

Литература:

1. Александрова, М.Г. Влияние скармливания минеральной смеси на основе белитового шлама на физиологическое состояние дойных коров /Александрова М.Г.,Тюрина Л.Е.,Табаков Н.А. /Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство – 2010. – №4. – С. 12–15.
2. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления с.-х. животных. Справочное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М. – 2003. – 305с.
3. Кердяшов, Н.Н. Кормление сельскохозяйственных животных с использованием местных нетрадиционных кормовых добавок: монография / Н.Н. Кердяшов. – Пенза. – 2007. –177с.
4. Любин, Н.А. Цеолиты Сиуч-Юшанского месторождения в улучшении физиологических функций и повышении продуктивных качеств молочных коров: монография / Н.А. Любин, В.В. Ахметова. – Ульяновск. – 2018. – 170с.
5. Табаков, Н.А. Местные источники биологически активных веществ и их рациональное использование в кормлении сельскохозяйственных животных / Табаков Н.А., Скуковский Б.А., Тюрина Л.Е./ Красная гос. аграр. ун-т. – Красноярск: изд-в КрасГАУ. – 2017. – 112с.
6. Тюрина, Л.Е. Использование минеральных смесей на основе местных сырьевых ресурсов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / Тюрина Л.Е., Табаков Н.А., Лефлер Т.Ф., Александрова М.Г., Гаврюхина Е.А. //Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск: изд-во Красноярский ГАУ. – 2021. – 50с.
7. Trckova, M. Peat as a feed supplement for animals: a review / M. Trckova, L. Matlova, H. Hudcova, M. Faldyna, Z. Zraly, L. Dvorska, V. Beran, I. Pavlik /Veterinary Research Institute, Brno, Czech.– Republic Vet. Med. – Czech, 50. – 2005 (8). – pp. 361–377.
8. SHvechihina T.YU., Vagapova O.A. Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii kormovoj dobavki Animiks Al'fa // Biotekhnologii – agropromyshlennomu kompleksu Rossii: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – 2017. – S. 250-255.

УДК 664

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОКСИЛИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНА $C_{60}(OH)_{20-24}$ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЙОГУРТА

Федорова Екатерина Георгиевна, Смолин Сергей Григорьевич, Машанов Александр Иннокентьевич
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
fedorova78@mail.ru

Чурилов Григорий Николаевич, Внукова Наталья Григорьевна
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск, Россия
churilov@iph.krasn.ru

В статье приведены результаты использования гидрокселированного фуллерена в рецептуре биойогурта, его влияние на технологические процессы и качественные показатели готового продукта.

Ключевые слова: биойогурт, гидрокселированный (растворимый) фуллерен $C_{60}(OH)_{20-24}$, органолептическая оценка, титруемая кислотность, количество молочнокислых микроорганизмов.

THE USE OF HYDROXYLATED FULLERENE $C_{60}(OH)_{20-24}$ IN THE PRODUCTION OF BIO-YOGURT

Fedorova Ekaterina Georgievna, Smolin Sergey Grigorievich, Mashanov Alexander Innokentievich
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
fedorova78@mail.ru

Churilov Grigory Nikolaevich, Vnukova Natalia Grigorievna
L.V. Kirensky Institute of Physics SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
churilov@iph.krasn.ru

The article presents the results of the use of hydroxylated fullerene in the formulation of bio-yogurt, its effect on technological processes and quality indicators of the finished product.

Keywords: bio-yogurt, hydroxylated (soluble) fullerene C₆₀(OH)₂₀₋₂₄, organoleptic evaluation, titrated acidity, number of lactic acid microorganisms.

В настоящее время производство молочных продуктов обуславливает использование различных пищевых добавок (ароматизаторов, антиокислителей, веществ вкусоароматических, влагоудерживающих агентов, желирующих агентов, загустителей, катализаторов, консервантов и т.д.).

Согласно ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств для целей безопасности применения пищевых добавок при производстве пищевой продукции должны соблюдаться следующие требования:

1. применение пищевых добавок не должно увеличивать степень риска возможного неблагоприятного действия пищевой продукции на здоровье человека;
2. пищевые добавки должны применяться только в случаях, когда существует необходимость совершенствования технологии, а также при необходимости улучшения потребительских свойств пищевой продукции, увеличения сроков их годности, добиться которых иным способом невозможно или экономически не оправдано;
3. находящиеся в обращении на единой таможенной территории Таможенного союза пищевые добавки, изготовленные с использованием генно-модифицированных организмов и других биотехнологий должны соответствовать требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [1].

В молочной отрасли остро стоит проблема улучшения качества готовой продукции, повышения ее хранимоспособности, производство диетического профилактического питания. Поэтому возникает необходимость поиска новых пищевых добавок отвечающих требованиям современного мира.

Фуллерен C₆₀ – это стабильная аллотропная модификация углерода, химические свойства которой активно используются современными исследователями в областях физики, электрохимии и медицинской, фармацевтической химии и пищевой промышленности. Открыто это вещество в 1985 г. [2]. Работ по использованию фуллеренов в пищевой промышленности пока недостаточно [3].

Цель исследования – изучить влияние гидроксильированного фуллерена на процесс ферментации кисломолочного напитка (биойогурта).

Задачи исследований – произвести модельные образцы биоогурта термостатным способом с использованием разных доз водорастворимого фуллерена, изучить процесс сквашивания биоогурта и качество готового продукта.

Материал и методы исследований. Молоко коровье сырое для производства биоогурта отбирали и подготавливали к анализу по ГОСТ 13928-84. В молоке сыром определяли массовую долю жира – ГОСТ 5867-90, белка – ГОСТ 25179-2014, сухого обезжиренного молочного остатка – ГОСТ Р 54761-2011, титруемую кислотность – ГОСТ Р 54669-2011, плотность - ГОСТ Р 54758-2011 [4]. Отбор проб готового продукта проводили по ГОСТ 26809.1-2014, органолептические показатели – по 20-бальной шкале, утвержденной Американской Ассоциацией по молочным продуктам, титруемую кислотность - ГОСТ 31976-2012, количество молочнокислых микроорганизмов – ГОСТ 10444.11-2013, гидроксильированный (водорастворимый) фуллерен C₆₀(OH)₂₀₋₂₄ получали методом химического синтеза в Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН г. Красноярск.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе провели оценку качества молока коровьего сырого (табл.1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели молока коровьего сырого

Показатель	ТР ТС 033/2013	Исследуемый образец
Массовая доля белка, %, не менее	2,8	2,8
Массовая доля жира, %, не менее	2,8	3,6
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %, не менее	8,2	8,2
Кислотность, °Т	16-21	17
Плотность, кг/м ³ , не менее	1027	1027,5

Качество молока сырого соответствовало требованиям Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). В лаборатории института

прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины производили модельные образцы биоюгурта по 250 г каждый. Закваска состояла из лиофильно высушенных штаммов — *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*. В эксперименте было три образца биоюгурта: контрольный производили по рецептуре (таблица 2), в I-ый опытный образец на этапе заквашивания вносили 0,04% от массы смеси сухого порошка фуллерена $C_{60}(OH)_{20-24}$, во II-ой – 0,08%.

Таблица 2 – Рецептура при производстве биоюгурта 3,2%-ной жирности (в кг на 100 кг продукта без учета потерь)

Сырье	Образец		
	контрольный	I опытный	II опытный
Молоко цельное 3,6%-ной жирности	90,5	90,5	90,5
Молоко обезжиренное сухое (93% сухих веществ)	4,5	4,5	4,5
Молоко обезжиренное 0,05% жирности	5,0	5,0	5,0
Порошок гидроксированного (водорастворимого) фуллерена- $C_{60}(OH)_{20-24}$	-	0,00010	0,00019
Итого	100	100	100

Производство биоюгурта осуществлялось термостатным способом. Технологические операции при производстве исследуемых образцов кисломолочного напитка представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технологические операции при производстве биоюгурта с использованием водорастворимого фуллерена

Операция	Характеристика
Приемка и подготовка сырья	По ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое
Нормализация	Молоко нормализовали по массовой доли жира и сухому обезжиренному молочному остатку путем добавления обезжиренного молока
Очистка	Очистка нормализованной смеси осуществлялась при $t=43\pm 2^{\circ}C$
Гомогенизация	Нормализованную смесь гомогенизировали при $t=46\pm 2^{\circ}C$ при давлении $p=15\pm 2,5MPa$
Пастеризация	Нормализованную смесь нагревали до $t=92^{\circ}C$ с выдержкой 2 мин
Охлаждение до температуры заквашивания	Смесь охлаждали до $t=42\pm 1^{\circ}C$
Заквашивание	В нормализованную смесь вносили лиофилизированную закваску Viva и Перемешивали смесь в течение 15 мин.
Розлив и упаковывание	Смесь разливали в стеклянную тару и вносили в сухом виде гидроксированный фуллерен в I-ый опытный образец – 0,04% от массы нормализованной смеси, во II-ой – 0,08%. Перемешивали 10 мин. Укупоривали крышками.
Сквашивание	Сквашивание производили в термостате
Охлаждение	До $t=4\pm 2^{\circ}C$
Оценка качества готового продукта	В соответствии с действующими нормативными правовыми актами

Как видно из таблицы 3, на этапе розлива смеси вносили в сухом виде водорастворимый фуллерен, согласно схемы исследования. Окончание сквашивания определяли по титруемой кислотности (рис. 1).

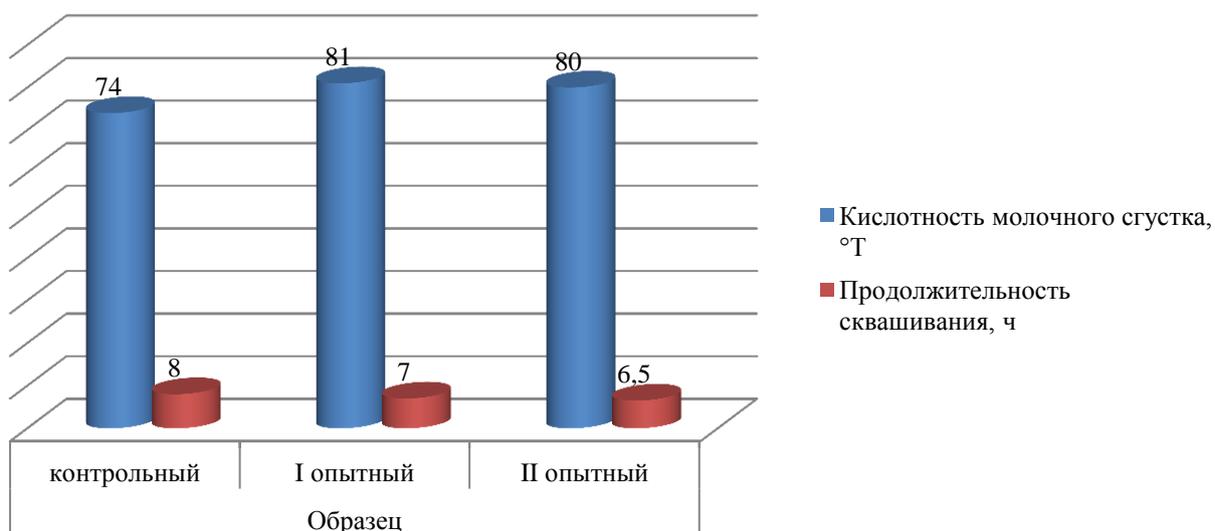


Рисунок 1 – Кислотность молочного сгустка и продолжительность сквашивания исследуемых образцов биоюгурта

Как видно из рисунка 1, продолжительность сквашивания прекращали при кислотности 74-80°Т. Продолжительность сквашивания у II-го опытного образца была на 1,5 ч меньше по сравнению с контрольным. На предприятии это позволит экономить затраты на электроэнергию и сократит продолжительность технологического процесса. Органолептическая оценка исследуемых образцов биоюгурта представлена на рис. 2.

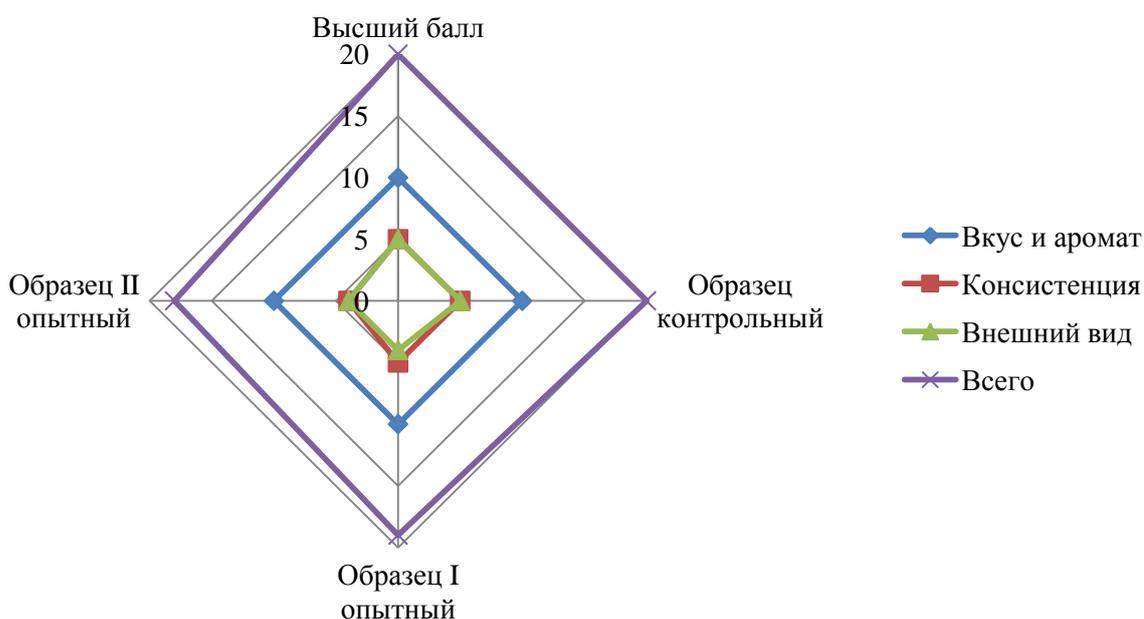


Рисунок 2 – Бальная оценка исследуемых образцов биоюгурта

Из рисунка 2 видно, что в I-ом и II-ом опытных образцах суммарная оценка на 2 балла была меньше по сравнению с контрольным образцом. Снижение баллов было обусловлено появлением незначительной крупинчатости и нетипичного сероватого цвета готового продукта. Перечисленные пороки можно минимизировать внесением исследуемой добавки до этапа гомогенизации. В целом если нивелировать данные пороки, по вкусу, запаху, консистенции исследуемые образцы были аналогичны контрольному.

В конце срока хранения (5 суток) были проведены исследования количества молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте (рис.3).

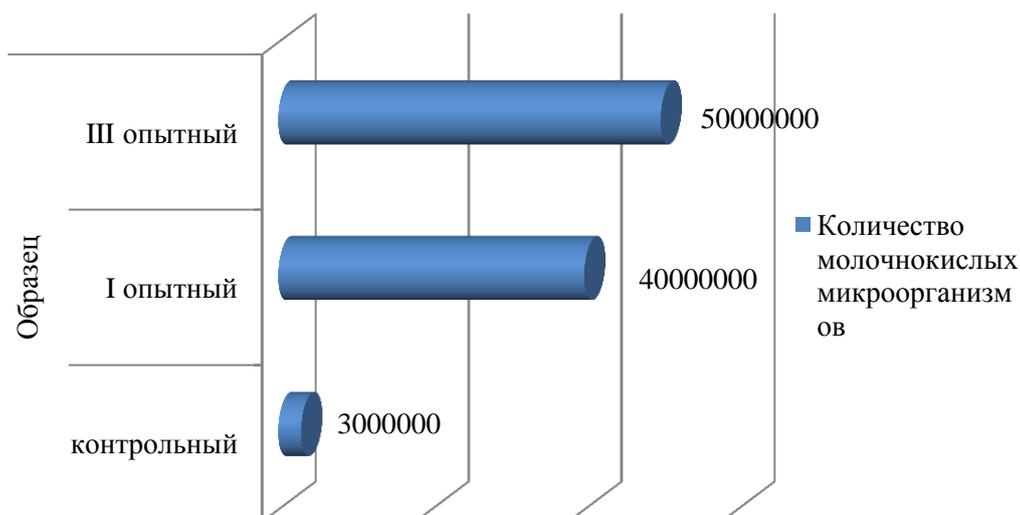


Рисунок 3 – Количество молочнокислых микроорганизмов в биоогурте в конце срока хранения, КОЕ/г

Из рисунка 3 видно, что количество молочнокислых микроорганизмов при добавлении в рецептуру биоогурта фуллерена в конце срока хранения возростала в I опытном образце – в 13 раз, во II образце – в 17 раз по сравнению с контрольным образцом. Это говорит о стимулировании роста молочнокислых микроорганизмов водорастворимым фуллереном.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование гидроксированного фуллерена 0,08% от массы нормализованной смеси в производстве биоогурта сокращает процесс сквашивания при термостатном способе производства на 1,5 ч, не изменяет наиболее весомые органолептические показатели (вкус, аромат, консистенция) и увеличивает в 17 раз количество молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте.

Литература:

1. ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств - URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359401> (дата обращения 9.11.2021).
2. Турецкий Е.А. Создание стандартного образца водорастворимого фуллерена- URL: [Dissertatsiya_Turetskiy-РЕСНАТ.pdf](#) (дата обращения 09.11.2021)
3. Машанов А.И., Чурилов Г.Н., Присухина Н.В., Внукова Н.Г., Машанов А.А. Влияние водорастворимого фуллерена С-60 на качество ржаного хлеба / Машанов А.И., Чурилов Г.Н., Присухина Н.В., Внукова Н.Г., Машанов А.А. // Вестник КрасГАУ.-№4.-2021.-С.148-153
4. Федорова, Е.Г. Методы исследования молока и молочных продуктов : курс лекций : [учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»] / Е. Г. Федорова ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск: Красгау, 2017. – 83с.