

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ АДАПТАЦИИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СИСТЕМЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ

*Н.В. Попова, Р.И. Фаткуллин, И.В. Калинина,
Н.В. Ксенофонтова, Е.Е. Науменко*

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Целью настоящего исследования стало установление возможности использования растительной основы из цельнозерновой овсяной муки для ферментации молочнокислыми бактериями. Разработка ферментированных растительных напитков на основе цельнозерновой овсяной муки позволит обеспечить сочетание функциональных свойств пробиотических культур с пребиотическими свойствами веществ овса, в частности бета-глюкана. Было изучено влияние количества вносимой стартовой культуры молочнокислых заквасок и продолжительности ферментации на жизнеспособность и степень адаптации молочнокислых бактерий в системе растительной суспензии. В качестве объектов исследования выступали два вида заквасок, содержащих такие микроорганизмы, как *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*. Жизнеспособность и степень адаптации молочнокислых бактерий в системе растительной суспензии на протяжении всего процесса ферментации отслеживали по показателям титруемой и активной кислотности, а также по результатам микроскопии. Полученные результаты показали, что растительная основа из цельнозерновой овсяной муки является благоприятной средой для развития молочнокислых микроорганизмов. Установлено, что достижение требуемых значений по показателям активной и титруемой кислотности зависит как от количества вносимой стартовой культуры, ее вида, так и от продолжительности процесса ферментации. Большинство исследуемых образцов достигали требуемых значений показателей титруемой и активной кислотности в период 8–12 часов ферментации. По результатам проведенных исследований было проведено математическое планирование на основе регрессионного анализа. Было установлено эффективное сочетание количества вносимой стартовой культуры и продолжительности процесса ферментации для объектов исследования – 6 % и 9 часов.

Ключевые слова: молочнокислые микроорганизмы, овсяная растительная основа, адаптация, пробиотический растительный напиток.

Введение

В последние годы российские потребители уделяют большое внимание качеству продуктов питания и их полезности, что создает растущий спрос на продовольственные товары, отвечающие современным требованиям здорового питания. Такие тенденции спроса формируют возможности для прироста производства обогащенных, функциональных и специализированных продуктов питания. Развитие ассортимента таких продуктов является ответом науки и промышленности на повышение осведомленности потребителей о роли пищевых продуктов для улучшения здоровья человека [12, 13].

Давно известные своими полезными свойствами пробиотические продукты питания, представленные преимущественно кисломолочными продуктами, сегодня составляют значительную долю в общем объеме

производимых функциональных пищевых продуктов [1, 2, 7, 9, 11, 13, 14].

Вместе с тем, к основным проблемам, сдерживающим развитие молочной отрасли, относятся нестабильность качества сырого молока, сезонность его производства, физический и моральный износ основных фондов молокоперерабатывающих заводов. В этих условиях активное развитие получили растительные напитки, производимые на основе злаковых культур, в частности овса, ячменя, ржи, пшеницы и других. Растительные напитки становятся популярным как часть здорового питания, и на рынке функциональных продуктов появляются все новые продукты из злаковых [3, 4–6, 8, 10, 12, 15–17].

Одной из новых технологических тенденций в области производства пробиотических продуктов стало использование для ферментации таких субстратов, как злаки и получение пробиотических растительных напитков.

Известно, что овес является основным источником бета-глюкана, признанного важным функциональным ингредиентом зерновых волокон и обладающего гипохолестеринемический эффектом, низким гликемическим индексом. Кроме того, имеются исследования о том, что бета-глюкан является пребиотиком, стимулирующий рост некоторых полезных микроорганизмов, в частности таких как бифидобактерии [12, 16].

Все это обуславливает повышенное внимание к использованию растительных напитков на основе овса в качестве сырья для разработки новых ферментированных функциональных пробиотических продуктов.

Целью настоящей работы является оценка возможности использования растительной основы из цельнозерновой овсяной муки в качестве субстрата для обеспечения жизнеспособности молочнокислых микроорганизмов.

Материалы и методы

В качестве основного материала исследований использовалась растительная основа из цельнозерновой овсяной муки. Для получения цельнозерновой муки использовали овес сорта «Эффектив» урожая 2018 г. Содержание сухих веществ в растительной основе довели до 5 %, полученную растительную основу из цельнозерновой овсяной муки довели до 95 °С, нагревали в течение 10 минут, затем охлаждали до 37 °С.

В качестве пробиотиков использовали коммерчески доступные заквасочные культуры микроорганизмов, реализуемые в розничной торговой сети:

Образец 1 – ацидофильная закваска, состав: *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*.

Образец 2 – закваска с бифидобактериями, состав: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*.

Для активации заквасок и получения стартовых культур использовались рекомендации производителей, согласно которых 0,5 г сухой закваски каждого образца вносили в 100 мл предварительно стерилизованного обезжиренного молока. Инкубацию проводили при температуре 37 °С в течение 12–14 часов. Готовую культуру центрифугировали в течение 10 мин при 5000 об/мин. Полученный концентрат использовали для заквашивания напитков растительной овсяной основы.

В подготовленную растительную основу из цельнозерновой овсяной муки вносили 1, 5 и 9 % стартовой культуры. Ферментацию проводили при 37 °С в течение 16 часов.

Исследования включали два этапа. На первом этапе проводилась микроскопия активированных заквасок, на втором этапе изучался характер протекания процесса ферментации растительной основы из цельнозерновой овсяной муки, заквашенной с использованием активированных культур молочнокислых микроорганизмов. Оценка степени адаптации молочнокислых микроорганизмов проводилась путем определения косвенных показателей их активности – рН и титруемой кислотности через каждые 4 часа, а также посредством анализа состава микрофлоры путем микроскопии фиксированного препарата, окрашенного комбинированным фиксатором.

Для оптимизации процесса ферментации растительной основы из цельнозерновой овсяной муки заквасочными культурами молочнокислых микроорганизмов был проведен регрессионный анализ с использованием программы MatCad 14.0

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований была проведена микроскопия концентрата стартовых культур исследуемых заквасок, результаты которой представлены на рис. 1.

Как видно из результатов микроскопических исследований, в составе заквасочных культур в основном визуализируются *Streptococcus thermophilus* в виде моно-, дипло- и стрептококковые формы, а также выявлено наличие палочковидных бактерий, которые, согласно информации производителя заквасок, идентифицируются в образце 1 как *Lactobacillus acidophilus*, а в образце 2 как *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*.

На снимках можно наблюдать преобладание палочковидных форм бактерий над кокковыми. Активное развитие палочковидных форм бактерий в образцах указывает на благоприятный состав питательной среды для развития молочнокислых микроорганизмов и потенциально благоприятное влияние на показатели функциональности продуктов на основе данных заквасок.

На следующем этапе было проведено исследование процесса ферментации растительной основы из цельнозерновой овсяной муки активированными заквасочными культурами

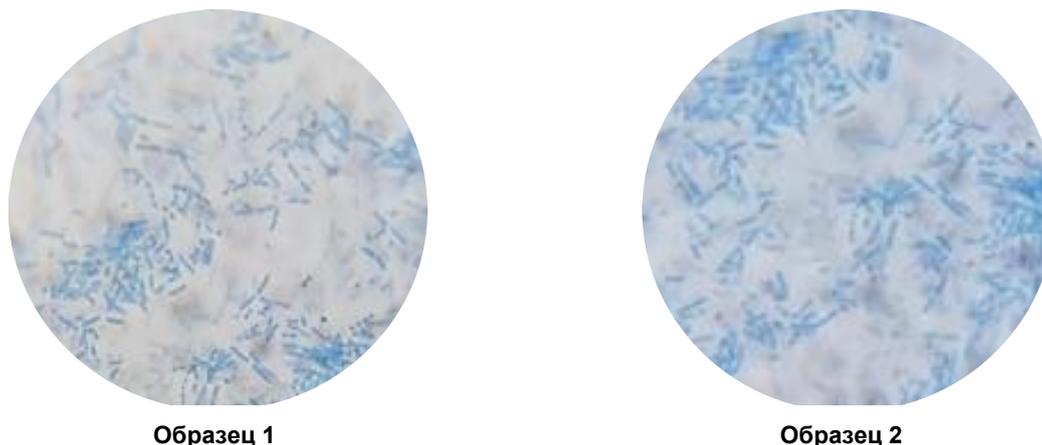


Рис. 1. Характерный вид микрофлоры в образцах заквасок (фиксированные препараты, окраска комбинированным фиксатором увеличение $\times 1500$)

для изучения степени их адаптации в овсяном зерновом напитке. Одной из задач исследования было установление количества вносимой заквасочной культуры и времени ферментации для оптимального развития микроорганизмов заквасок.

Характер протекания процесса ферментации отслеживали по двум показателям – pH и титруемой кислотности. Кодировка исследуемых образцов представлена в таблице. По данным разных исследований, представленных в литературе, приемлемыми значениями pH и титруемой кислотности для растительных напитков на основе цельнозерновой овсяной муки являются 4,0–4,5 и 70–90 град соответственно [15–17].

Динамика изменения активной и титруемой кислотности в исследуемых образцах представлена на рис. 2 и 3.

Анализ полученных результатов показывает, что требуемых показателей pH и титруемой кислотности исследуемые образцы достигают в период ферментации примерно 8–12 часов.

Известно, что наиболее активными кислотообразователями являются молочнокислые бактерии палочковидной формы, в нашем случае *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* [5, 13].

По истечении первых четырех часов было замечено незначительное изменение значений титруемой кислотности, на 5...15 град, в зависимости от количества вносимой стартовой культуры. Наиболее активное накопление кислотности и достижение требуемого диапазона значений наблюдается в период с 8 до 16 часов ферментации.

При этом процесс накопления титруемых кислот и изменения значений pH определяется как видом используемой стартовой культуры, так и ее количеством. Несколько более активно рост значений титруемой кислотности и снижение значений pH наблюдались при использовании стартовой культуры второго образца закваски при внесении ее в количестве 9 %, что может быть обусловлено присутствием в данной заквасочной культуре большего количества палочковидных форм бактерий.

Процесс изменения значений pH в целом по образцам протекал несколько медленнее и равномернее в сравнении с титруемой кислотностью. Заданного диапазона значений по данному показателю большинство исследуемых образцов достигали в период 12–16 часов (за исключением образцов 1.3 и 2.3).

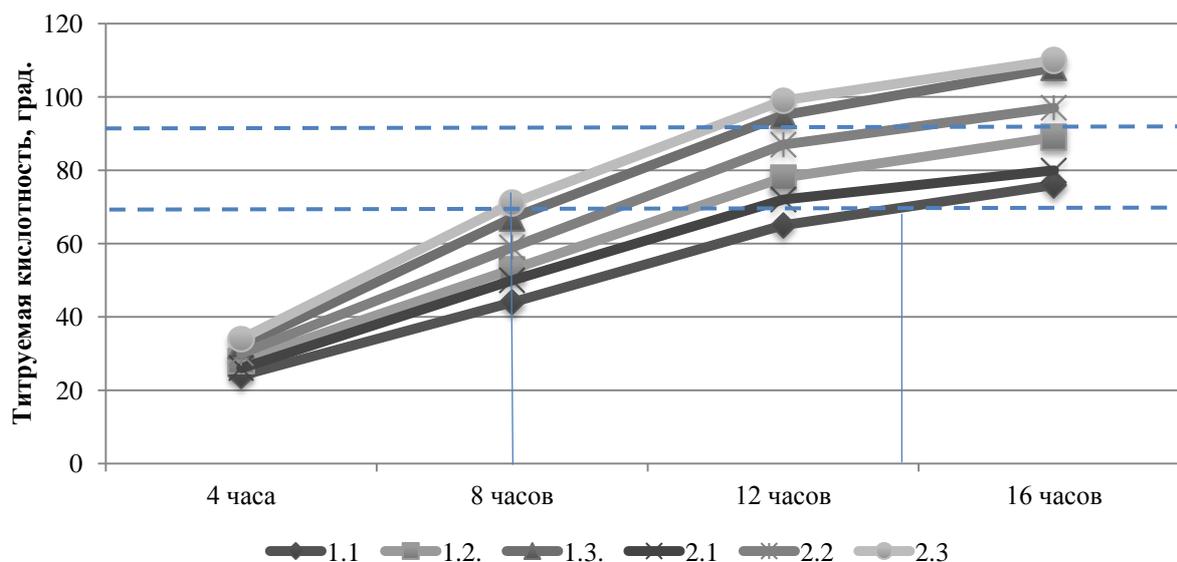
Полученные результаты в целом свидетельствуют о том, что овсяная основа является благоприятной средой для развития молочнокислых микроорганизмов. Это подтверждают и результаты микроскопии, представленные на рис. 4.

С учетом того, что более короткий период ферментации является наиболее предпочтительным, был осуществлен поиск наиболее приемлемого соотношения количества вносимой стартовой культуры и периода ферментации с использованием регрессионного анализа.

Установленное соотношение составило 6 % стартовой культуры закваски при условии ферментации в течение 9,5 часов с учетом физического смысла величин.

Таблица

Код образца	Описание образца	Код образца	Описание образца
1.1	Закваска образец 1 в количестве 1 %	2.1	Закваска образец 2 в количестве 1 %
1.2	Закваска образец 1 в количестве 5 %	2.2	Закваска образец 2 в количестве 5 %
1.3	Закваска образец 1 в количестве 9 %	2.3	Закваска образец 2 в количестве 9 %



* – кислотность овсяной основы на начало процесса ферментации составляла 19 град

Рис. 2. Динамика изменения титруемой кислотности в исследуемых образцах растительных основ в процессе ферментации, град

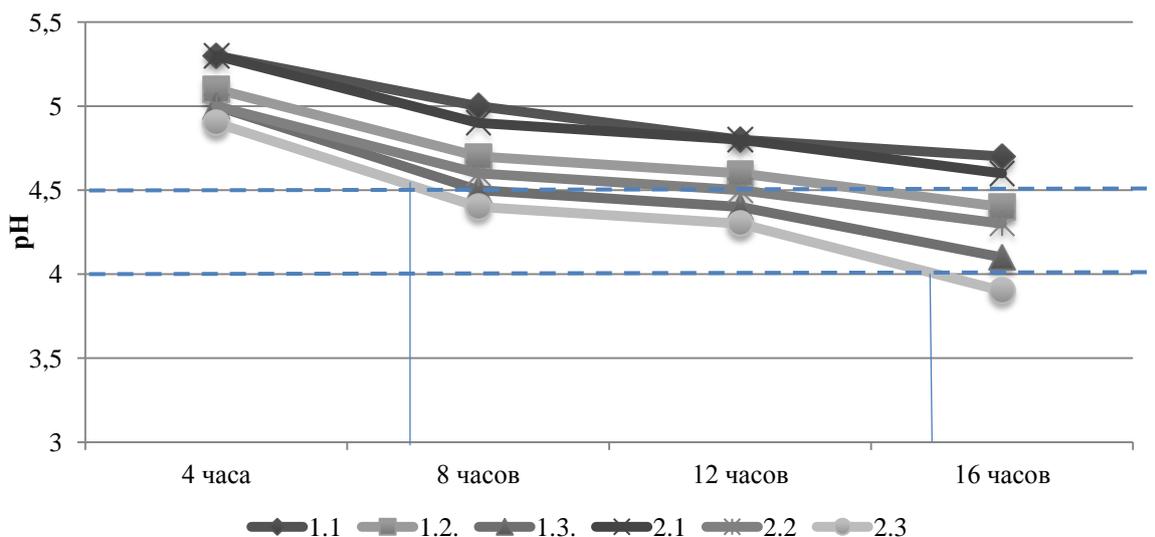
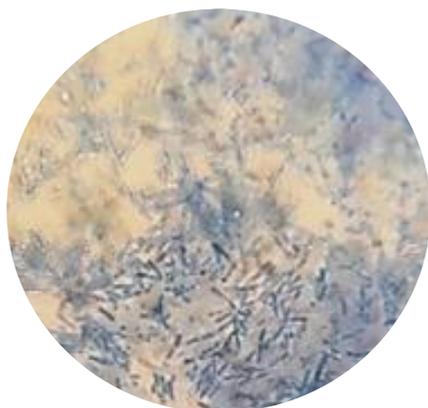
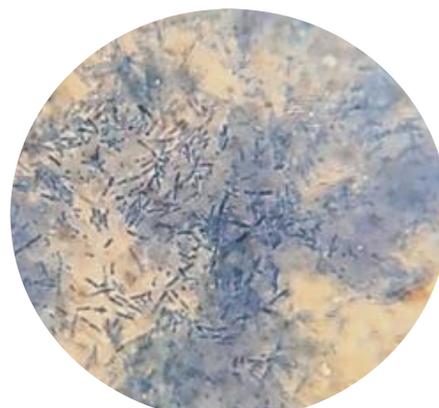


Рис. 3. Динамика изменения активной кислотности в исследуемых образцах растительных основ в процессе ферментации, рН



Образец 1.3



Образец 2.3

Рис. 4. Исследование микрофлоры в образцах овсяных основ через 16 часов ферментации (фиксированные препараты, окраска комбинированным фиксатором увеличение $\times 1500$)

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали возможность применения растительной основы из цельзерновой овсяной муки для получения ферментированных растительных продуктов с применением заквасочных культур микроорганизмов. Установлено, что закваски, состоящие из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* показывают высокий уровень жизнеспособности и адаптации в системе овсяной суспензии. Данный подход можно рассматривать эффективным для получения растительных напитков с пробиотиками.

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.

Литература

1. Авдеев, В.Г. Пробиотики и пребиотики в лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта / В.Г. Авдеев // *Клиническая фармакология и терапия*. – 2006. – Т. 15, № 1. – С. 36–41.
2. Бондаренко, В.М. Препараты пробиотики, пребиотики и синбиотики в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов / В.М. Бондаренко, Н.М. Грачева // *Фарматека*. – 2003. – № 7. – С. 56–63.
3. Ботвинникова, В.В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования задан-

ных функциональных свойств / В.В. Ботвинникова, Д.Г. Ускова, Н.В. Попова // *Вестник ВГУИТ*. – 2016. – № 4. – С. 172–180.

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

5. 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.

6. 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.

7. Каширская, Н.Ю. Значение пробиотиков и пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры / Н.Ю. Каширская // *Русский медицинский журнал*. – 2000. – № 13. – С. 13–14.

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. Мкртчян, Е.Ю. Новый функциональный рекомбинированный растительно-молочный продукт / Е.Ю. Мкртчян, В.И. Носкова, А.С. Егоров // *Современные аспекты*

молочного дела в России: сборник материалов научно-практической конференции (Вологда 22–23 ноября 2007 г.). – Вологда, 2007. – С. 66–67.

11. Потороко, И.Ю. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебо-булочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции / И.Ю. Потороко, А.В. Паймулина, Д.Г. Ускова и др. // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 4. – С. 143–151.

12. Angelov, A. Development of a new oat-based probiotic drink/ A. Angelov, V. Gotcheva, R. Kuncheva, T. Hristozova // International journal of food microbiology, 112(1). – 2006. – P. 75–80. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.05.015

13. 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. – Vol. 100,

№ 4. – P. 2512–2525. DOI: 10.3168/jds.2016-11864

14. Gallaher, D.D. Dietary fiber and its physiological effects. In: M. Schmidt, T.P. Labuza (Eds.) // Essentials of Functional Foods. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 2000.

15. 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. DOI: 10.1006/fstl.2000.0718

16. Martensson, O. Formulation of an oat-based fermented product and its comparison with yogurt / O. Martensson, C. Andersson, K. Andersson et al. // Journal of the Science of Food Agriculture 81. – 2000. – P. 1314–1321. DOI: 10.1002/jsfa.947

17. Martensson, O. A fermented, rosy, non-dairy oat product based on the exopolysaccharide-producing strain *Pediococcus damnosus* / O. Martensson, J. Staaf, M. Duecas-Chasco et al. // Advances in Food Sciences. – 2002. – V. 24. – P. 4–11.

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nvrporova@susu.ru

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

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

Ксенофонтова Наталья Владимировна, магистрант кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск).

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

Поступила в редакцию 14 января 2020 г.

DOI: 10.14529/food200108

STUDY OF LACTIC-ACID MICROORGANISMS ADAPTATION IN PLANT-BASED BEVERAGES

N.V. Popova, R.I. Fatkullin, I.Yu. Kalinina, N.V. Ksenofontova, E.E. Naumenko
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The aim of the study is to establish the possibility of using a plant base of whole grain oat flour for lactic acid fermentation. The development of fermented plant beverages based on whole

grain oat flour will provide the combination of functional properties of probiotic cultures with the prebiotic properties of oat substances, beta-glucan, in particular. This paper explores the effect of the amount of introduced lactic acid starter and fermentation timeline on the viability and lactic acid bacteria adaptation in the plant-based suspension. Two types of starter cultures containing such microorganisms as *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* were the objects of study. The viability and lactic acid bacteria adaptation degree in the plant-based suspension throughout the entire fermentation process was monitored by titrated and active acidity and microscopic results. According to the results, the plant base of whole grain oat flour is a favorable for the lactic acid microorganisms development. It was established that the achievement of the required values of active and titratable acidity depends both on the amount of a starter added, its type, and timeline of the fermentation process. Most of the studied samples reached the required values of titratable and active acidity within the period of 8–12 hours of fermentation. According to the results of the research, mathematical planning was carried out on the basis of regression analysis. An effective combination of the amount of introduced starter and the fermentation timeline for the objects of study was established as 6 % and 9 hours.

Keywords: lactic acid microorganisms, oat plant base, adaptation, probiotic plant-based beverage.

Article is executed with support of the Government of the Russian Federation (the Resolution No. 211 dated from 16.03.2013), the agreement No. 02.A03.21.0011 and with the financial support of the RFBR grant 18-53-45015.

References

1. Avdeev V.G. [Probiotics and Prebiotics in GIT Disorders Treatment]. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*, 2006, vol. 15, no. 1, pp. 36–41. (in Russ.)
2. Bondarenko V.M., Gracheva N.M. [Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in Treatment and Prevention of Intestinal Dismicrobism]. *Farmateka*, 2003, no. 7, pp. 56–63.
3. 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
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. [Synbiotic Component for Functional Products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 7, pp. 56–57. (in Russ.)
5. Zabodalova L.A., Belyakova T.N., Antontseva E.V. [Polysaccharides of Cultivating Mushroom *Pleurotus ostreatus* in Yoghurt Production]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2019, no. 2, pp. 54–55. (in Russ.)
6. Zakharova L.M., Lozmanova S.S., Krokhaleva L.V. [Study of Process Specifications of Functional Dairy Products and Their Nutritional Value]. *Aktual'naya biotekhnologiya*, 2014, no. 1 (8), pp. 12–15. (in Russ.)
7. Kashirskaya N.Yu. [The Importance of Probiotics and Prebiotics in Intestinal Microflora Regulation]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* [RMJ], 2000, no. 13, pp. 13–14. (in Russ.)
8. Kirichenko I.S. [Development of Functional Food Enriched with Plant-based Raw Materials “Healthy Breakfast Three “O”]. *Nauchnyy Vestnik GAOU VO «NGGTI»* [The Bulletin of the State Autonomous Educational Establishment of Higher Education “NGGTI”], 2016, vol. 3, pp. 43–47. (in Russ.)
9. Kryuchkova V.V. [Prebiotics in Functional Fermented Dairy Products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2009, no. 7, pp. 34–36. (in Russ.)
10. Mkrtchyan E.Yu., Noskova V.I., Egorov A.S. [New Functional Recombined Plant-based Dairy Product]. *Sovremennye aspekty molochnogo dela v Rossii: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proceedings of the Conference “Modern Aspects of Dairy Industry in Russia” (Vologda, 22-23 November, 2007)]. Vologda, 2007, pp. 66–67. (in Russ.)

11. Potoroko I.Y., Paimulina A.V., Uskova D.G., Kalinina I.V., Popova N.V., Shirish S. The antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their impact on quality and storageability of the product. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2017, vol. 79, no. 4, pp. 143–151. (in Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2017-4-143-151
12. 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
13. 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. 2512–2525. DOI: 10.3168/jds.2016-11864
14. Gallaher D.D. Dietary fiber and its physiological effects. In: M. Schmidt, T.P. Labuza (Eds.) *Essentials of Functional Foods*. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 2000.
15. 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/fstl.2000.0718
16. 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*, 2000, vol. 81, pp. 1314–1321. DOI: 10.1002/jsfa.947
17. 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.

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, nvpopova@susu.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

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

Natalya V. Ksenofontova, Master's Degree student at the Department Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk).

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

Received January 14, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Исследование степени адаптации молочнокислых микроорганизмов в системе растительных напитков / Н.В. Попова, Р.И. Фаткуллин, И.В. Калинина и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 66–73. DOI: 10.14529/food200108

FOR CITATION

Popova N.V., Fatkullin R.I., Kalinina I.Yu., Ksenofontova N.V., Naumenko E.E. Study of Lactic-Acid Microorganisms Adaptation in Plant-Based Beverages. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 66–73. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200108