

ФОРМИРОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ СИСТЕМЫ МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СМЕШАННОГО БРОЖЕНИЯ, ОБОГАЩЕННОГО ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНОМ

*И.В. Калинина¹, В.В. Ботвинникова², Н.А. Зотова¹,
Р.И. Фаткуллин¹, Е.Е. Науменко¹*

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

² Испытательная лаборатория Тест-Пушино Московская область, г. Пушино, Россия

Целью настоящего исследования стало изучение влияния пищевого ингредиента антиоксидантной направленности – дигидрокверцетина на биотехнологические процессы формирования пищевой системы кисломолочного напитка смешанного брожения. При разработке обогащенных кисломолочных напитков, в том числе антиоксидантной направленности, важно учитывать, что введение обогащающих компонентов в состав продукта должно не только повышать их пищевую ценность и придавать новые функциональные свойства, но и обеспечивать требуемые потребительские характеристики. В рамках исследования оценивали использование двух технологических подходов обогащения кисломолочного напитка смешанного брожения растительным антиоксидантом: в рамках первого подхода функциональный пищевой ингредиент (лиофильно-высушенный порошок дигидрокверцетина) вносили в систему продукта после подготовки сырья перед процессом сквашивания; в рамках второго подхода – после завершения процесса сквашивания, перед созреванием продукта. Эффективность подходов оценивали по показателям титруемая и активная кислотность, результатам микроскопических исследований и общей антиоксидантной активности (DPPH метод). Полученные результаты показали, что модифицированная форма дигидрокверцетина, независимо от используемого подхода обогащения, интенсифицирует процесс сквашивания, так, наблюдается развитие молочнокислых микроорганизмов и рост значений показателя титруемая кислотность готового продукта (прирост составил 6–15 % по отношению к контролю). Вместе с тем, результаты оценки микробной активности показали, что при применении первого технологического подхода дигидрокверцетин угнетает развитие дрожжей микрофлоры симбиотической закваски кефирного грибка, что не обеспечивает формирование потребительских свойств готового продукта в полном объеме. Антиоксидантная активность напитка при обогащении системы продукта модифицированной формой дигидрокверцетина возрастает более чем на 60 % по сравнению с контрольным образцом, не зависимо от используемого технологического подхода. Таким образом, полученные результаты показали, что при получении кисломолочных напитков с антиоксидантными свойствами наиболее целесообразно вносить пищевой ингредиент на основе дигидрокверцетина после завершения процесса сквашивания продукта.

Ключевые слова: пищевая система, сквашенные молочные продукты, дигидрокверцетин, антиоксидантная активность.

Введение

В последние годы особое внимание потребителями уделяется пищевым продуктам для здорового питания, в составе которых присутствуют пробиотические микроорганизмы и функциональные органические вещества. В этом контексте возрастает интерес к кисломолочным напиткам, обогащенным функциональными пищевыми ингредиентами, в том числе антиоксидантного действия.

Глобальный рынок кисломолочных напитков является растущим сектором пищевой промышленности, так как современные потребители проявляют активное стремление приобретать продукты, способные улучшить

самочувствие и снизить риск возникновения заболеваний. Примечательно, что мировой рынок функциональных продуктов питания и напитков увеличился в 1,5 раза в период с 2012 по 2018 год и, как ожидается, вырастет еще на 22,8 % в период между 2018 и 2025 годами, прогнозируемая емкость рынка оценивается в 21,7 млрд евро. Продукты на молочной основе составляют примерно 43 % функционального рынка и в основном состоят из кисломолочных напитков [1, 2, 3–8, 9, 12, 15–20].

Среди кисломолочных напитков смешанного брожения абсолютное лидерство сохраняет кефир, который традиционно потребля-

ется в России и некоторых странах Центральной Азии [3]. Согласно данным Федеральной службы статистики, в последнее время популярность кефира растет в странах Европы, Японии и США, что может быть обусловлено доказанными пробиотическими свойствами и положительным эффектом, который может оказывать кефир в отношении некоторых заболеваний желудочно-кишечного тракта. Статистические данные указывают на то, что с 2016 по 2019 год продажи кефира в России выросли с 1605 млн руб. до 2229 млн руб. (по данным Федеральной службы статистики) [15].

Среди биологически активных компонентов вторичных метаболитов, имеющих отношение к увеличению общей выживаемости и способности защиты клеток, при взаимодействии с негативными факторами внешней среды особое место занимают фенольные соединения, обладающие разнообразной биологической активностью. В первую очередь, эти соединения получили признание за способность минимизировать риски клеточных повреждений, вызванных окислительным стрессом [18–20, 22, 23].

Среди веществ антиоксидантного ряда дигидрокверцетин (флаванол) значительно превосходит многие соединения флавоноидного ряда. ДГК относится к 6 классу безопасности, что означает его абсолютную нетоксичность. Благодаря своей уникальной антиоксидантной активности дигидрокверцетин играет значительную роль в поддержании нормальных функций системы кровообращения, эффективно устраняет избыточные свободные радикалы в организме человека, способен улучшать иммунную функцию и предотвращать сердечно-сосудистые заболевания [22, 23].

Целью настоящего исследования стало изучение влияния пищевого ингредиента антиоксидантной направленности – дигидрокверцетина на биотехнологические процессы формирования пищевой системы кисломолочного напитка смешанного брожения.

Материалы и методы

Для достижения цели исследования в работе изучались два подхода к технологии обогащения, которые визуальным образом изображены на рис. 1:

1) внесение дигидрокверцетина осуществлялось перед началом процесса сквашивания;

2) внесение дигидрокверцетина осуществлялось по окончании процесса сквашивания перед этапом созревания.

В качестве контрольного образца использовался кисломолочный напиток, произведенный по классической технологии кефира без внесения дигидрокверцетина.

Для производства напитков использовалось молоко нормализованное пастеризованное 2,5 % жирности «Подовиновское».

В качестве заквасочной микрофлоры использовалась коммерческая закваска «Vivo Кефир», в составе которой согласно маркировочных данных: кефирные дрожжи, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *Lactococcus lactis ssp. lactis*,

Технологии сквашивания проводились согласно рекомендации производителя.

Таким образом, в качестве объектов исследования было определено 3 образца:

КК (контроль) – кефирный напиток, произведенный по установленной технологии без обогащения дигидрокверцетином;

КД-1 – кефирный напиток, полученный при использовании первого технологического подхода (дигидрокверцетин вносили перед началом процесса сквашивания);

КД-2 – кефирный напиток, полученный при использовании второго технологического подхода (дигидрокверцетин вносили после процесса сквашивания, перед созреванием).

В качестве обогащающей добавки использовалась модифицированная форма дигидрокверцетина, произведенная по ранее разработанной технологии [22, 23].

Количество вносимой добавки рассчитывалось, исходя из рекомендуемых норм потребления дигидрокверцетина с учетом уровня потребления кефира [10, 11].

Оценка эффективности используемых подходов обогащения кисломолочного продукта смешанного брожения антиоксидантом дигидрокверцетином проводилась путем определения номенклатуры показателей для готовых продуктов [13]:

- титруемая кислотность, град Тернера;
- активная кислотность, ед. рН;
- морфология микрофлоры (микроскопические исследования);
- антиоксидантная активность (DPPH метод).

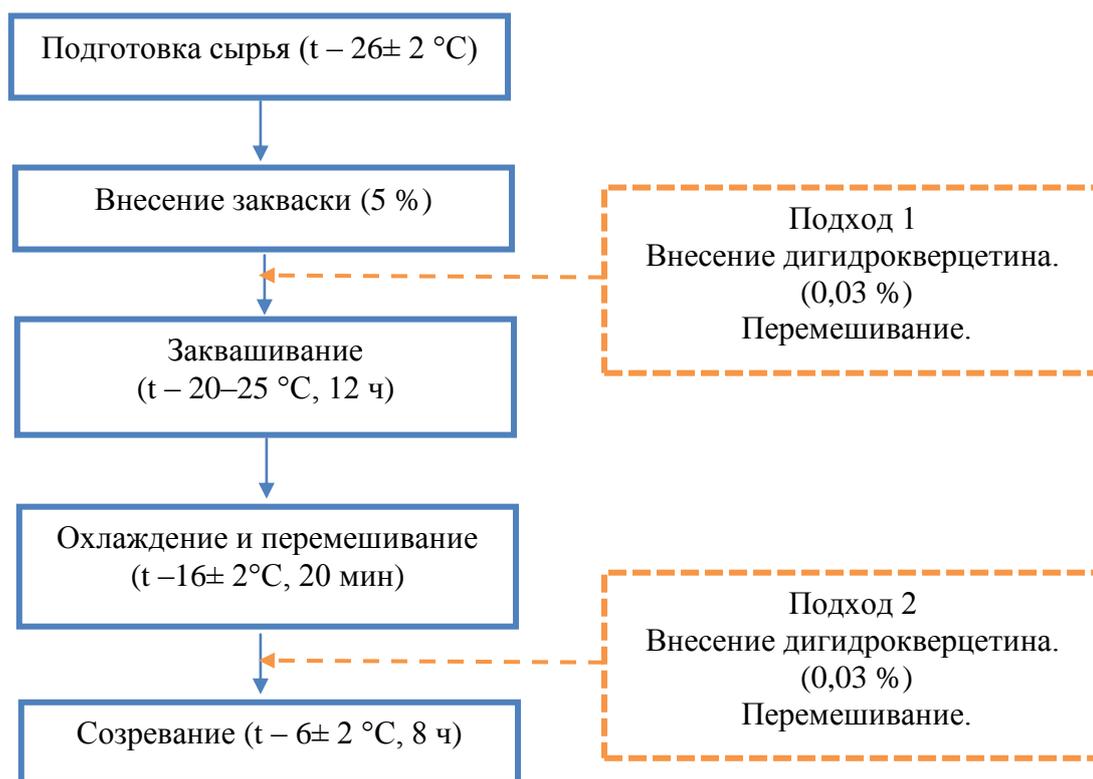


Рис. 1. Обобщенная схема технологических подходов обогащения кисломолочного напитка смешенного брожения антиоксидантом дигидрокверцетином

Титруемую кислотность определяли титрометрическим методом с применением индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624). Активную кислотность определяли потенциометрически с помощью рН-метра (рН-150). Морфологию микрофлоры изучали путем приготовления фиксированных препаратов, окрашенных метиленовым синим с последующим микрокопированием в иммерсионной среде (увеличение $\times 1500$). Общую антиоксидантную активность определялась методом DPPH (%). Использовали метанольный раствор DPPH 60 мкМ, 1 мл которого смешивали с 1 мл исследуемого раствора, инкубировали в темноте в течение 30 мин. Поглощение измеряли спектрофотометрически при 515 нм.

Результаты и их обсуждение

Изучение влияния дигидрокверцетина на свойства кефирного напитка проводили в несколько этапов. На первом этапе исследования были оценены показатели титруемой и активной кислотности образцов напитков, результаты представлены на рис. 2.

Исследования показали, что процесс сквашивания и созревания образцов кефирно-

го напитка протекал с достаточной интенсивностью, и рекомендуемый уровень титруемой кислотности (85–130 °Т) и рН (4,0–4,5) по окончании процесса созревания был достигнут для всех исследуемых образцов. Вместе с тем, включение в систему кисломолочного продукта флавоноида дигидрокверцетина оказало некоторое влияние на значения данных показателей. В частности, при использовании первого подхода внесения дигидрокверцетина значение титруемой кислотности готового продукта (КД-1) было на 15 % выше, чем у контрольного образца. Для образца КД-2 – выше на 6 %.

Известно, что при производстве кефира основная роль в формировании титруемой кислотности принадлежит термофильным молочнокислым микроорганизмам, количество которых достигает $10^7 \dots 10^8$ в 1 мл готового продукта. Дрожжи развиваются значительно медленнее, чем молочнокислые бактерии, визуально заметного количества они достигают лишь во время созревания продукта и значительного влияния на титруемую кислотность не оказывают [2, 4, 6, 8, 18].

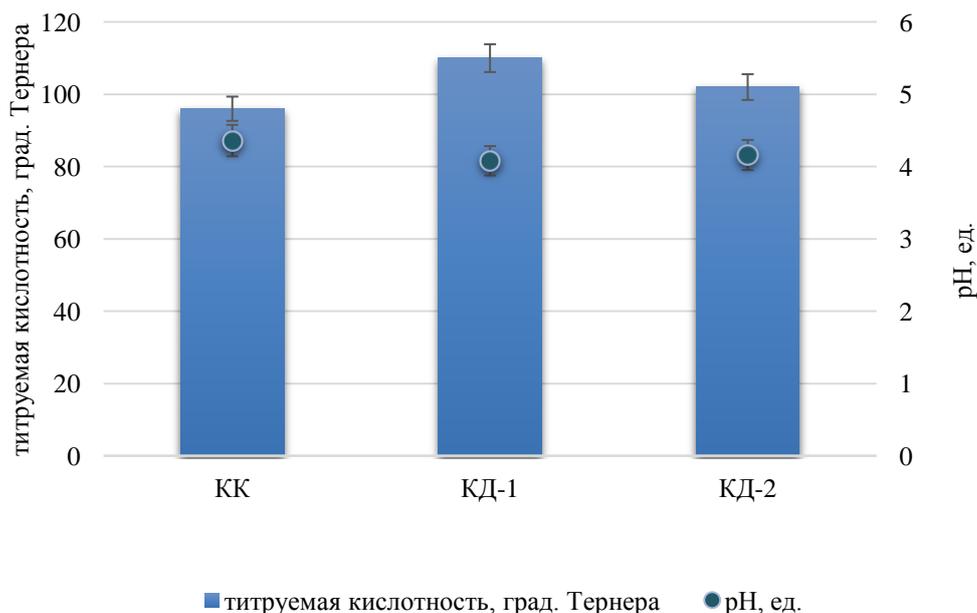


Рис. 2. Результаты оценки титруемой и активной кислотности исследуемых образцов кефирного напитка

Исследования, представленные в научных публикациях свидетельствуют о том, что растительные полифенолы могут оказывать различное влияние на развитие молочнокислых бактерий. Так, исследования [5, 14] показали, что экстракт липы и эхинацеи оказывает негативное воздействие на развитие *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, замедляя процесс накопления титруемой кислотности йогуртов, тогда как экстракт шиповника, рябины и облепихи позволяет интенсифицировать процессы сквашивания продуктов, содержащих культуры *Lactobacillus acidophilus* [14].

Наши исследования показывают, что дигидрокверцетин не оказывает негативного влияния на развитие исследуемого образца заквасочной культуры, способствуя незначительному росту показателя титруемой кислотности.

Уникальность свойств кефирного грибка обусловлена его сложной микробной системой, включающей комплекс из мезофильных молочнокислых палочек, мезофильных молочнокислых стрептококков, уксуснокислых бактерий и дрожжей. Изучение морфологии микрофлоры исследуемых образцов кефирного напитка проводили с использованием световой микроскопии по методу светлого поля. Характерный вид микрофлоры образцов визуализирован на рис. 3. При микрокопировании экспериментальных образцов наблюда-

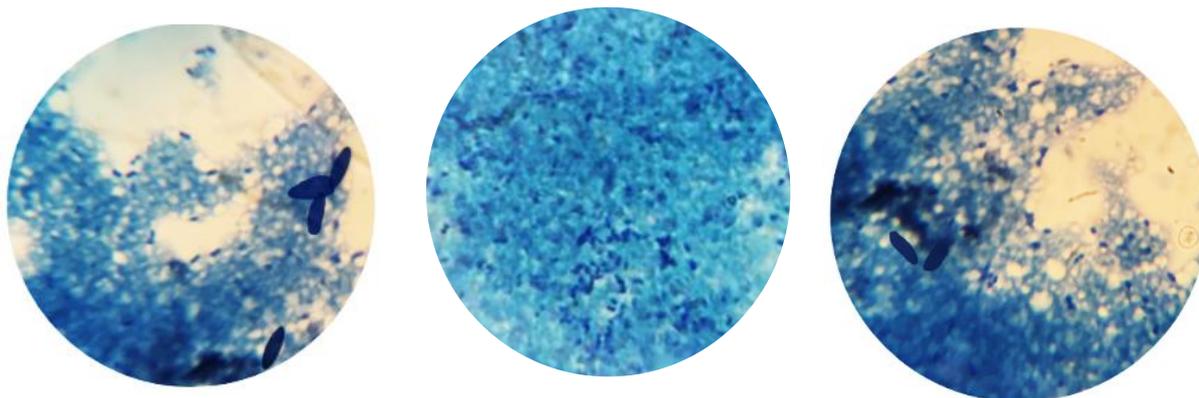
лась типичная для данного вида закваски микрофлора, посторонних микроорганизмов не обнаружено.

Микрофлора исследуемых образцов кефирного напитка в основном представлена *Streptococcus thermophilus* в виде моно-, дипло- и стрептококковых форм. Было отмечено ограниченное присутствие палочковидных форм микроорганизмов, которые визуализировались лишь в некоторых полях зрения.

Одним из важных представителей микрофлоры кефира являются дрожжи, продуцируемые симбиотической закваской. Именно они смягчают ощущение кислоты, делая вкус продукта более нежным. Накопление в процессе спиртового брожения CO_2 увеличивает полноту вкусовых ощущений за счет газирования и своеобразного оттенка аромата [2, 7, 18].

Дрожжи были идентифицированы в двух образцах кефирного напитка КК и КД-2 и не обнаружены при микроскопии сгустка образца КД-1. Это дает основание предположить, что дигидрокверцетин способен подавлять развитие дрожжей на начальных этапах их развития.

В литературе содержится мало информации о влиянии полифенолов на биотехнологические свойства дрожжей. Валуйко Г.Г. [5] показано, что при содержании танинов $2,21 \text{ г/дм}^3$ происходит замедление развития дрожжей [5], а Шандерль Г. [14] установил,



Образец КК

Образец КД-1

Образец КД-2

Рис. 3. Характерный вид микрофлоры в образцах заквасок кефирных напитков (фиксированные препараты, окраска комбинированным фиксатором увеличение $\times 1500$)

что концентрация данных компонентов свыше 5 г/дм^3 может являться причиной задержки брожения соков. В исследованиях ряда авторов отмечено, что полифенолы могут оказывать как стимулирующее действие и повышать стабильность винных дрожжей, так и ингибировать их размножение. Исследование, проведенное [14], показало, что содержание в средах $2,5 \text{ г/дм}^3$ полифенолов не оказало влияния на рост восемнадцати из двадцати исследуемых культур дрожжей, тогда как у двух культур отмечено снижение скоростей роста на 15 % по сравнению с контрольными.

Учитывая весомую роль дрожжей в формировании традиционных потребительских свойств кефира и полученные результаты микроскопических исследований, следует признать более целесообразным подход внесения дигидрокверцетина перед процессом созревания продукта (см. рис. 1, подход 2).

На заключительном этапе исследований была проведена оценка антиоксидантной активности полученных образцов кефирного напитка, для чего использовался DPPH метод. Результаты исследования данного показателя представлены на рис. 4 и свидетельствуют о том, что включение дигидрокверцетина в пищевую систему ферментированного молочного продукта приводит к значительному росту его антиоксидантных свойств.

Антиоксидантная активность образцов КД-1 и КД-2 характеризовалась близкими значениями (различия были статистически незначимы). Прирост же значений антиоксидантной активности модифицированных образцов в сопоставлении с контрольным образцом кефирного напитка составил более 60 %, что указывает на проявление антиоксидантных свойств дигидрокверцетина в системе продукта.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали возможность применения растительного антиоксиданта дигидрокверцетина для получения ферментированных молочных продуктов с выраженными антиоксидантными свойствами. Установлено, что наиболее целесообразно внесение дигидрокверцетина в пищевую систему кефирного напитка на этапе завершения процесса сквашивания, перед началом созревания продукта. Именно данный подход обеспечивает полноценное формирование требуемых свойств готового кефирного напитка в совокупности с высокими значениями антиоксидантной активности.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011, при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-53-45015.

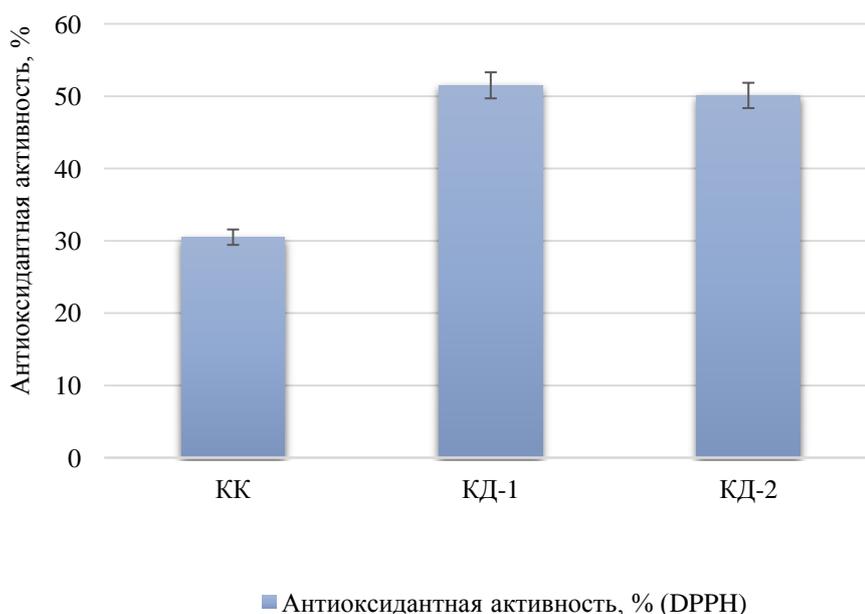


Рис. 4. Результаты оценки антиоксидантной активности исследуемых образцов кефирного напитка, % (DPPH)

Литература

1. Бондаренко, В.М. Препараты пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов / В.М. Бондаренко, Н.М. Грачева // Фарматека. – 2003. – № 7. – С. 56–63.

2. Ботвинникова, В.В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств / В.В. Ботвинникова, Д.Г. Ускова, Н.В. Попова // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 172–180.

3. Бросалова, О.Г. Будет утро здоровей с чашкою кефира. Обзор российского рынка молочной продукции / О.Г. Бросалова. – <http://www.gorn.pro>

4. Гаврилова, Н.Б. Симбиотический компонент для функциональных продуктов / Н.Б. Гаврилова, Е.А. Молибога // Молочная промышленность. – 2017. – № 7. – С. 56–57.

5. Герасимова, Т.В. Изучение влияния БАВ лекарственных растений на рост и развитие молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий / Т.В. Герасимова, А.Д. Лодыгин, Е.А. Абакумова и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 1–4.

6. Забодалова, Л.А. Полисахариды вешенки в производстве йогурта / Л.А. Забодалова, Т.Н. Белякова, Е.В. Антонцева и др. // Молочная промышленность. – 2019. – № 2. – С. 54–55.

7. Захарова, Л.М. Изучение технологических характеристик функционального кисломолочного продукта и его пищевой ценности / Л.М. Захарова, С.С. Лозманова, Л.В. Крохалева // Актуальная биотехнология. – 2014. – № 1 (8). – С. 12–15.

8. Кириченко, И.С. Разработка продуктов питания функционального назначения, обогащенных сырьем растительного происхождения «здоровый завтрак три – О» / И.С. Кириченко // Научный Вестник ГАОУ ВО «НГГТИ». – 2016. – Т. 3. – С. 43–47.

9. Крючкова, В.В. Пребиотики в функциональных кисломолочных продуктах / В.В. Крючкова // Молочная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 34–36.

10. МР 2.3.1.1915-04. Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ.

11. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

12. Роцупкина, Н.В. Функциональные ингредиенты для молочкосодержащих продуктов и спредов / В.Н. Роцупкина, А. Тихонова // Сыроделие и маслоделие. – 2011. – № 2. – С. 50–51.

13. Технический регламент ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции. – <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
14. Скорикова, Т.К. Оценка устойчивости дрожжей рода *Saccharomyces* к полифенолам и танину / Т.К. Скорикова, Т.Н. Танащук, Е.Э. Травникова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2019. – V. 21 (2). – С. 139–142. DOI: 10.35547/IM.2019.21.2.012
15. Федеральная служба государственной статистики. – <http://www.gks.ru>.
16. Angelov, A. Development of a new oat-based probiotic drink/ A. Angelov, V. Gotcheva, R. Kuncheva, T. Hristozova // *International journal of food microbiology*. – 2006. – V. 112(1). – P. 75–80.
17. Changkun, L. Influence of *Lactobacillus plantarum* on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage / L. Changkun, J. Song, L. Kwok, Y. Chen // *Journal of Dairy Science*. – 2017. – V. 100, № 4. – P. 5–28.
18. Martensson, O. Lactic acid bacteria in an oat-based non-dairy milk substitute: fermentation characteristics and exopolysaccharide formation/ O. Martensson, R. Oste, O. Holst // *Food Science and Technology/LWT*. – 2000. – V. 33. – P. 525–530.
19. Martensson, O. Formulation of an oat-based fermented product and its comparison with yogurt / O. Martensson, C. Andersson, K. Andersson, R. Oste, O. Holst // *Journal of the Science of Food Agriculture*. – 2001. – V. 81. – P. 1314–1321.
20. Martensson, O. A fermented, ropy, non-dairy oat product based on the exopolysaccharide-producing strain *Pediococcus damnosus* / O. Martensson, J. Staaf, M. Duecas-Chasco, A. Irastorza, R. Oste, O. Holst // *Advances in Food Sciences*. – 2002. – V. 24. – P. 4–11.
21. Fatkullin, R. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks / R. Fatkullin, N. Popova, I. Kalinina, V. Botvinnikova // *Agronomy Research*. – 2017. – V. 15, № S2. – P. 1295–1303.
22. Potoroko, I.Yu. Plant adaptogens in specialized food products as a factor of homeostatic regulation involving microbiota / I.Yu. Potoroko, M.A. Berebin, I.V. Kalinina et al. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 97–108. DOI: 10.14529/hsm180209
23. Potoroko, I.Yu. Sonochemical micronization of taxifolin aimed at improving its bioavailability in drinks for athletes / I.Yu. Potoroko, I.V. Kalinina, N.V. Naumenko et al. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 90–100. DOI: 10.14529/hsm180309

Калинина Ирина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kalininaiv@susu.ru.

Ботвинникова Валентина Викторовна, кандидат технических наук, менеджер по качеству «Испытательная лаборатория Тест-Пушино», Московская область, г. Пушкино, valens_b@mail.ru.

Зотова Анастасия Дмитриевна, магистрант кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nastyshkazotova@mail.ru.

Фаткуллин Ринат Ильгидарович, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), fatkullinri@susu.ru

Науменко Екатерина Евгеньевна, студент кафедры инфокоммуникационных технологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 9193122375@mail.ru

Поступила в редакцию 12 марта 2020 г.

FORMING THE FOOD SYSTEM OF A MILK PRODUCT OF MIXED FERMENTATION ENRICHED WITH DIHYDROQUERCETIN

I.V. Kalinina¹, V.V. Botvinnikova², A.D. Zotova¹,
R.I. Fatkullin¹, E.E. Naumenko¹

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Test Laboratory Test-Pushchino, Moscow Region, Pushchino, Russian Federation

The purpose of the study was to examine the impact of an antioxidant food ingredient – dihydroquercetin – on biotechnological processes of forming the food system of a sour milk product of mixed fermentation. While developing enriched fermented milk drinks including antioxidant ones, we should take into account that introducing enrichment components in the composition of a product not only increases their nutritional value and provides new functional properties but also ensures the required consumer specifications. In the framework of the study we assessed two technological approaches to enriching a milk product of mixed fermentation with a plant antioxidant: in the first approach a functional food ingredient (lyophilized powder of dihydroquercetin) was introduced in the product system after raw materials preparation before fermentation; in the second approach – after the fermentation process was over before maturing. The effectiveness of the approaches was assessed using titratable and active acidity, microscopy results and total antioxidant activity (DPPH method). The results obtained demonstrated that the modified form of dihydroquercetin regardless of the implemented enrichment approach intensifies the process of fermentation as far as it boosts the development of sour milk microorganisms and increases the value of titratable acidity of the finished product (the growth was 6–15 % in comparison with the reference sample). Besides, the results of microbe activity assessment proved that while using the first technological approach, the dihydroquercetin development of yeast microflora of symbiotic fermentation gets repressed and does not ensure the formation of consumer specifications of a finished product in full. Antioxidant activity of a drink when the food system of a product is enriched with a modified form of dihydroquercetin increases by more than 60 % in comparison with the reference sample, regardless of the implemented technological approach. Thus, the obtained results demonstrated that the production of fermented drinks with antioxidant properties should be accompanied by the introduction of dihydroquercetin-based food ingredient after the fermentation of a product is over.

Keywords: food system, fermented milk products, dihydroquercetin, antioxidant activity.

References

1. Bondarenko V.M., Gracheva N.M. [Probiotics, prebiotics and synbiotics in therapy and prevention of intestinal disbacteriosis]. *Farmateka*, 2003, no. 7, pp. 56–63. (in Russ.)
2. Botvinnikova V.V., Uskova D.G., Popova N.V. Practical background modification fermented beverage technology for the formation of defined functional properties. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2016, no. 4, pp. 172–180. (in Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2016-4-172-180
3. Brosalova O.G. *Budet utro zdorovey s chashkoyu kefiru. Obzor rossiyskogo rynka molochnoy produkcii* [It will be healthier morning with a cup of kefir. Overview of the Russian dairy market]. Available at: <http://www.gorn.pro>
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. [Synbiotic component for functional products]. *Molochnaya promyshlennost* [Milk Industry], 2017, no. 7, pp. 56–57. (in Russ.)
5. Gerasimova T.V., Lodygin A.D., Abakumova E.A., Dergunova E.V., Skorokhodova M.V. [Studying the influence of biologically active substances of medicinal plants on the growth and development of lactic acid microorganisms and bifidobacteria]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2012, no. 1, pp. 1–4. (in Russ.)
6. Zabolalova L.A., Belyakova T.N., Antontseva E.V. et al. [Polysaccharides of oyster mushrooms in the production of yogurt]. *Molochnaya promyshlennost* [Milk Industry], 2019, no. 2, pp. 54–55. (in Russ.)

7. Zakharova L.M., Lozmanova S.S., Krokhaliev L.V. [Studying the technological characteristics of a functional sour milk product and its nutritional value]. *Aktualnaya biotekhnologiya*, 2014, no. 1 (8), pp. 12–15. (in Russ.)
8. Kirichenko I.S. [Developing functional food products enriched with plant raw materials “healthy breakfast three O”]. *Nauchny Vestnik GAOU VO “NGGTI”*, 2016, vol. 3, pp. 43–47. (in Russ.)
9. Kruchkova V.V. [Prebiotics in functional fermented milk products]. *Molochnaya promyshlennost* [Milk Industry], 2009, no. 7, pp. 34–36. (in Russ.)
10. *MR 2.3.1.1915-04. Metodicheskie rekomendatsii. Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv* [Methodical recommendations 2.3.1.1915-04. Guidelines. Recommended levels of intake of food and biologically active substances].
11. *MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii* [Methodical recommendations 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation].
12. Roshchupkina N.V., Tikhonova A. [Functional ingredients for milk-containing products and spreads]. *Syrodellie i maslodellie* [Cheese-making and butter-making], 2011, no. 2, pp. 50–51.
13. *Tekhnicheskiiy reglament TS 033/2013. O bezopasnosti moloka i molochnoy produktii* [Technical regulation of TS 033/2013. On the safety of milk and dairy products]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
14. Skorikova T.K., Tanashchuk T.N., Travnikova E.E. [Assessment of the resistance of yeast of the genus *Saccharomyces* to polyphenols and tannin]. «*Magarach*». *Vinogradarstvo i vinodelie* [“Magarach”. Viticulture and winemaking], 2019, vol. 21 (2), pp. 139–142. (in Russ.) DOI 10.35547/IM.2019.21.2.012
15. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru>.
16. Angelov A., Gotcheva V., Kuncheva R., Hristozova T. Development of a new oat-based probiotic drink. *International journal of food microbiology*, 2006, vol. 112(1), pp. 75–80. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.05.015
17. Changkun L., Song J., Kwok L., Chen Y. Influence of *Lactobacillus plantarum* on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage. *Journal of Dairy Science*, 2017, vol. 100, no. 4, pp. 5–28. DOI: 10.3168/jds.2016-11864
18. Martensson O., Oste R., Holst O. Lactic acid bacteria in an oat-based non-dairy milk substitute: fermentation characteristics and exopolysaccharide formation. *Food Science and Technology/LWT*, 2000, vol. 33, pp. 525–530. DOI: 10.1006/foodst.2000.0718
19. Martensson O., Andersson C., Andersson K., Oste R., Holst O. Formulation of an oat-based fermented product and its comparison with yogurt. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 2001, vol. 81, pp. 1314–1321. DOI: 10.1002/jsfa.947
20. Martensson O., Staaf J., Duecas-Chasco M., Irastorza A., Oste R., Holst O. A fermented, rosy, non-dairy oat product based on the exopolysaccharide-producing strain *Pediococcus damnosus*. *Advances in Food Sciences*, 2002, vol. 24, pp. 4–11.
21. Fatkullin R., Popova N., Kalinina I., Botvinnikova V. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks. *Agronomy Research*, 2017, vol. 15, no. S2, pp. 1295–1303.
22. Potoroko I.Yu., Berebin M.A., Kalinina I.V., Ivanova D.G., Kiselova-Kaneva Y. Plant Adaptogens in Specialized Food Products as a Factor of Homeostatic Regulation Involving Microbiota. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 97–108. DOI: 10.14529/hsm180209
23. Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Fatkullin R.I., Nenasheva A.V., Uskova D.G., Sonawane S.H., Ivanova D.G., Velyamov M.T. Sonochemical Micronization of Taxifolin Aimed at Improving Its Bioavailability in Drinks for Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 90–100. DOI: 10.14529/hsm180309

Irina V. Kalinina, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, kalininaiv@susu.ru

Valentina V. Botvinnikova, Candidate of Technical Sciences, Quality Manager, Test Laboratory Test-Pushchino, Moscow Region, Pushchino, valens_b@mail.ru.

Anastasiya D. Zotova, Master's Degree student at the Department Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), nastyshkazotova@mail.ru

Rinat I. Fatkullin, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, fatkullinri@susu.ru

Ekaterina E. Naumenko, Bachelor's Degree student at the Department of Information and Communications Technologies, South Ural State University (Chelyabinsk), 9193122375@mail.ru

Received March 12, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Формирование пищевой системы молочного продукта смешанного брожения, обогащенного дигидро-кверцетином / И.В. Калинина, В.В. Ботвинникова, Н.А. Зотова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 46–55. DOI: 10.14529/food200206

FOR CITATION

Kalinina I.V., Botvinnikova V.V., Zotova A.D., Fatkullin R.I., Naumenko E.E. Forming the Food System of a Milk Product of Mixed Fermentation Enriched with Dihydroquercetin. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 2, pp. 46–55. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200206
