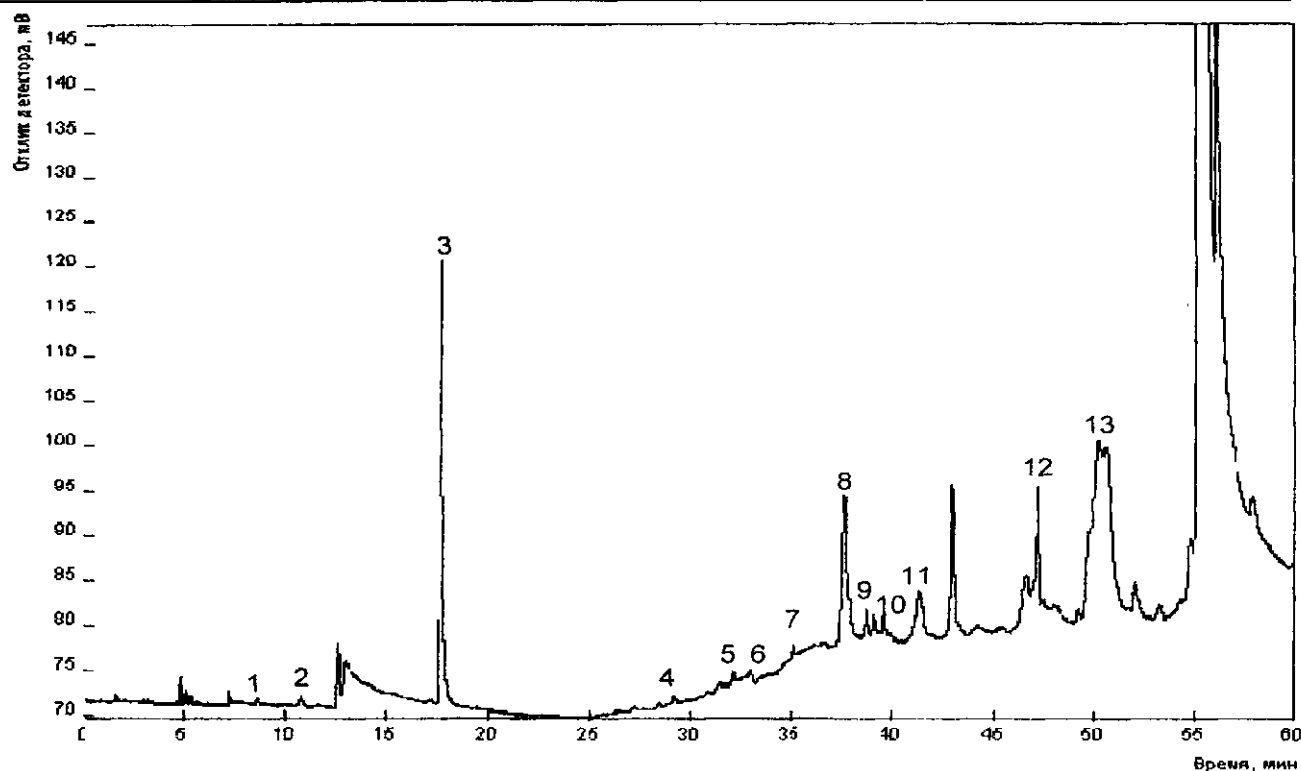
Таблица 2 – Содержание вкусовых и ароматических веществ в продуктах функционального назначения

Номер образца	Содержание этилового спирта, %	Наличие углекислого газа, см ³	Содержание ЛЖК, см ³ 0,1 н NaOH / 100 см ³	Содержание диацетила и ацетоина, мг/ 100 г		
				диацетила	ацетоина	общее
1	0,05	1,7	1,358	0,85	0,39	1,24
2	0,16	2,2	1,358	1,23	0,77	2,00
3	0,18	2,5	1,940	1,81	0,41	2,22
4	0,05	1,6	1,358	1,62	0,30	1,92

Кроме этилового спирта на вкусовой букет продукта оказывают влияние и другие спирты: нормальный бутиловый, вторичный бутиловый, изобутиловый, нормальный пропиловый, нормальный амиловый, изоамиловый и другие. Из рисунков 1-4 видно, что наибольшее содержание вышеперечисленных спиртов находится в образцах №2 и №3. Это свидетельствует о том, что присутствие лактата кальция приводит к более интенсивному образованию не только этилового спирта, но и всего спектра спиртов, придающих продукту специфический острый вкус и запах.

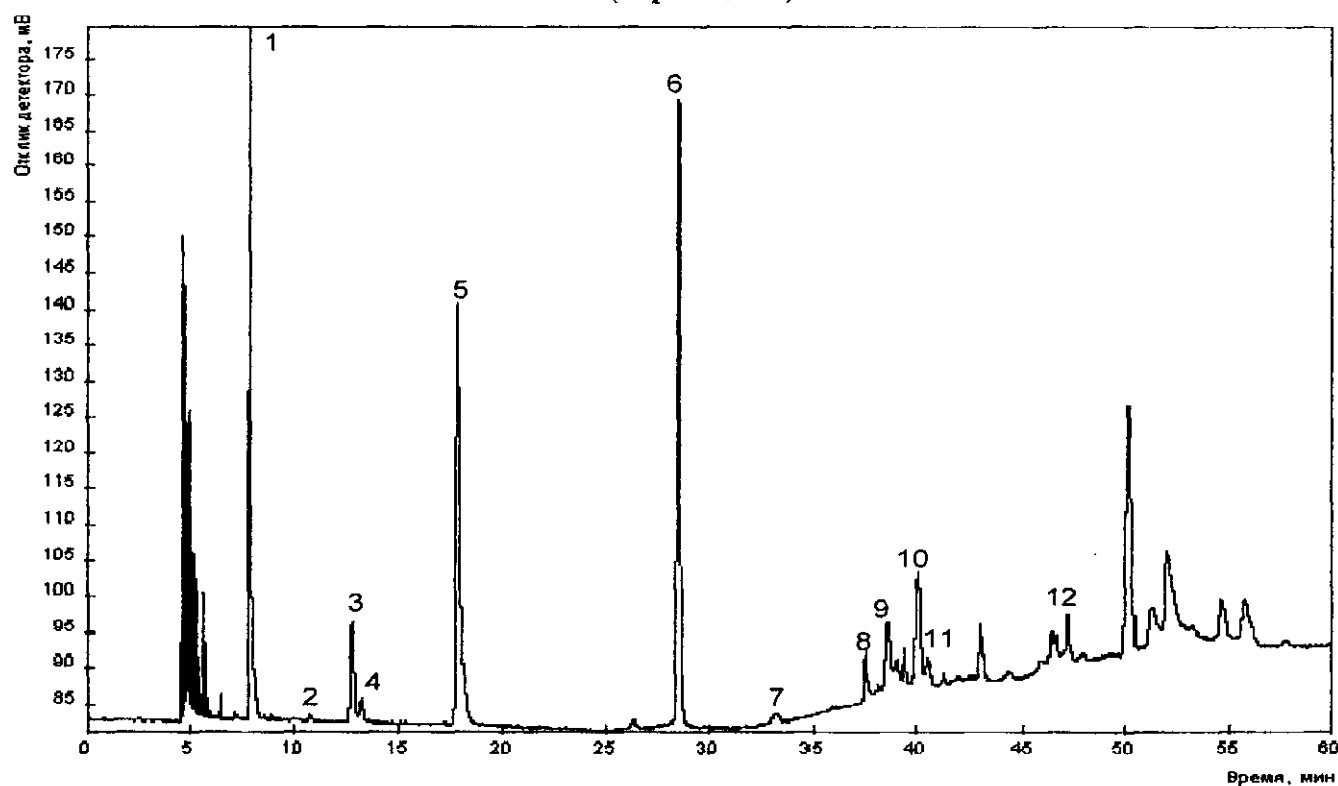
При спиртовом брожении в кефире, помимо этилового спирта, образуется углекислый газ. Из таблицы 2 видно, что содержание углекислого газа в образцах №2 и №3, обогащенных лактатом кальция, выше, чем в контроле. Также установлено, что добавление только ацидофильной палочки в продукт не способствует образованию углекислого газа. То есть на образование углекислого газа в обогащенных продуктах в большей степени влияет присутствие лактата кальция. Важную роль в формировании вкуса продуктов играет также содержание карбонильных соединений: диацетила, ацетоина, ацетальдегида, ацетона и других. Диацетил и ацетон являются продуктами метаболизма таких молочнокислых микроорганизмов, входящих в состав кефирных грибков, как *Lcc.diacetylactis*, *Leuc.dextranicum*, *Lbc. lactis*, *Lbc.casei*, *Lbc. plantarum*, *Lbc. breve*, и дрожжей [2]. Предшественником диацетила и ацетоина является пируват. Образование этих карбонильных соединений начинается с декарбоксилирования пирувата до активной формы ацетальдегида. Далее из ацетальдегида различными путями могут образовываться как ацетонин, так и диацетил. При этом ацетонин может окисляться в диацетил и наоборот.

Методом газохроматографического анализа (рисунок 1-4) установлено, что наибольшее содержание ацетальдегида (16,55 усл. ед.) и ацетона (0,53 усл. ед.) отмечается в кефире, обогащенном кальцием (образец №2). А диацетил в наибольших количествах присутствует в образце №3, обогащенном кальцием и ацидофильной палочкой (0,57 усл. ед.). Из полученных данных видно, что присутствие используемых обогащающих компонентов в продуктах способствует более значительному накоплению карбонильных соединений по сравнению с традиционным кефиром.



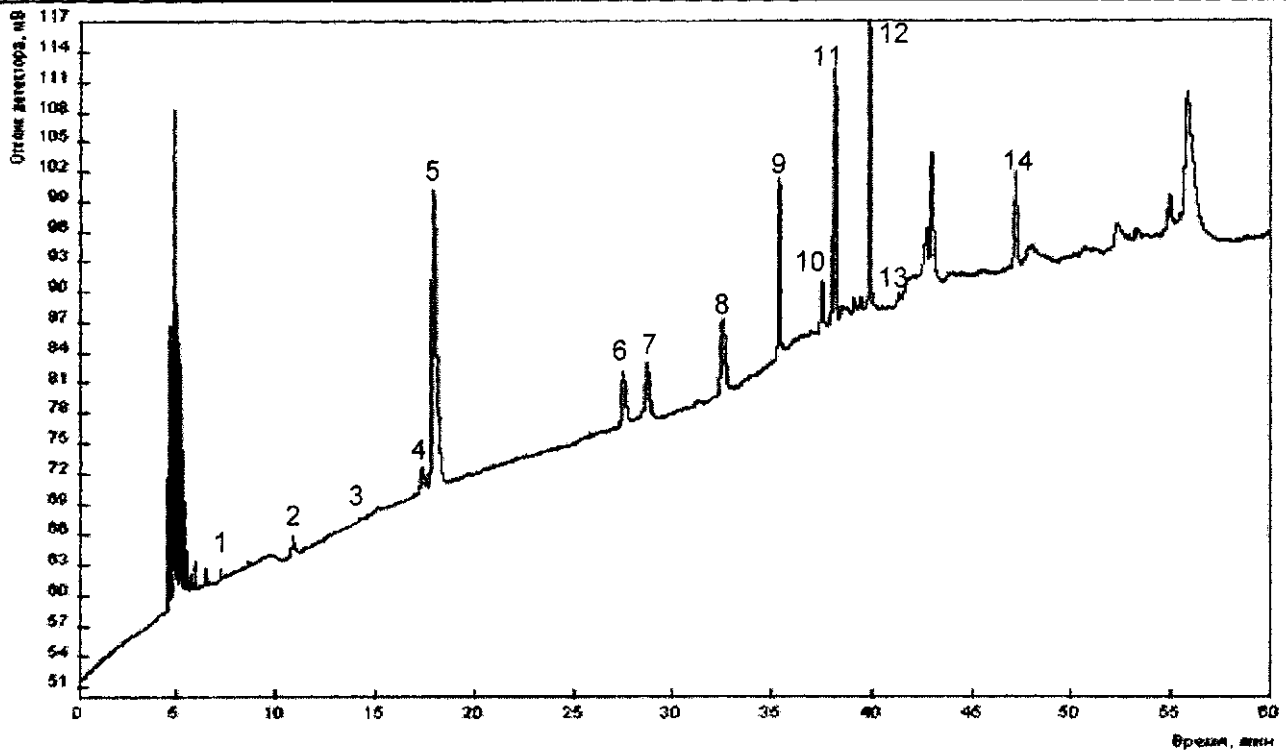
1 - Ацетальдегид; 2 - Ацетон; 3 - Этанол; 4 - н-Пропанол; 5 - изо-Бутанол; 6 - изо-Амилацетат;
 7- н-Бутанол; 8 - Пиридин; 9 - изо-Амиловый спирт; 10 - н-Амиловый спирт;
 11 - изо-Масляная кислота; 12 - Гептанол-1; 13 - Уксусная кислота

Рисунок 1 – Хроматограмма летучих компонентов кефира (образец №1)



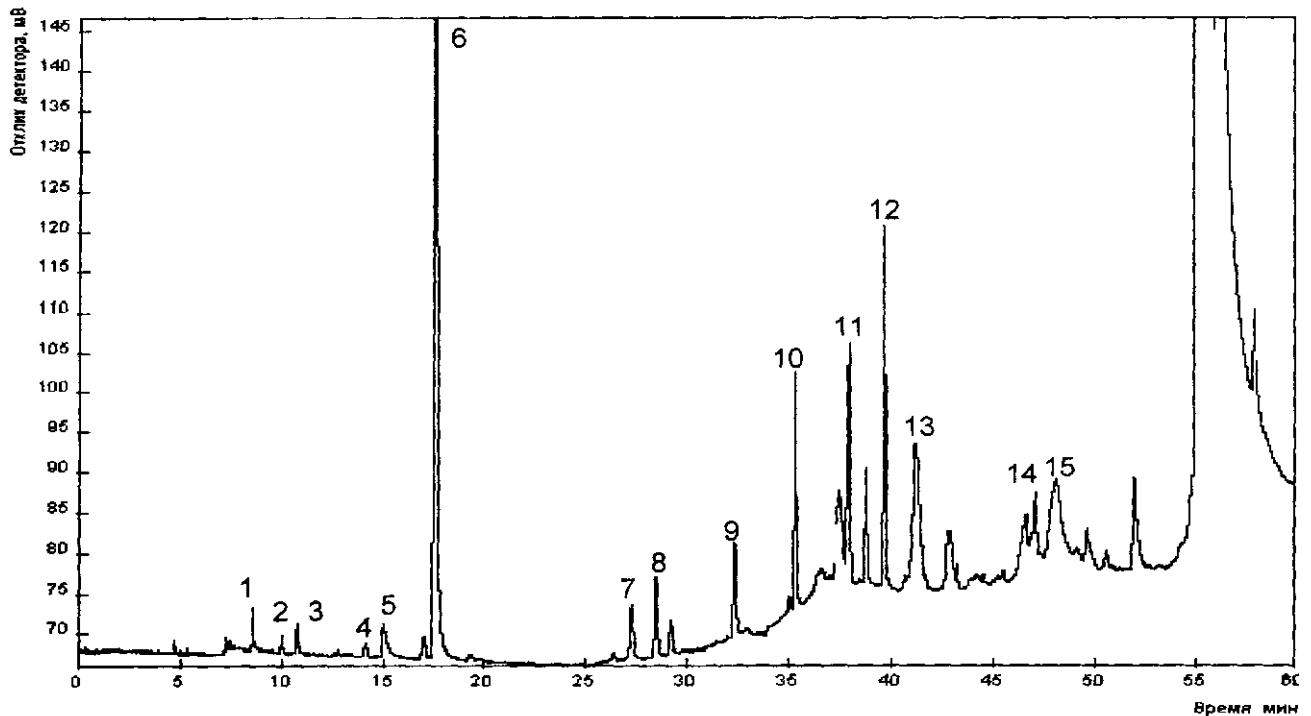
1 - Ацетальдегид; 2 - Ацетон; 3 - Этилацетат; 4 - Диацетил; 5 - Этанол; 6 - н-Пропанол;
 7 - изо-Амилацетат; 8 - Пиридин; 9 - изо-Амиловый спирт; 10 - н-Амиловый спирт;
 11 - изо-Масляная кислота; 12 - Уксусная кислота

Рисунок 2 – Хроматограмма летучих компонентов кефира, обогащенного кальцием (образец №2)



1 - Ацетальдегид; 2 - Ацетон; 3 - Диацетил; 4 - изо-Пропанол; 5 - Этанол; 6 - втор-Бутанол;
 7 - н-Пропанол; 8 - изо-Бутанол; 9 - н-Бутанол; 10 - Пиридин; 11 - изо-Амиловый спирт;
 12 - н-Амиловый спирт; 13 - изо-Масляная кислота; 14 - Уксусная кислота

Рисунок 3 – Хроматограмма летучих компонентов кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой (образец №3)



1 - Ацетальдегид; 2 - Пропионовый альдегид; 3 - Ацетон; 4 - Диацетил; 5 - Метанол; 6 - изо-Амиловый;
 7 - изо-Масляная кислота; 8 - Этанол; 9 - втор-Бутанол; 10 - н-Пропанол; 11 - изо-Бутанол;
 12 - н-Бутанол; 13 - н-Амиловый спирт; 14 - Гептанол-1; 15 - Уксусная кислота

Рисунок 4 – Хроматограмма летучих компонентов кефира, обогащенного ацидофильной палочкой (образец №4)

Результаты по определению содержания диацетила и ацетоина методом дистилляции водяными парами и последующим колориметрированием представлены в таблице 2. Анализируя полученные значения, можно сказать, что лактат кальция оказывает стимулирующее воздействие на развитие ароматобразующей микрофлоры, вследствие чего образуется большее содержание диацетила и ацетоина по сравнению с контролем. В образце кефира, обогащенного ацидофильной палочкой, наблюдается большее содержание диацетила по сравнению с традиционным кефиром, что также свидетельствует о благоприятном влиянии ацидофильной палочки на образование диацетила. Максимальное значение содержания диацетила имеет кефир, обогащенный лактатом кальция и ацидофильной палочкой.

К важнейшим компонентам вкуса и запаха кефира среди карбоновых кислот относятся в первую очередь молочная и летучие с водяным паром жирные кислоты – уксусная, пропионовая, масляная, капроновая, каприловая. Эти соединения придают продукту выраженный кислый вкус.

Во всех исследуемых образцах методом газовой хроматографии были обнаружены изомасляная и уксусная кислоты. В продукте, обогащенном совместно ацидофильной палочкой и лактатом кальция, наблюдается более высокое содержание летучих жирных кислот.

При определении содержания летучих жирных кислот методом дистилляции водяными парами и последующим титрованием раствором NaOH (таблица 2) было установлено, что по содержанию ЛЖК образцы незначительно отличаются друг от друга. Несколько большее содержание летучих жирных кислот наблюдается в продукте, обогащенном лактатом кальция и ацидофильной палочкой.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что обогащение кефира лактатом кальция и пробиотическими культурами ацидофильной палочки оказывает положительное влияние на образование многочисленных ароматических и вкусовых соединений, особенно это характерно при совместном присутствии лактата кальция и ацидофильной палочки в обогащенном продукте.

Литература

- 1 Горбачев, В.В. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. – Минск.: Книжный дом, Интерпрессервис, 2002. – 544с.
- 2 Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства: справочник / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина; под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
- 3 Органолептические свойства молока и молочных продуктов [Текст]: справочник / В.А. Шидловская. – М.: КолосС, 2004. – 360с.
- 4 Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352с.
- 5 Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.Л. Брио. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 423с.

Поступила в редакцию 22.09.2008