

Ivan Evdokimov, D.Sc. in Technical Science, Professor, head of department of Technology of Milk and Dairy Products NCFU, Stavropol, 9 Marshal Zhukov str., building 9. E-mail: ievdokimov@ncfu.ru

George Anisimov, PhD in Technical Sciences, Director of the Center for Biotechnological Engineering NCFU, Stavropol, 1 Pushkin str., building 3. E-mail: – ags88@mail.ru

Ivan Artamonov, head of innovation projects of AO Molochny kombinat «Stavropolsky», Stavropol, 36 Dovatorov str. E-mail: mokostav@mail.ru

УДК 637.146.34

**Лодыгин Алексей Дмитриевич, Шатравина Мария Алексеевна,
Пономарев Владислав Алексеевич, Слюсарев Геннадий Васильевич**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАТА «МОБИЛЮКС» НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКВАШИВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА МОЛОЧНОКИСЛЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Рассмотрены перспективные направления совершенствования технологии кисломолочных напитков. Обоснована актуальность разработки технологии кисломолочных напитков, обогащенных пищевым концентратом «МОБИЛЮКС». Изучено влияние концентрата на эффективность сквашивания обезжиренного молока заквасочными культурами Ацидолакт, Симбилакт, Йогурт. Представлена динамика изменения титруемой кислотности и pH в процессе сквашивания опытных и контрольных образцов обезжиренного молока.

Ключевые слова: обезжиренное молоко, молочнокислые микроорганизмы, концентрат «МОБИЛЮКС», функциональные кисломолочные напитки.

Alexey Lodygin, Maria Shatravina, Vladislav Ponomarev, Gennadiy Slusarev
**STUDY OF THE EFFECT OF DOSE OF THE MOBILUX-LITE CONCENTRATE ON
THE EFFICIENCY OF FERMENTATION OF SKIM MILK MOLOCHNOKISLYKH
MICROORGANISMS**

Prospective directions of fermented dairy products technology improvement are reviewed. The relevance of fermented dairy products enriched with food concentrate «MOBILUX» technology development is substantiated. The influence of the concentrate on skim milk fermentation efficiency by starter cultures Acidolact, Symbolact, Yoghurt is studied. The dynamics of titratable acidity and pH changing during the fermentation of control and experimental samples is shown.

Key words: skim milk, lactic acid microorganisms, concentrate «MOBILUX», functional fermented dairy products.

Введение / Introduction. Кисломолочные продукты обладают ценными диетическими и лечебно-профилактическими свойствами, что объясняется их высокой усвояемостью (по сравнению с молоком), являющейся следствием воздействия на секреторно-эвакуационную деятельность желудка и кишечника, в результате чего железы пищеварительного тракта интенсивнее выделяют ферменты, которые ускоряют переваривание пищи [3, 8, 9].

С развитием пищевой биотехнологии все чаще создаются молочные продукты с повышенным содержанием полезных для организма веществ, так называемые функциональные продукты. К перспективным направлениям совершенствования технологии и расширения ассортимента кисломолочных продуктов функционального назначения следует отнести [2, 4, 6, 7]:

- использование в составе комбинированных и симбиотических заквасок культур пробиотических микроорганизмов;

- обогащение пребиотическими олигосахаридами с целью моделирования продуктов с синбиотическими свойствами;
- введение в рецептуры кисломолочных продуктов экстрактов биологически активных веществ растительного происхождения.

Актуальным в настоящее время является создание комбинированных молочных продуктов повышенной биологической и пищевой ценности за счет использования биологически активных веществ: некоторых макро- и микроэлементов, витаминов, балластных, пектиновых веществ и др. [8, 9, 10].

Анализ литературных источников позволил сделать вывод об актуальности разработки технологии кисломолочных напитков, обогащенных незаменимыми нутриентами (пищевые белки, макро- и микроэлементы). Целью экспериментальных исследований было изучение возможности использования пищевого концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» в технологии функциональных кисломолочных напитков.

«МОБИЛЮКС-Лайт» – универсальный обогатитель пищевых продуктов, в состав которого входят пищевые концентраты «Биойод», «Протемикс», кальциевый обогатитель [1, 5]. «Биойод» получают путем ферментативного йодирования аминокислотных остатков тирозина и гистидина в сывороточных белках коровьего молока, дополнительной очистки и концентрирования с помощью мембранной микро- и ультрафильтрации с последующей сублимационной или распылительной сушкой продукта. «Протемикс» представляет собой концентрат белков творожной или подсырной сыворотки в высушенном виде. Кальциевый обогатитель – это препарат порошкообразной консистенции мельчайшего помола. Источником служит скорлупа куриных яиц. Снабжает человеческий организм высокодоступным биогенным кальцием.

Материалы и методы / Materials and methods. В качестве объектов исследований использовались:

- молоко сухое обезжиренное с массовой долей жира не более 1,5 %, кислотностью от 14 до 21 °Т, соответствующее требованиям ГОСТ Р 52791-2007 [4];
- концентрат «МОБИЛЮКС-Лайт» по физико-химическим, микробиологическим показателям должен соответствовать требованиям ТУ 9219-016-35305730-10, представленным в таблице 1.
- коммерческие закваски VIVO: Ацидолакт, Симбилакт, Йогурт.

Таблица 1

Показатели качества добавки «Мобилюкс-Лайт»

№	Наименование показателей качества	Требования к качеству
1	Массовая доля белка, % не менее	50
2	Массовая доля влаги, % не более	6
3	Массовая доля золы, % не менее	8
4	Массовая доля пищевых волокон, %	20
5	Содержание кальция, мг/кг	20000+(–)2000
6	Содержание железа, мг/кг	120+(–)20
7	Содержание йода, мкг/кг	4000+(–)400
8	Свинец, мг/кг, не более	0,3
9	Кадмий мг/кг, не более	0,2
10	Мышьяк мг/кг, не более	1,0
11	Ртуть мг/кг, не более	0,03
12	Цезий-137 Бк/кг, не более	300
13	Стронций, Бк/кг, не более	80
14	Афлотоксин М1, мг/кг, не более	0,0005
15	Гексахлорциклогексан, мг/кг, не более	1,25

№	Наименование показателей качества	Требования к качеству
16	ДДТ и его метаболиты, мг/кг, не более	1,0
17	Меламин	Не допускается (<1мг/кг)
18	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^4$
19	БГКП (колиформы) в 1,0 г	Не допускаются
20	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы, в 25 г.	Не допускаются
21	Сульфитредуцирующие клостридии, в 0,01 г.	Не допускаются

При проведении экспериментальных исследований были использованы методы определения следующих показателей:

- титриметрические методы определения кислотности по ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты;
- определение pH, метод измерений основан на определении активности ионов водорода с помощью потенциометрических анализаторов по ГОСТ 19881-74;
- оценка органолептических показателей кисломолочных продуктов по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры прикладной биотехнологии Северо-Кавказского федерального университета. Были приготовлены опытные образцы обезжиренного молока, восстановленного до массовой доли сухих веществ (9,0–10,0) %, содержащие 3, 5 и 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт», а также контрольные – не содержащие концентрат. Заквасочные культуры молочнокислых микроорганизмов: Ацидолакт, Симбилакт, Йогурт – вносили в количестве 5 % от массы заквашиваемой смеси.

Результаты и обсуждение / Results and discussion. В первой серии экспериментов была использована закваска Ацидолакт, сквашивание контрольного и опытных образцов обезжиренного молока продолжалось 5 часов (рис. 1, 2). Органолептические показатели полученных образцов сквашенного обезжиренного молока представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Органолептические показатели образцов сквашенного обезжиренного молока
(закваска Ацидолакт)**

Наименование показателя	Образец	Контроль
Внешний вид консистенция	Неравномерный сгусток с тянущейся текстурой, отделение сыворотки	Неоднородная консистенция, с неравномерным сгустком
Цвет	Молочно-белый цвет с кремовым оттенком	Молочно-белый цвет
Вкус и запах	Приятный ванильный кисломолочный запах, запах простокваши, чрезмерно кислит	Кисломолочный запах, кислый вкус, запах простокваши

Исходя из представленных данных можно сделать вывод, что продукт характеризуется чрезмерно тянущейся текстурой, кислым вкусом и запахом простокваши, характерной для кисломолочных напитков с закваской Ацидолакт. Анализ закономерностей изменения титруемой кислотности, pH и органолептических показателей позволяет рекомендовать для дальнейших исследований образец с добавлением 5 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт». В образце с 3 %-ным содержанием при сквашивании происходит отделение сыворотки, а продукт с 7 %-ным содержанием концентрата характеризуется высокой вязкостью и наличием нерастворимого осадка.

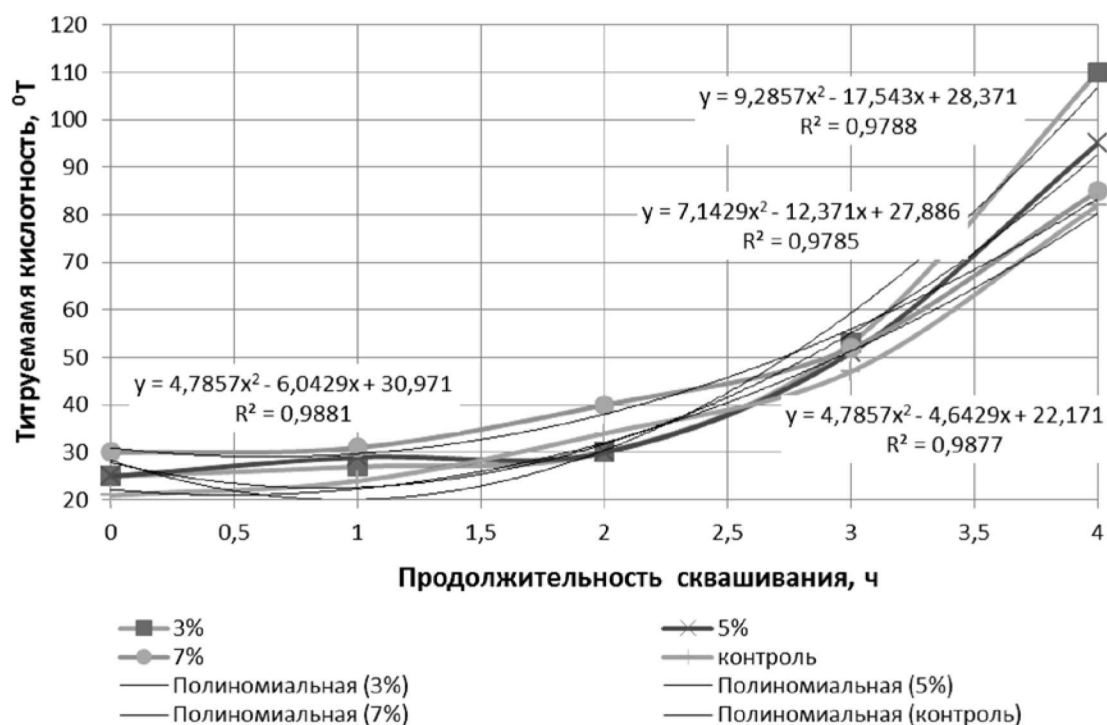


Рис. 1. Динамика нарастания титруемой кислотности при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Ацидолакт

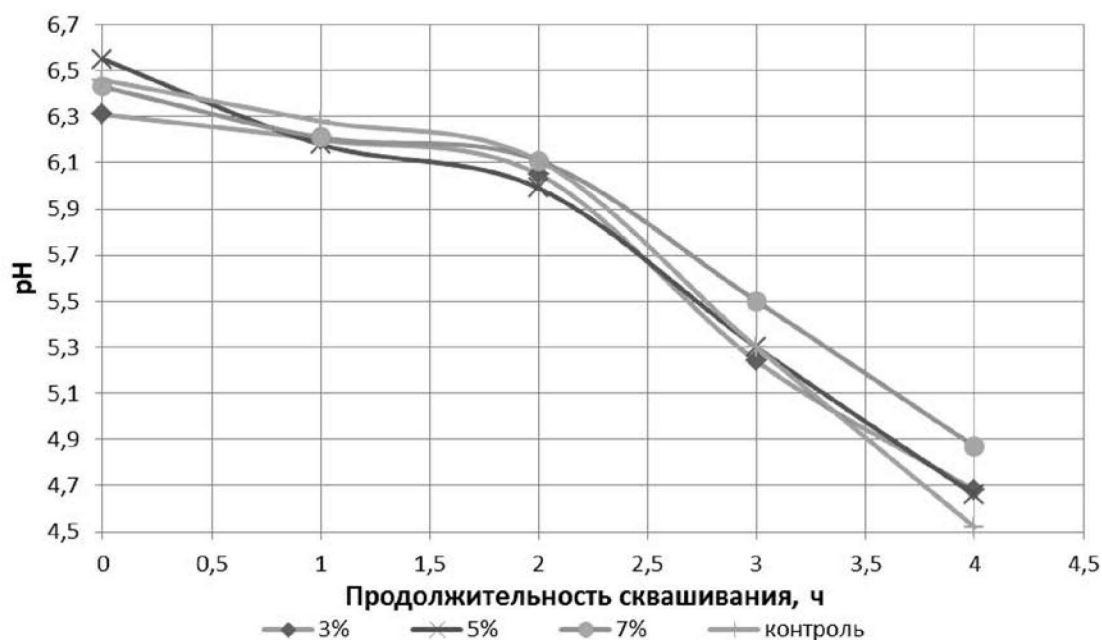


Рис. 2. Динамика изменения pH при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Ацидолакт

В следующей серии экспериментов была апробирована закваска Симбилакт, сквашивание обезжиренного молока продолжалось 5 часов (рис. 3, 4).

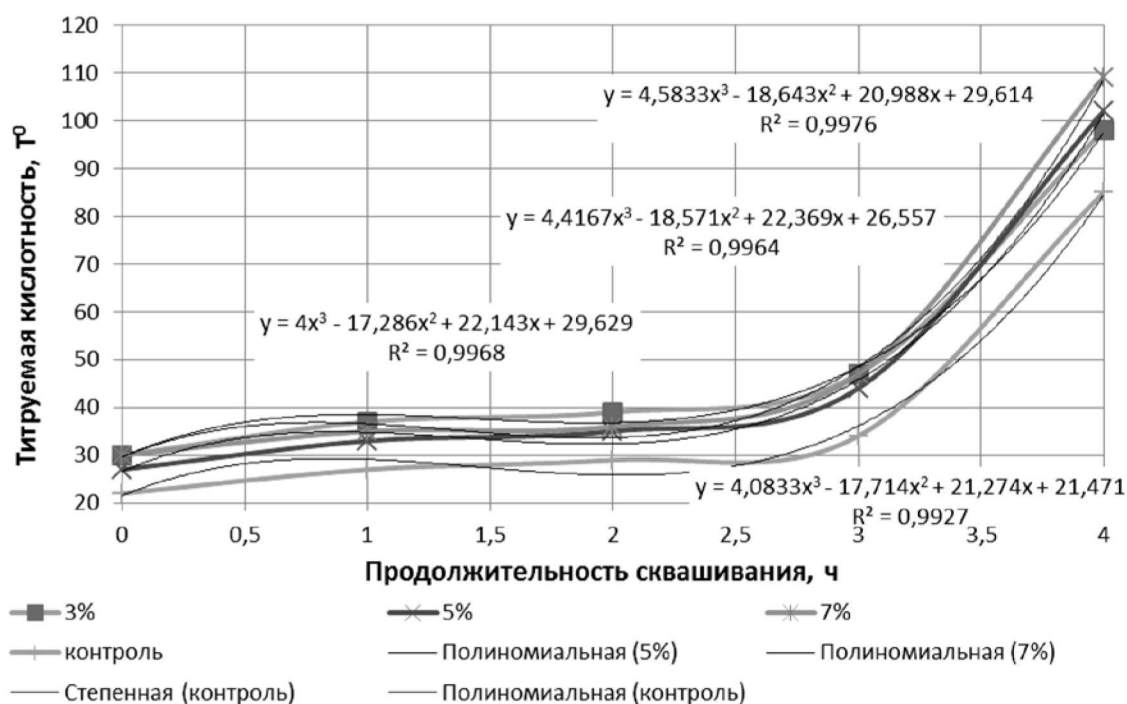


Рис. 3. Динамика нарастания титруемой кислотности при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Симбилакт

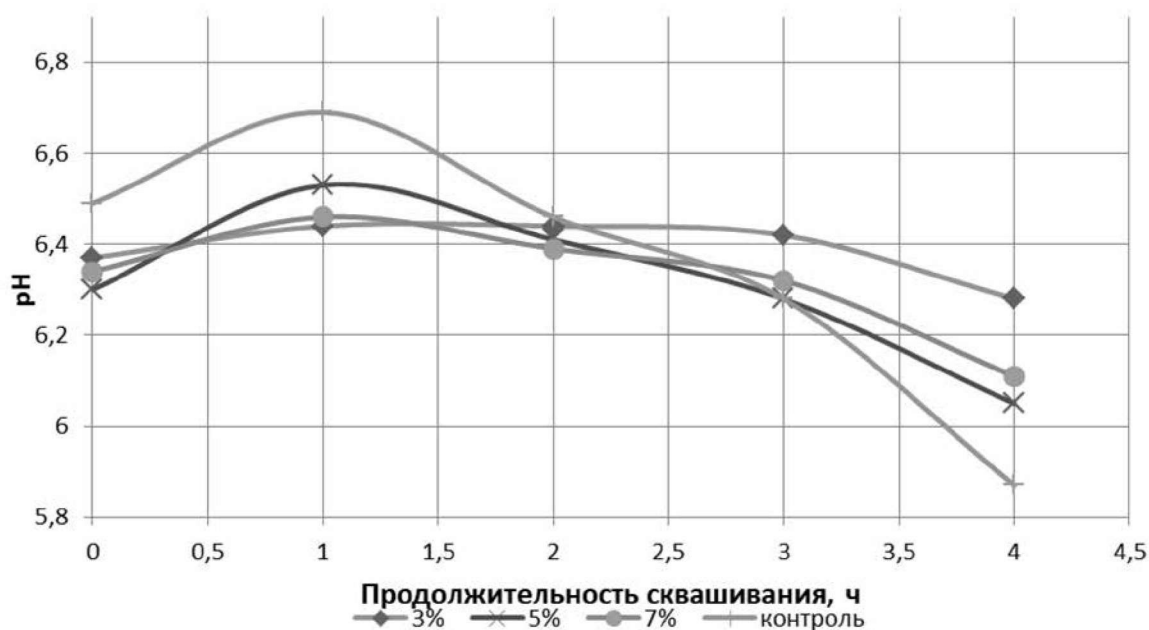


Рис. 4. Динамика изменения рН при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Симбилакт

Органолептические показатели образцов обезжиренного молока, сквашенных закваской Симбилакт, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Органолептические показатели образцов сквашенного обезжиренного молока
(закваска Симбилакт)**

Наименование показателя	Образец	Контроль
Внешний вид консистенция	Густая однородная консистенция с плотным сгустком	Однородная консистенция с равномерным сгустком
Цвет	Молочно-белый цвет с кремовым оттенком	Молочно-белый цвет
Вкус и запах	Приятный ванильный кисломолочный запах, напоминает аромат сметаны, кисловатый вкус	Кисломолочный запах, кисловатый вкус, запах сметаны

Из представленных на рисунках и в таблице 3 данных можно сделать вывод о том, что продукт с внесением концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» в количестве 5 % характеризуется оптимальными органолептическими и физико-химическими показателями.

В заключительной серии экспериментов была использована закваска Йогурт, сквашивание обезжиренного молока продолжалось 5 часов (рис. 5, 6). Органолептические показатели образцов обезжиренного молока, сквашенных закваской Йогурт, представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Органолептические показатели образцов сквашенного обезжиренного молока
(закваска Йогурт)**

Наименование показателя	Образец	Контроль
Внешний вид консистенция	Плотный и хороший сгусток, йогуртная текстура	Однородная консистенция с плотным хорошим сгустком
Цвет	Молочно-белый цвет с кремовым оттенком	Молочно-белый цвет
Вкус и запах	Приятный ванильный кисломолочный запах, йогуртный вкус	Кисломолочный запах, кисловатый вкус

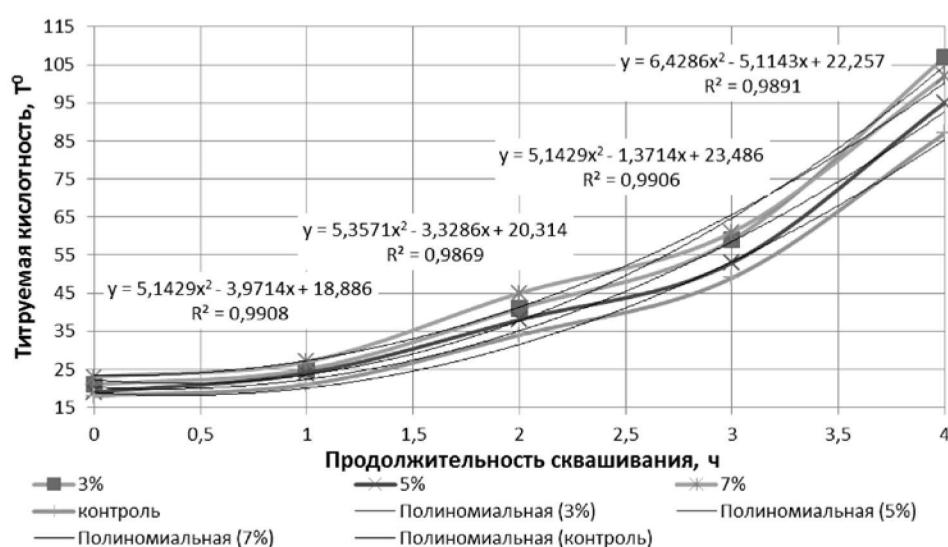


Рис. 5. Динамика нарастания титруемой кислотности, при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Йогурт

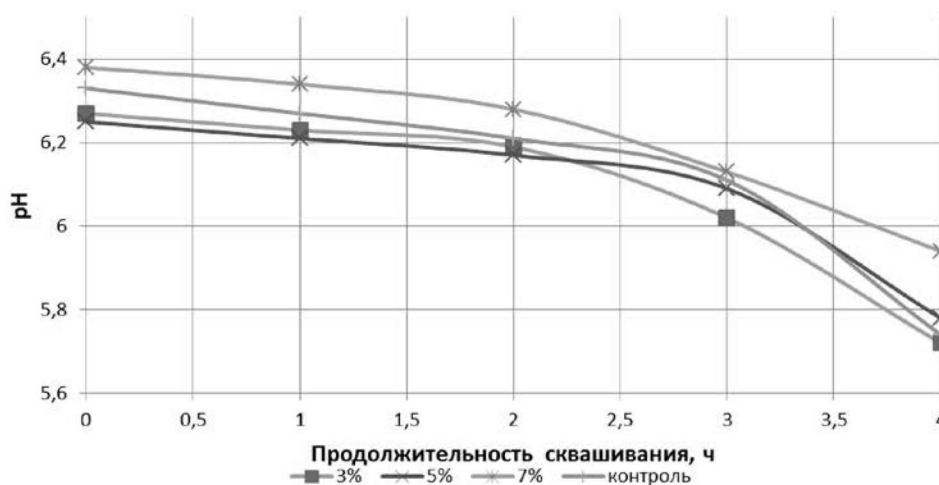


Рис. 6. Динамика изменения pH, при внесении 3, 5, 7 % концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» с закваской Йогурт

Анализ экспериментальных данных, показывает, что для дальнейших исследований, как и в случаях использования заквасок Ацидолакт и Симбилакт, может быть рекомендована доза внесения концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» 5 % от массы сквашиваемого обезжиренного молока.

Закключение / Conclusion. Результаты исследований подтвердили целесообразность использования пищевого концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» в технологии кисломолочных напитков, обогащенных незаменимыми нутриентами. Анализ экспериментальных данных подтверждает аналогичный характер влияния дозы внесения концентрата для всех апробированных заквасочных культур (Ацидолакт, Симбилакт, Йогурт). Для дальнейших исследований рекомендована доза внесения концентрата «МОБИЛЮКС-Лайт» 5 % от массы сквашиваемого обезжиренного молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганина В. И. Питьеовое молоко с йодсодержащими добавками / В. И. Ганина, И. И. Ионова, С. А. Фильчакова, Д. С. Лукин // Переработка молока. 2012. № 5. С. 16–17.
2. Герасимова Т. В. Технология кисломолочных напитков: применение экстрактов растительного сырья / Т. В. Герасимова, И. А. Евдокимов, А. Д. Лодыгин, Е. А. Абакумова // Молочная промышленность. 2012. № 2. С. 83–84.
3. Горбатова К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2004. 352 с.
4. Долгова А. О., Рябцева С. А. Исследование процессов получения кисломолочного напитка с лактулозой и стевией // Современная наука и инновации. 2017. № 1 (17). С. 77–82.
5. Евдокимов И. А. Перспективные технологии хлебобулочных изделий, обогащенных незаменимыми нутриентами, для профилактики основных алиментарнозависимых состояний человека / И. А. Евдокимов, В. И. Гапонов, А. Д. Лодыгин, С. Л. Люблинский // Современные достижения биотехнологии: материалы IV Международной научно-практической конференции. Минск; Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. С. 75–77.
6. Лодыгин А. Д. Кисломолочный напиток «Кремола» / А. Д. Лодыгин, И. А. Евдокимов, А. С. Гришина, И. В. Сухова // Молочная промышленность. 2009. № 3. С. 71.
7. Синбиотики в технологии продуктов питания: монография / И. А. Рогов, Е. И. Титов, В. И. Ганина [и др.]. М.: МГУПБ, 2006. 218 с.
8. Тамим А. Й., Робинсон Р. К. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / пер. с англ. под науч. ред. Л. А. Забодаловой. СПб.: Профессия, 2003. 664 с.

9. Тихомирова Н. А. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе. СПб.: Троицкий мост, 2010. 448 с.
10. Храмов А. Г. Основополагающие принципы высокоэффективного производства функциональных молочных продуктов / А. Г. Храмов, В. И. Трухачёв, В. В. Молочников, Т. А. Орлова // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 3. С. 52–56.

REFERENCES

1. Ganina V. I. Pit'evoe moloko s iodsoderzhashchimi dobavkami (Market milk with iodine-containing additives) / V. I. Ganina, I. I. Ionova, S. A. Filchakova, D. S. Lukin // Pererabotka moloka. 2012. № 5. Pp. 16–17.
2. Gerasimova T. V. Tekhnologiya kislomolochnykh napitkov: primeneniye ekstraktov rastitel'nogo syr'ya (Technology of fermented dairy products: application of vegetative raw materials extracts) / T. V. Gerasimova, I. A. Evdokimov, A. D. Lodygin, E. A. Abakumova // Molochnaya promyshlennost'. 2012. № 2. Pp. 83–84.
3. Gorbatova K. K. Fiziko-khimicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva molochnykh produktov (Physical-chemical and biochemical bases of dairy products manufacturing). St. Petersburg: GIOR, 2004. 352 p.
4. Dolgova A. O., Ryabtseva S. A. Issledovanie protsessov polucheniya kislomolochnogo napitka s laktulozoi i steviei (Study of fermented dairy product with lactulose and stevia reception) // Sovremennaya nauka i innovatsii. 2017. № 1 (17). Pp. 77–82.
5. Evdokimov I. A. Perspektivnye tekhnologii khlebobulochnykh izdelii, obogashchennykh nezamenimymi nutrientami, dlya profilaktiki osnovnykh alimentarnozavisimyykh sostoyanii cheloveka (Prospective technologies of bakery products, enriched with essential nutrients for basic human alimentary diseases prophylaxis) / I. A. Evdokimov, V. I. Gaponov, A. D. Lodygin, S. L. Lyublinskij // Sovremennye dostizheniya biotekhnologii: materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Minsk-Stavropol': Edition of North-Caucasus federal university, 2014, pp. 75–77.
6. Lodygin A. D. Kislomolochnyi napitok «Kremola» (Fermented dairy product «Cremola») / A. D. Lodygin, I. A. Evdokimov, A. S. Grishina, I. V. Sukhova // Molochnaya promyshlennost'. 2009. No 3. P. 71.
7. Rogov I. A., Titov E. I., Ganina V. I. et. al. Sinbiotiki v tekhnologii produktov pitaniya (Synbiotics in foodstuffs technology). Moscow: Moscow state university of applied biotechnology, 2006. 218 p.
8. Tamim A. J., Robinson R. K. Iogurt i analogichnye kislomolochnye produkty: nauchnye osnovy i tekhnologii (Yoghurt and analogue fermented dairy products: scientific bases and technologies) / translation from English; edited by L. A. Zabodalova. St. Petersburg: Profession, 2003. 664 p.
9. Tihomirova N. A. Technology of dairy-based products for prophylaxis treatment prepositions (Tekhnologiya produktov lechebno-profilakticheskogo naznacheniya na molochnoi osnove). St. Petersburg: Troitskiy most, 2010. 448 p.
10. Khrantsov A. G. Osnovopolagayushchie printsipy vysokoeffektivnogo proizvodstva funktsional'nykh molochnykh produktov (Guiding principles of high potential manufacturing of functional dairy products) / A. G. Khrantsov, V. I. Trukhachev, V. V. Molochnikov, T. A. Orlova // Vestnik APK Stavropol'ya. 2016. № 3. Pp. 52–56.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лодыгин Алексей Дмитриевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: allodygin@yandex.ru

Шатравина Мария Алексеевна, студентка 1 курса магистратуры кафедры прикладной биотехнологии Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: mashatravina@mail.ru

Пономарев Владислав Алексеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной биотехнологии Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: vladmail84@mail.ru

Слюсарев Геннадий Васильевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности автоматизированных систем Института информационных технологий и телекоммуникаций Северо-Кавказского федерального университета E-mail: gslusarev@ncfu.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Lodygin Aleksey Dmitrievich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Applied Biotechnology Department, Institute of living systems, North-Caucasus Federal University. E-mail: allodygin@yandex.ru
- Shatravina Maria Alekseevna**, 1st-year Master Course Student of Applied Biotechnology Department, Institute of living systems, North-Caucasus Federal University. E-mail: mashatravina@mail.ru
- Slusarev Gennadiy Vasilyevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Automated Systems Information Security Department, Institute of Information Technology and Telecommunications, North-Caucasus Federal University. E-mail: gslusarev@ncfu.ru
- Ponomarev Vladislav Alekseevich**, candidate of Technical Sciences, Senior Teacher of Applied Biotechnology Department, Institute of living systems, North-Caucasus Federal University. E-mail: vladmail84@mail.ru

УДК 538-958

**Михнев Леонид Васильевич, Бондаренко Евгений Алексеевич,
Валухов Дмитрий Петрович, Скоморохов Алексей Александрович,
Чапуре Олег Михайлович, Ильясов Асхат Шавкетович,
Анненко Михаил Иванович, Сбитнева Анна Сергеевна**

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОФОСФОРОВ ZnS:Mn,Cl ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ФОТОВОЗБУЖДЕНИИ

Проведено исследование спектров фотовозбуждения кристаллофосфоров ZnS:Mn,Cl с различной концентрацией активатора в стационарном и динамическом режимах. Установлено, что на форму спектров фотовозбуждения большое влияние оказывают как концентрация марганца, так и режим возбуждения (стационарный и динамический). Проведено исследование кинетики люминесценции кристаллофосфора ZnS:Mn,Cl с концентрацией марганца 1,1 вес. %. На основании анализа влияния концентрации активатора и режима возбуждения на форму спектров фотовозбуждения, а также кинетики фотолюминесценции предложены возможные пути передачи энергии иону марганца в ZnS:Mn,Cl .

Ключевые слова: фотолюминофоры, ZnS , марганец, люминесценция, твердофазный синтез.

**Leonid Mikhnev, Evgheny Bondarenko, Dmitry Valyukhov, Oleg Chapura,
Alexey Skomorokhov, Askhat Ilyasov, Mihail Annenko, Anna Sbitneva**
STUDY OF PHOSPHORS ZnS:Mn,Cl PHOTOLUMINESCENCE UNDER DYNAMICAL
PHOTOEXCITATION

Photoluminescence excitation of ZnS:Mn,Cl with different activator concentration was study using static and dynamical photoexcitation regimes. We determined that concentration of manganese and regime of photoexcitation has a great influence on form of photoluminescence excitation spectra. Luminescence kinetic curves of ZnS:Mn,Cl phosphorous with 1,1 wt % manganese were measured. We basing on analysis of dependence of photoluminescence from concentration of manganese and influence of regimes of photoexcitation have offered potential mechanism of transmission energy to manganese ions in ZnS:Mn,Cl .

Key words: phosphorous, ZnS , manganese, luminescence, solid-state synthesis.

Введение / Introduction. В настоящее время кристаллофосфоры ZnS:Mn находят широкое применение в качестве активных слоев в сенсорных приборах [1], малотоксичных фотолюминофорах [2], электролюминесцентных приборах [3] и др. Большие возможности применения ZnS:Mn связаны с высокой эффективностью излучательных переходов иона марганца, находящегося в кристаллической ре-