

ОПТИМИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОКА, ПОЛУЧЕННОГО ОТ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

ГОРЛОВ Иван Федорович, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»; Волгоградский государственный технический университет

НИКОЛАЕВ Дмитрий Владимирович, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»

ЗАБЕЛИНА Маргарита Васильевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

БОЖКОВА Светлана Евгеньевна, Волгоградский государственный технический университет

СМУТНЕВ Петр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ТЮРИН Игорь Юрьевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ШАРДИНА Галина Евгеньевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье представлены исследования по разработке новой технологии производства кисломолочного напитка на основе молока голштинской породы коров с использованием растительной добавки, полученной путем экструзионной обработки пророщенного зерна нута. Производство кисломолочных напитков с применением подобных растительных добавок позволяет разрабатывать новые полифункциональные продукты за счет содержания в экструдированном пророщенном зерне нута биодоступной формы питательных веществ, витаминов и др. Разработанная технология производства кисломолочного напитка отвечает всем существующим требованиям.

76

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

10
2020

Введение. В настоящее время в России разработана Стратегия развития молочной перерабатывающей промышленности, которая предусматривает необходимость разработки и внедрения новых и усовершенствования старых технологий производства, в том числе биотехнологий, способствующих расширению ассортимента продуктов питания нового поколения с заданными параметрами качества [9].

Современные продукты питания должны обладать высокой биодоступностью питательных веществ и витаминов, а также иметь относительно низкую калорийность. Этим параметрам отвечают кисломолочные продукты [5–7]. Большую популярность набирает применение в кисломолочных продуктах растительного компонента, в основном это зернобобовые и крупяные добавки, используемые в качестве пищевых волокон. Вместе с тем такие добавки вносят в готовый продукт незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы [2, 3, 5]. Во многих регионах нашей страны наблюдается нехватка селена и йода, а в зернах нута содержится значительное количество этих компонентов. Процесс экструзии позволяет повысить биодоступность зерна нута и всех его компонентов [1, 3, 10–12].

При производстве кисломолочных продуктов применяют различные компоненты растительного происхождения: измельченные пшеничные отруби (патент RU 26204 «Кисломолочный напиток и способ его производства»), настойку женшеня (патент RU 21215357 «Молочный напиток женшеневый»).

Изучение использования новых биологически активных веществ, способствующих развитию микроорганизмов заквасок, для производства кисломолочных напитков – одно из актуальных направлений молочной перерабатывающей промышленности.

Целью наших исследований являлась разработка новой технологии производства кисломолочного напитка на основе молока голштинской породы коров с введением в технологию производства растительной добавки, полученной путем экструзионной обработки пророщенного зерна нута.

Методика исследований. Работа состояла из следующих этапов: анализа качества молока, подбора и подготовки сырья, выработки опытных образцов кисломолочных напитков, проведения органолептических и физико-химических исследований для оценки качества полученных продуктов.

Объекты исследования: молоко коровье сырое и кисломолочный напиток, выработанный

на его основе с использованием бактериальной заквасочной культуры прямого внесения с дрожжами ИСТИ I (ТУ 9229-001-90682813-11, ООО «Каприна», Москва, Россия), сиропа (ГОСТ 28499-90), нута (ГОСТ 8758).

Закваска включала в себя мезофильно-термофильную гетероферментативную культуру с дрожжами для производства тана и айрана с выраженным ароматом и слабым газообразованием (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulganicus* *Debaryomyces Hansenii*, *Kluveromyces* subsp. *Marxianus*); клеточная концентрация – не менее 10^9 КОЕ/г, дрожжей – не менее 10^4 КОЕ/г.

Производство исследуемых образцов проводили в соответствии с разработанной нормативно-технической документацией по общепринятой технологии производства кисломолочных напитков [10, 11].

Отбор и подготовку проб для лабораторных исследований, анализ органолептических и физико-химических показателей молока и образцов продуктов осуществляли по общепринятым методикам на базе лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» ВолгГТУ и комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (г. Волгоград). Количественное наличие тяжелых металлов определяли на анализаторе ТА-4 вольт-амперметрическим методом (МУ 31-04/04).

Результаты исследований. Молоко сырое было получено от дойных коров голштинской породы на базе СП ООО «Донское» Калачевского района Волгоградской области (с большой технологенной нагрузкой). Показатели качества молока от коров голштинской породы представлены в табл. 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что сырое молоко соответствует действующим требованиям нормативно-технической документации и может быть использовано для переработки и получения пищевых продуктов.

Таблица 1

Качество молока (n = 5)

Показатель	Значение	
Количество сухого вещества, %	$12,30 \pm 0,06$	
СОМО, %	$8,60 \pm 0,09$	
Содержание жира, %	$3,70 \pm 0,03$	
Содержание белка, %	$3,20 \pm 0,02$	
Содержание казеина, %	$2,60 \pm 0,03$	
Содержание молочного сахара, %	$4,60 \pm 0,02$	
Плотность, кг/м ³	$1027,0 \pm 0,05$	
Титруемая кислотность, °Т	$17,0 \pm 0,05$	
Содержание тяжелых металлов, мг/кг		
	ПДК	
Zn	5,0	$2,5 \pm 0,05$
Cd	0,03	$0,0006 \pm 0,0001$
Pb	0,1	$0,0023 \pm 0,0003$
Cu	1,0	$0,140 \pm 0,003$

В ходе исследований разработан способ производства кисломолочного напитка с улучшенными диетическими и профилактическими свойствами, приятными органолептическими показателями и удлиненным сроком хранения (7 дней). Кисломолочный напиток получали путем нормализации молока, гомогенизации при давлении 15 ± 2 МПа и температуре 60 ± 5 °C, пастеризации при 95 ± 3 °C с выдержкой 5 ± 2 мин, охлаждения до 36 ± 2 °C, добавления закваски прямого внесения в количестве $0,1$ – $1,0$ %, содержащей *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulganicus* *Debaryomyces Hansenii*, *Kluveromyces* subsp. *Marxianus*, перемешивания в течение 13–17 мин, сквашивания при температуре 36 ± 2 °C в течение 5–7 ч до достижения кислотности 85 °Т, охлаждения до 6 ± 2 °C, затем разливали в потребительскую тару.

В качестве функциональных добавок использовали муку из экструдированных пророщенных зерен нута (5 %), предварительно добавленную к нормализованному молоку в соотношении 1:3 и перемешанную с ним в течение 10–15 мин, а также вкусо-ароматическую добавку (сироп или сироп с соком) в количестве 7 % в сквашенную смесь при перемешивании в течение 5–7 мин.

Проращивание зерен нута проводили следующим образом. Зерна проращивали при температуре 20–25 °C в течение трех дней, завершили проращивание при достижении проростками длины 4–5 мм. Далее зерна повторно промывали, проводили экструдирование. Промытые зерна нута обрабатывали в пресс-экструдере при температуре от 120 до 160 °C и давлении 50 атм. в течение 10 с. Нутовый экструдат высушивали и измельчали (массовая доля влаги 4–6 %; размер частиц 2–3 мм) [4, 8]. Показатели качества полученной муки представлены в табл. 2.

В качестве функциональных добавок (источников белков и концентрата структурирующего пищевого) использовали муку из экструдированных пророщенных зерен нута (5 %). Она обладает высокими функционально-технологическими свойствами, оптимизирует пищевую и биологическую ценность продукта (является источником незаменимых аминокислот – валина, лейцина, изолейцина; микроэлементов – селена, магния и др.), а также снижает расход молочного сырья и сокращает длительность процесса сквашивания в среднем на 2 ч.

Процесс экструзии представляет собой последовательную температурную и механическую обработку нута под давлением с последующим развертыванием белковой молекулы, что позволяет производить высококачественный продукт, обладающий практически удвоенной питательной ценностью. Повышению биодоступности эссенциальных веществ нута также способствует предварительное проращивание зерен. Экструзионная обработка повышает перевариваемость белков, делает более доступными аминокислоты вследствие разрушения в молекулах белка вторичных связей.





Таблица 2

Показатели качества муки из экструдированных пророщенных зерен нута

Показатель	Значение
Органолептические показатели	Цвет кремовый, запах – свойственный исходному сырью, без посторонних привкусов и запахов
Набухаемость, см ³ /г	9,02
Влагоудерживающая способность, %	5,08
Содержание сухого вещества, %,	92,89±1,91
белка, %	27,95±1,62
клетчатки, %	1,10±0,04
жира, %	4,65±0,10
золы, %	2,67±0,05
БЭВ, %	57,32±1,10
сахара, %	2,48±1,06
селена, мг/кг	0,991±1,17
магния, мг/кг	115,0±1,5

Высокотемпературная обработка нута при экструзии позволяет минимизировать содержание антипитательных веществ, в том числе снизить активность ферментов (в первую очередь, ингибиторов трипсина) в сырье. Данная обработка практически полностью удаляет специфические запахи и вкус сырья. В процессе экструзии в зерне нута микроорганизмы погибают полностью, что является необходимым условием получения качественно-го кисломолочного продукта с добавлением нута.

Для расширения ассортимента, улучшения потребительских свойств и корректировки органолептических показателей готового напитка (аромата, вкуса) использовали вкусоароматическую добавку – сироп, вырабатываемый по ГОСТ 28499-90.

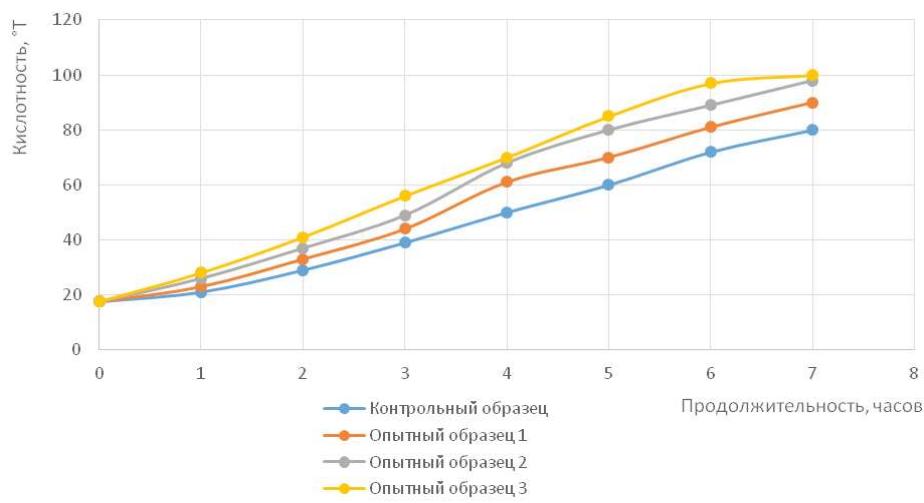
Для отработки рецептуры и оптимизации биотехнологии производства кисломолочного напитка исследовали возможность внесения муки из экструдированных пророщенных зерен нута в количестве 1; 3 и 5 % в обезжиренное молоко, вырабатываемое в соответствии с ТР ТС-033-2013 и по ГОСТ Р 53503, заквашенное бактериальной заквасочной культурой прямого внесения с последующим добавлением малиново-мятного сиропа в количестве 7 % (выработали опытные образцы

1, 2 и 3 соответственно). Контрольный образец вырабатывали без добавления муки. При добавлении муки более 5 % было выявлено значительное ухудшение органолептических свойств продукта (неоднородная, тягучая консистенция).

В ходе исследований изучены динамика и продолжительность процесса ферментации кисломолочного напитка в зависимости от дозы вносимой муки из экструдированных пророщенных зерен нута – пробиотика для более интенсивного развития молочнокислой микрофлоры. После заквашивания определяли титруемую кислотность образцов каждые 60 мин (см. рисунок).

Установлено, что характерные свойства кисломолочный напиток приобретает в течение 5–7 ч ферментации, по достижении титруемой кислотности 80 °Т. Результаты показали, что с увеличением количества вносимого наполнителя титруемая кислотность в процессе сквашивания увеличивается, что может служить следствием наличия в муке из экструдированных пророщенных зерен нута большого количества кислотных групп аминокислот. Оптимальным был выбран опытный образец 3, имевший кислотность 85 °Т при времени ферментации 5 ч в сравнении с контрольным образцом, достигшим необходимой кислотности за более длительное время – более 7 ч.

На основании пробных выработок и полученных результатов были разработаны и оптимизированы рецептура и технология кисломолочного напитка смешанного брожения с добавлением растительного наполнителя и вкусо-ароматической добавки. Технология производства кисломолочного напитка состоит из нескольких стадий. Она начинается с приемки и предварительной подготовки молока (очистки, охлаждения, резервирования) и добавок. Продолжают ее нормализация молока; составление молочно-нутовой основы (смешение молока и муки из экструдированных пророщенных зерен нута); гомогенизация молока; пастеризация смеси; охлаждение; заквашивание, сквашивание (созревание); охлаждение; внесение вкусо-ароматической добавки (малиново-мятного сиропа); перемешивание; розлив, упаковывание; хранение.



Динамика нарастания титруемой кислотности в опытных образцах

Для получения 1000 кг молочного напитка с различной массовой долей жира (без учета потерь) исходные компоненты берут в количествах, приведенных в табл. 3.

При приготовлении кисломолочного напитка молоко сырое подогревают до температуры 40 °С, проводят очистку, сепарирование, нормализацию. Часть исходного молока отбирают и составляют молочно-нутовую основу путем перемешивания в отдельной емкости при температуре 38–40 °С муки из экструдированных пророщенных зерен нута и молока обезжиренного в течение 10–15 мин. Далее проводят смешивание основной части исходного молока и полученной молочно-нутовой основы.

Смесь подвергают гомогенизации при давлении 15±2 МПа и температуре 60±5 °С, пастеризациии при 95±3 °С с выдержкой 5±2 мин и охлаждают до температуры заквашивания 36±2 °С. Затем вносят закваску (согласно инструкции) и проводят сквашивание (созревание) при температуре 36±2 °С в течение 5 ч до нарастания титруемой кислотности 85 °Т. После этого вносят вкусо-ароматическую добавку (сироп), перемешивают в течение 5–7 мин, разливают и упаковывают в потребительскую тару. Готовый продукт охлаждают до 6±2 °С. Условия хранения – 4–6 °С, не более 14 сут.

Продукты, полученные по приведенным рецептограм, обладают приятным освежающим ки-

сломолочным вкусом и ароматом, обусловленным внесенной вкусо-ароматической добавкой, не имеет нутового запаха и бобового привкуса. Консистенция представляет собой однородную невязкую жидкость, с вкраплениями мелких частиц муки, равномерно распределенных по всему объему. Физико-химические свойства и энергетическая ценность продукта представлены в табл. 4.

Данные таблицы подтверждают высокие показатели качества выработанных образцов и эффективность проведенной оптимизации биотехнологии кисломолочного напитка.

Заключение. В ходе исследований была проведена оценка качества и доказана целесообразность использования в качестве основного сырья – молока от коров голштинской породы.

Разработанный способ получения кисломолочного напитка позволяет оптимизировать технологию производства и повышать качество готового продукта за счет компонентов – добавок растительного происхождения (муки из экструдированных пророщенных зерен нута, вкусо-ароматической добавки в виде сиропа). В частности, позволяет повысить пищевую и биологическую ценность продукта, улучшить органолептические и физико-химические свойства, уменьшить время созревания продукта и снизить расход молочного сырья.

Таблица 3

Рецептура кисломолочных напитков

Компонент	Количество компонентов, кг, для производства напитка с массовой долей жира не менее		
	0,05 %	2,5 %	4,0 %
Молоко обезжиренное (жирность 0,5 %)	879,0	150	229,0
Молоко сырое (жирность 3,4 %)	–	729,0	–
Молоко сырое (жирность 6,0 %)	–	–	650,0
Мука из экструдированных пророщенных зерен нута	50,0	50,0	50,0
Закваска	1,0	1,0	1,0
Вкусо-ароматическая добавка (сироп)	70,0	70,0	70,0

Таблица 4

Физико-химические свойства и энергетическая ценность полученных продуктов

Показатель	Значение показателей			
	контрольный образец	кисломолочный напиток с массовой долей жира не менее		
		0,05 %	2,5 %	4,0 %
Массовая доля жира, %, не менее	0,05	0,05	2,5	4,0
Массовая доля белка, %, не менее	2,6	3,8	3,5	3,3
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	17,9	19,5	19,8	20,1
Массовая доля углеводов, %, не менее	11,5	11,5	11,5	11,5
Кислотность, °Т:				
в конце сквашивания	80–85	80–85	80–85	80–85
готового продукта	90–100	90–100	90–100	90–100
Фосфатаза		Отсутствует		
Количество молочнокислых микроорганизмов на конец срока годности продукта, КОЕ/г, не менее		10 ⁷		
Количество дрожжей на конец срока годности продукта, КОЕ/см ³ , не более		10 ⁴		
Энергетическая ценность, ккал/100 г, не менее	56,9	61,7	82,5	95,2
Срок хранения при 4±2 °С, суток, не менее	7	8	8	8



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронина П.К. Практические перспективы термопластической экструзии крахмалосодержащего зернового сырья в формировании качества продовольственных товаров // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3. – С. 5–12.

2. Горлов И.Ф. Новое в производстве пищевых продуктов повышенной биологической ценности // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 3. – С. 57–58.

3. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Данилов Ю.Д. Использование экструдата нута и пшеницы для производства функциональных продуктов // Мясная индустрия. – 2017. – № 6. – С. 40–43.

4. Горлов И.Ф. Нут – альтернативная культура многоцелевого назначения. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. – 106 с.

5. Макаркин Д.В., Федотова О.Б. Типологический подбор заквасочных культур для молочномультизлаковых композиций // Молочная промышленность. – 2016. – № 7. – С. 28–29.

6. Макаркин Д.В., Федотова О.Б., Соколова О.В. Молочно-мучные безглютеновые ферментированные продукты. Научно-технологические аспекты создания // Молочная промышленность. – 2018. – № 3. – С. 66–68.

7. Макаркин Д.В. Разработка технологии кисломолочного мультизлакового продукта: автореф. ...дис. канд. техн. наук. – М., 2018. – 25 с.

8. Пресс шнековый для вспучивания корма (коромэкструдер КЭ-55). Паспорт. Руководство к эксплуатации. – Белгород, 2012 // agrooborudovanie.tiu.ru.

9. Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р. О стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г. // basegarant.ru.

10. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В 3 т. Т. 1. Цельномолочные продукты. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 384 с.

11. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь [и др.]; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2008. – 455 с.

12. Чумаков В. Экструдированные корма: приготовления и использование // Наука и инновации. – 2016. – № 2 (156). – С. 40–42.

Горлов Иван Федорович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология пищевых производств», академик РАН, научный руководитель, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»; Волгоградский государственный технический университет. Россия.

Николаев Дмитрий Владимирович, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции». Россия. 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6.

Тел.: (8442) 39-10-48.

Забелина Маргарита Васильевна, д-р биол. наук, проф. кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410005, г. Саратов, ул. Соколовая, 335.

Тел.: (8452) 65-47-52.

Божкова Светлана Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет. Россия.

400005, г. Волгоград, просп. им. В.И. Ленина, 28.

Тел.: (8442) 23-00-76.

Смутнев Петр Владимирович, канд. вет. наук, доцент кафедры «Микробиология, биотехнология и химия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Тюрин Игорь Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Шардина Галина Евгеньевна, канд. техн. наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410005, г. Саратов, ул. Соколовая, 335.

Тел.: (8452) 65-47-52.

Ключевые слова: кисломолочные напитки; молоко; качественные показатели; физико-химические показатели; биодоступность; энергетическая ценность.

OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FERMENTED MILK DRINK BASED ON MILK OBTAINED FROM HOLSTEIN COWS

Gorlov Ivan Phedorovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Volga Research Institute of Meat and Dairy Production and Processing, Russia.

Nikolaev Dmitriy Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-milk Production, Russia.

Zabelina Margarita Vasilievna, Doctor of Biological Sciences, Professor of the chair "Technology of Production and Processing of Livestock Products", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Russia.

Bozhkova Svetlana Evgenievna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the chair "Technology of Food Production", Volgograd State Technical University, Russia.

Smutnev Petr Vladimirovich, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the chair "Microbiology, Biotechnology and Chemistry", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Russia.

Tyurin Igor Yurievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Support

of Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Russia.

Shardina Galina Evgenievna, Candidate of Technical Sciences, Professor of the chair "Technical Support of Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Russia.

Keywords: fermented milk drinks; milk; quality indicators; physical and chemical indicators; bioavailability; energy value.

The article presents research on the development of a new technology for the production of fermented milk drink based on milk (Holstein breed of cows) using a vegetable additive obtained by extrusion processing of sprouted chickpea grain. The production of fermented milk drinks with the use of such plant additives allows us to develop new multifunctional products due to the content of bioavailable nutrients, vitamins, etc. in the extruded sprouted chickpea grain. The developed production technology and fermented milk drink meet all existing requirements.

