

УДК 664:635.656

## Разработка ферментированного продукта с использованием дисперсии из гороха отечественной селекции

А. Л. Вебер\*, С. А. Леонова, Т. А. Никифорова, М. Жиарно,  
Е. В. Бадамшина, П. А. Лисин

\*Омский государственный аграрный университет, г. Омск, Россия;  
e-mail: [anna.web@mail.ru](mailto:anna.web@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

### Информация о статье Реферат

Поступила  
в редакцию  
03.09.2021

### Ключевые слова:

горох,  
селекционные сорта,  
растительная дисперсия,  
ферментированный  
продукт

В настоящее время в мире отмечается устойчивая тенденция, направленная на поиск новых сырьевых источников белка и способов их промышленной переработки в функциональные продукты питания. Современный продовольственный рынок представлен в числе прочих напитками безалкогольными из растительного сырья (растительным "молоком", ферментированными растительными напитками), комбинированными кисломолочными продуктами сложного сырьевого состава, которые становятся популярными среди потребителей и пользуются высоким спросом у населения. В исследовании показана возможность использования зерна гороха сортов селекции Башкирского НИИ сельского хозяйства УФИЦ РАН (БНИИСХ, Республика Башкортостан) в технологии получения ферментированного продукта. Исследованы потребительские качества, химический состав сортов гороха селекции БНИИСХ (Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина, Юлдаш) и их способность к прорастанию. Установлена возможность использования данных сортов гороха для получения растительной дисперсии, предназначенной для производства ферментированного продукта из растительного сырья.

### Для цитирования

Вебер А. Л. и др. Разработка ферментированного продукта с использованием дисперсии из гороха отечественной селекции. Вестник МГТУ. 2021. Т. 24, № 4. С. 383–395. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-383-395>.

## Development of fermented product using dispersion from domestic breeding peas

Anna L. Veber\*, Svetlana A. Leonova, Tamara A. Nikiforova,  
Malgorzat Zhiarno, Elena V. Badamshina, Petr A. Lisin

\*Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia;  
e-mail: [anna.web@mail.ru](mailto:anna.web@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

### Article info

Received  
03.09.2021

### Key words:

peas,  
selection varieties,  
vegetable dispersion,  
fermented product

### Abstract

Currently, there is a steady trend in the world aimed at finding new raw protein sources and their industrial processing into functional food products. The modern food market is represented among other things by non-alcoholic beverages from plant raw materials (vegetable "milk", fermented plant drinks), combined fermented milk products of complex raw materials, which are becoming popular among consumers and are in high demand among the population. The study shows the possibility of using pea grains of Bashkir Research Institute of Agriculture BashSC RAS (BRIA, Republic of Bashkortostan) varieties in the technology of obtaining fermented products. Consumer qualities, the chemical composition of pea varieties of the BRIA selection (Chishminsky 95, Chishminsky 229, Pamyati Khangildin, Yuldash) and their ability to germinate have been investigated. The possibility of their use for obtaining a plant dispersion intended for manufacturing fermented products from plant raw materials has been established.

### For citation

Veber, A. L. et al. 2021. Development of fermented product using dispersion from domestic breeding peas. *Vestnik of MSTU*, 24(4), pp. 383–395. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-383-395>.

## Введение

Расширение ассортимента потребительского рынка продуктов из растительного сырья неразрывно связано с использованием зернобобовых культур, наиболее распространенными из которых являются нут, чечевица, фасоль и горох. Их ценность заключается не только в высоком содержании белка, но и в его полноценности. Содержание основных незаменимых аминокислот в белке зернобобовых в 1,5–3,0 раза больше, чем в белке злаков.

Из зерна гороха путем его предварительного замачивания и проращивания в течение 24–26 ч с последующей обработкой комплексом ферментов, высушиванием или экструдированием в две стадии и измельчением с отделением оболочек от зерна получен гранулированный продукт (Гамько, 2003), используемый при приготовлении продуктов питания.

С использованием белков бобовых разработаны желеобразные растительные десерты, сыры (Гаврилова и др., 2003), творожные продукты (Мусина, 2008). Гороховый белок используется в составе питательной композиции для обеспечения питанием лиц пожилого возраста (Кроха и др., 1997).

Целью исследования явилась разработка технического решения производства ферментированного продукта (йогурта) на основе гороховой дисперсии из пророщенного зерна.

Были поставлены следующие задачи: провести сравнительный анализ новых селекционных сортов гороха; обосновать состав и качественные показатели гороховой дисперсии; разработать технологические параметры производства ферментированного продукта (йогурта) на основе гороховой дисперсии.

## Материалы и методы

При проведении исследований использовали следующие материалы:

- горох селекции Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (БашНИИСХ) УФИЦ РАН (Республика Башкортостан) сортов Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина, Юлдаш, выращенный в условиях селекционного центра БашНИИСХ в 2017–2019 гг.;
- растительные дисперсии, полученные из пророщенных зерен гороха БашНИИСХ;
- бактериальная лиофилизированная концентрированная закваска прямого внесения FD DVS ABY-3 (Chr. Hansen A/S, Дания). В табл. 1 приведена характеристика заквасочной культуры.

Таблица 1. Характеристика бактериальной лиофилизированной заквасочной культуры прямого внесения  
Table 1. Characterization of bacterial freeze-dried starter culture of direct application

Наименование заквасочной культуры	Состав	Клеточная концентрация, не менее КОЕ/г	Оптimum жизнедеятельности: температурные характеристики, °С	Свойства
Бактериальная лиофилизированная концентрированная закваска прямого внесения FD DVS ABY-3 (Chr. Hansen A/S, Дания) номер свидетельства № 77.99.26.9.У.4413.5.09 от 08.05.2009 на основании экспертного заключения ГУ НИИ питания РАМН № №72/э-2324/и-08 от 09.10.2008	Термофильная молочнокислая культура. Содержит документированные пробиотические штаммы BB-12® и LA-5®, <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5, <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> BB-12	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5, <i>Streptococcus thermophilus</i> и <i>Bifidobacterium lactis</i> BB-12, КОЕ/г, не менее $1 \times 10^{10}$	Оптимальная температура ферментации 37–43 °С. Время сквашивания – от 3 до 4 ч	Используется для получения продуктов с густой консистенцией, чистым ароматом, мягким вкусом и низким постокислением

Исследование химического состава, органолептических и физико-химических показателей осуществляли с использованием как общепринятых, современных инструментальных методов анализа, так и специальных методов исследования свойств сырья и готовой продукции.

Массу 1 000 зерен устанавливали по ГОСТ 10842-89, продовольственный тип находили по ГОСТ 28674-2019 "Горох. Технические условия"<sup>1</sup>.

Для оценки показателей, определяющих потребительские качества зерна бобовых культур, рассматривали органолептическую оценку согласно ГОСТ 31986-2012.

<sup>1</sup> См. Приложение.

Классификацию сортов по показателю разваримости устанавливали методом, разработанным в лаборатории технологической оценки сельскохозяйственных культур Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР).

Для классификации сортов по показателю разваримости предлагалась шкала:

- I группа – отличная (до 90 мин);
- II группа – хорошая (91–124 мин);
- III группа – удовлетворительная (125–161 мин);
- IV группа – неудовлетворительная (162–299 мин).

Зольность определяли по ГОСТ Р 51411-99, влажность – по ГОСТ 13586.5-2015, определение содержания белка производили методом Кьельдаля по ГОСТ 10846-91, жира – ГОСТ 29033-91, определение клетчатки – ГОСТ 31675-2012, углеводов – фотометрическим методом по ГОСТ 26176-2019.

Содержание минеральных веществ измеряли следующим образом: кальций – ГОСТ 26570-95, железо – ГОСТ 27998-88, цинк – ГОСТ 30178-96, калий, натрий, магний – ГОСТ Р 56374-2015.

Для оценки безопасности зерна бобовых культур устанавливали содержание микотоксинов: афлатоксин В1 (ГОСТ 30711-2001), Т-2 токсин (МУ 3184-84), дезоксиниваленол и зеараленон (МУ 5177-90). Содержание пестицидов в сырье измеряли хроматографией в тонком слое (МУ 1218-75), радионуклидов – на спектрометре ДГДК-80В (МУК 2.6.1.1194).

Долю проросших зерен гороха определяли в соответствии с инструкцией по теххимическому контролю пивоваренного производства Научно-производственного объединения напитков и минеральных вод<sup>2</sup>.

Растительную дисперсию производили согласно разработанной ранее технологии. На рис. 1 приведена схема последовательных технологических операций (Veber *et al.*, 2020).

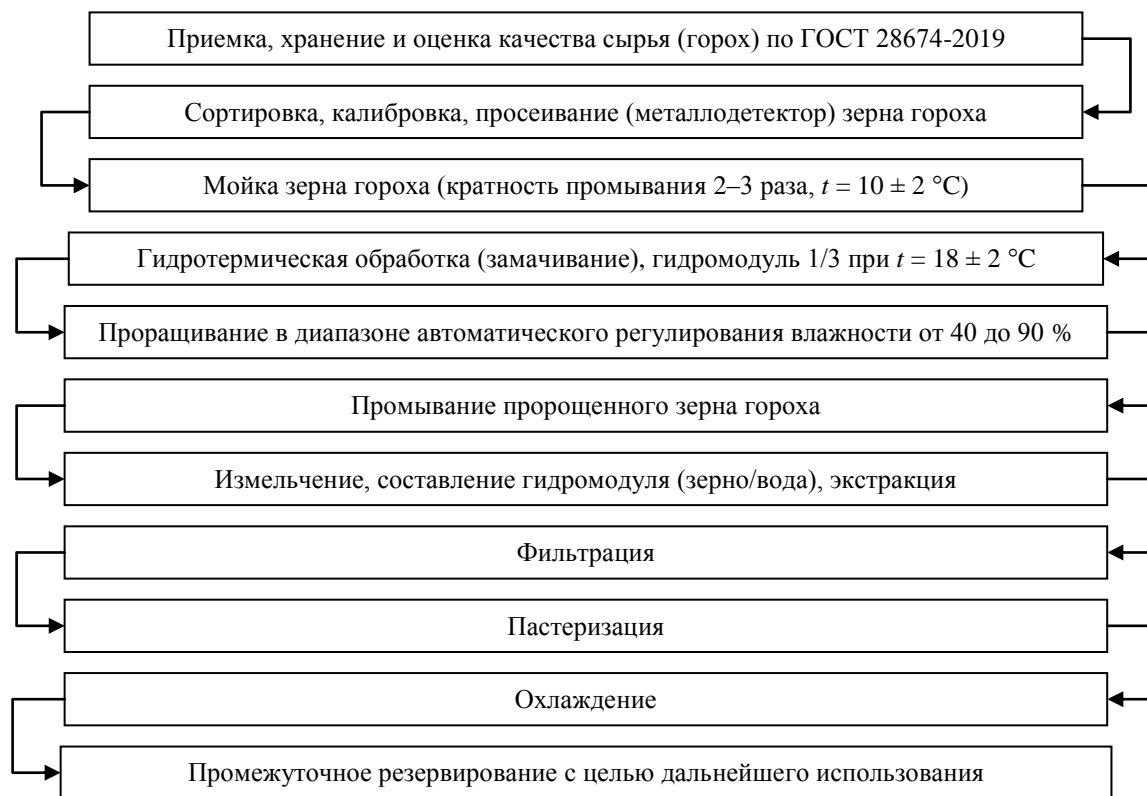


Рис. 1. Блок-схема технологических операций производства растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха

Fig. 1. Flowchart of technological operations for the production of plant dispersion from sprouted pea grains

Опытные образцы ферментированного продукта вырабатывали по традиционной технологии кисломолочных продуктов термостатным способом. Растительные дисперсии подогревали до температуры  $55 \pm 5$  °С, гомогенизировали при давлении 7–10 МПа, тепловую обработку осуществляли при  $t = 143 \pm 5$  °С,  $\tau = 4$  с, охлаждали до температуры заквашивания 37–43 °С и ферментировали предварительно восстановленной бактериальной лиофилизированной концентрированной закваской прямого внесения FD DVS ABY-3 (табл. 1). Процесс восстановления, количество вносимой закваски и температурный режим установлен в соответствии

<sup>2</sup> Нормы технологического проектирования предприятий пивоваренной промышленности. ВНТП 10-91. Главаргпромнаучпроект. М., 1991. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9938/index.htm>.

с инструкцией производителя. Процесс ферментации проводили при  $t = 37-43$  °С до достижения конечного значения уровня активной кислотности  $pH = 4,56-4,65$ . Полученные образцы охлаждали до температуры  $4 \pm 2$  °С. В качестве критериальных требований изучения процесса ферментации растительной дисперсии определены: время ферментации, активная кислотность, влагоудерживающая способность, органолептические показатели и количество жизнеспособных пробиотических микроорганизмов. Контролем являлся образец йогурта, полученный путем ферментации обезжиренного молока с массовой долей жира (м.д.ж.) 0,05 % бактериальной лиофилизированной концентрированной закваской прямого внесения FD-DVS ABY-3. В ходе процесса ферментации активную кислотность опытных образцов определяли с периодичностью в 1 час.

Микробиологические, физико-химические и органолептические показатели опытных образцов исследовали после ферментации. Эксперименты проводили в 5-кратной повторности.

Органолептическую оценку опытных образцов (внешний вид, консистенция, запах и аромат) проводили с использованием стандартной 5-балльной шкалы (5 – очень нравится, 4 – нравится, 3 – приемлема, 2 – не нравится, 1 – очень не нравится) согласно ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011, ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011, ГОСТ ISO 13299-2015. При этом учитывались замечания испытателей. Сенсорная оценка опытных образцов проводилась через сутки хранения образцов.

Активную кислотность контрольного и опытных образцов определяли электрометрическим методом на pH-метре Mettler Toledo SevenGo.

Массовую долю жира в образцах находили кислотным методом Гербера согласно ГОСТ Р ИСО 2446-2011, массовую долю белка – согласно ГОСТ 23327-98.

Содержание сухих веществ устанавливали в соответствии с ГОСТ Р 54668-2011. Отбор проб для микробиологических анализов проводили перед отбором проб для физико-химических и органолептических анализов.

Дрожжи и плесени определяли путем посева продукта на среду Сабуро, идентификацию представителей этих групп осуществляли по культуральным и морфологическим признакам согласно ГОСТ 10444.12-2013. Общее количество микроорганизмов определяли методом предельных разведений в соответствии с ГОСТ 32901-2014. Патогенные микроорганизмы, в том числе Salmonella, определяли согласно ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Общее количество жизнеспособных бактерий йогурта вычисляли согласно ГОСТ ISO 27205-2013. Определение количества Bifidobacterium sp. осуществлялось в соответствии с ГОСТ ISO 29981-2013.

## Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования было проведено сравнительное изучение состава и свойств зерна гороха изучаемых сортов (табл. 2).

Таблица 2. Потребительские качества исследуемых сортов  
Table 2. Consumer qualities of the studied varieties

Наименование показателей	Сорт			
	Чишминский 95	Чишминский 229	Памяти Хангильдина	Юлдаш
Масса 1 000 зерен, г	253,83	268,63	348,96	241,88
Окраска зерен до тепловой обработки	Желтая (с просвечивающими через семенную кожуру семядолями)	Светло-желтая (с просвечивающими через семенную кожуру семядолями)	Желтая (с просвечивающими через семенную кожуру семядолями)	Желтая разных оттенков (с просвечивающими через семенную кожуру семядолями)
Разваримость, мин	90	90	75	135
Вкус	Сладкий			Сладкий, мучнистый
Запах	Слабовыраженный запах гороха		Нейтральный	Слабовыраженный запах гороха
Цвет зерна после тепловой обработки	Желтый			
Консистенция	Мягкая, легко разжевывается, к моменту готовности сохраняется целостность оболочек			Крахмалистая, к моменту готовности целостность оболочек не сохраняется

Все селекционные сорта гороха согласно требованиям ГОСТ 28674-2019 "Горох. Технические условия" относятся к продовольственному типу, первому подтипу. С учетом целостности семядолей исследованные образцы гороха можно отнести к 1 классу.

Анализ полученных данных показал, что образцы гороха имеют разную разваримость. Образцы сортов Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина отнесены к первой группе разваримости (отличная). Наибольшее время разваримости у образца Юлдаш. Это можно объяснить сортовыми особенностями. Все сорта гороха имеют желтый цвет разной степени интенсивности и оттенков (с просвечивающими через семенную кожуру семядолями), сохранявшийся в процессе гидротермической обработки.

Химический состав исследуемых образцов зерен гороха (табл. 3) позволил установить различия в фитохимическом потенциале.

Таблица 3. Химический состав исследованных образцов зерен гороха, урожай 2019 г.  
Table 3. Chemical composition of the studied samples of pea grains, 2019 harvest

Образец	Массовая доля									
	Цинк, мг/кг	Кальций, %	Калий, %	Натрий, %	Магний, %	Белок, %	Жир, %	Крахмал, %	Зола, %	Пищевые волокна, %
Чишминский 95	21,16	0,02	0,75	0,038	0,061	23,0	1,1	38,05	3,6	6,8
Чишминский 229	21,13	0,02	0,95	0,045	0,085	22,6	1,0	36,7	3,6	6,1
Памяти Хангильдина	21,0	0,17	1,46	0,088	0,101	24,28	1,0	38,97	3,01	7,0
Юлдаш	20,90	0,02	0,74	0,037	0,059	19,8	1,0	42,0	2,8	6,3

Сорт Памяти Хангильдина наиболее богат калием, натрием и магнием по сравнению с другими сортами. Содержание цинка и кальция у всех образцов находится приблизительно на одном уровне. Содержание пищевых волокон выше других у сортов Чишминский 95 и Памяти Хангильдина; эти же сорта содержат больше белка в сравнении с остальными, что делает их более ценными для использования в составе функциональных продуктов, в том числе комбинированных (Вебер и др., 2019).

С целью применения зерна гороха в качестве сырья для производства растительной дисперсии из пророщенного зерна провели оценку показателей безопасности, которые нормируются техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 015/2011 "О безопасности зерна". В изученных образцах отмечается отсутствие вредных примесей, зараженности вредителями и микотоксинами. Содержание токсичных элементов, радионуклидов и пестицидов не превышало допустимый уровень безопасности.

Все исследуемые сорта гороха имеют жизнеспособность зерна более 75 % и могут быть использованы для дальнейшего проращивания (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика способности к проращиванию исследуемых сортов бобовых культур  
Table 4. Characteristics of the germination ability of the studied legume varieties

Сорт гороха	Энергия прорастания, %	Способность к прорастаню, %
Чишминский 95	90	94,6
Чишминский 229	90	94,8
Памяти Хангильдина	92	96
Юлдаш	89	92

Для получения растительной дисперсии зерно гороха всех исследуемых сортов, подвергнутое замачиванию, проращивали в установке с автоматическим регулированием влажности от 40 до 90 % (Устройство..., 2015).

Для характеристики процесса проращивания (табл. 5) определяли долю проросших зерен ( $D$ ), среднее время прорастания ( $T_{\text{ср. с\у\т}}$ ) и индекс прорастания ( $I_{\text{пр}}$ ) при условии, что наличие ростка 2–3 мм у более чем 90 % зерен являлось основным контролируемым показателем. Достижение ростком данной длины считали критерием готовности зерна к дальнейшему использованию в технологическом процессе.

Таблица 5. Результаты проращивания исследуемых сортов гороха  
Table 5. The results of germination of the studied pea varieties

Сорт гороха	Доля проросших зерен $D$ , %	Среднее время прорастания, $T_{\text{ср. с\у\т}}$	Индекс прорастания, $I_{\text{пр}}$
Чишминский 95	98	1,09	9,0
Чишминский 229	98	1,11	9,0
Памяти Хангильдина	98,25	1,08	9,20
Юлдаш	97,2	1,41	6,9

Существенных различий в значениях доли проросших зерен, среднего времени прорастания и индекса прорастания у сортов гороха Чишминский 95, Чишминский 229 не обнаружено. У всех селекционных сортов гороха значение доли проросших зерен составляет от 98 до 98,25 %, индекс прорастания – 9,0–9,2. Самый высокий индекс прорастания, минимальное среднее время прорастания и максимальное количество пророщенных зерен отмечено у сорта гороха Памяти Хангильдина, что позволяет судить о высокой жизнеспособности зерна. У сорта гороха Юлдаш отмечено наибольшее количество непроросших зерен, несмотря на незначительные отличия по другим показателям. Данный сорт гороха не рекомендуется использовать для получения растительной дисперсии, поскольку непроросшие зерна гороха могут являться дополнительным микробиологическим риском на производстве.

На основе проведенных исследований установлено оптимальное время проращивания зерна гороха исследуемых сортов в установке с автоматическим регулированием влажности в диапазоне от 40 до 90 %, при  $t = 21-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\tau = 24-26\text{ ч}$ .

После прорастания из зерна каждого сорта готовили растительную дисперсию согласно блок-схеме (рис. 1).

Результаты анализа физико-химических показателей гороховой дисперсии (табл. 6) показали, что наиболее высоким содержанием белка обладает растительная дисперсия из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина. Разработанные растительные дисперсии предлагается использовать в технологии ферментированного продукта (йогурт). Перспективность использования гороха в составе как моно-, так и поликомпонентных рецептур позволяет добиться высоких органолептических показателей и получить максимально сбалансированный продукт с низким гликемическим индексом, о чем свидетельствуют данные научных исследований А. Vonke и S. Jeske (Bonke et al., 2020; Jeske et al., 2017).

Таблица 6. Физико-химические показатели и энергетическая ценность растительной дисперсии  
Table 6. Physicochemical indicators and energy value of plant dispersion

Сорт гороха	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля углеводов, %	pH, ед. активности	Энергетическая ценность, Ккал/Кдж
Чишминский 95	$0,5 \pm 0,05$	$3,0 \pm 0,5$	$4,7 \pm 0,5$	6,5	$32,0 \pm 0,5/133,45 \pm 1,0$
Чишминский 229	$0,5 \pm 0,05$	$3,2 \pm 0,5$	$4,6 \pm 0,5$	6,5	$30,20 \pm 0,5/126,29 \pm 1,0$
Памяти Хангильдина	$0,5 \pm 0,05$	$3,5 \pm 0,5$	$4,7 \pm 0,5$	6,5	$33,0 \pm 0,5/137,69 \pm 1,0$

Все опытные образцы соответствовали требованиям технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" и ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции".

На втором этапе экспериментальных исследований изучен процесс ферментации растительных дисперсий бактериальной лиофилизированной концентрированной закваской прямого внесения FD DVS ABY-3. В качестве контрольного образца выбран йогурт, полученный путем ферментации обезжиренного молока с м.д.ж. 0,05 %; опытный образец № 1 – ферментированный продукт с использованием растительной дисперсии из пророщенного гороха сорта Чишминский 95; опытный образец № 2 – ферментированный продукт с использованием растительной дисперсии из пророщенного гороха сорта Чишминский 229; опытный образец № 3 – ферментированный продукт с использованием растительной дисперсии из пророщенного гороха сорта Памяти Хангильдина.

В процессе ферментации гороховых дисперсий исследовали динамику кислотообразования сгустков по активной кислотности (рис. 2, табл. 7).

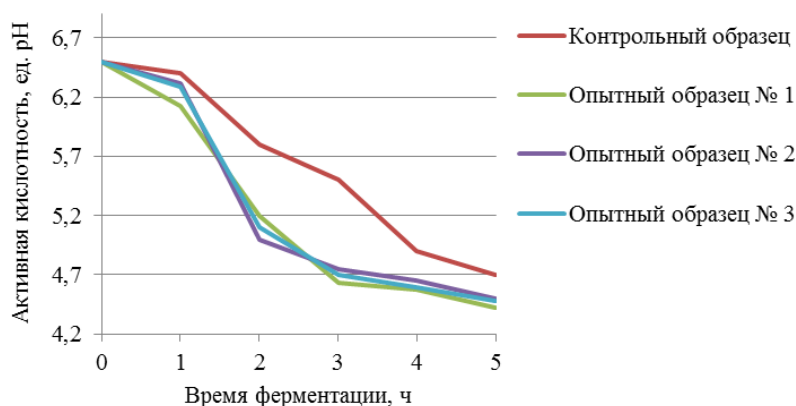


Рис. 2. Ферментация растительных дисперсий заквасочной культурой FD-DVS ABY-3 Probio-Tec  
Fig. 2. Fermentation of plant dispersions with the starter culture FD-DVS ABY-3 Probio-Tec

Таблица 7. Уравнения регрессии и величина достоверности аппроксимации  
 Table 7. Regression equations and approximation confidence value

Образец	Уравнение регрессии	Статистическая достоверность
Контрольный образец	$y = -0,3943x + 7,0133$	$R^2 = 0,974$
Опытный образец № 1	$y = -0,4463x + 6,802$	$R^2 = 0,9037$
Опытный образец № 2	$y = -0,436x + 6,8124$	$R^2 = 0,8453$
Опытный образец № 3	$y = -0,4457x + 6,8367$	$R^2 = 0,8706$

Результаты исследований показали, что процесс ферментации растительных дисперсий из пророщенного зерна гороха протекает в течение 4 часов и сопровождается изменением уровня активной кислотности от pH 6,5 до 4,56–4,65. Вместе с тем контрольный образец достигает это значение в течение 5 часов. Изменения значения pH в процессе ферментации растительной дисперсии исследуемых сортов свидетельствуют о том, что образцы содержат достаточное количество питательных веществ, в том числе углеводов, необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов. Возможность и целесообразность ведения процесса ферментации растительных основ подтверждается научными разработками в области создания ферментированных растительных продуктов (йогуртов) из таких культур, как просо (*Ziarno et al., 2020*), киноа (*Urquiza et al., 2017*) и фасоли (*Ziarno et al., 2019*).

Активность пробиотической закваски FD-DVS ABY-3 в опытных образцах № 1, 2, 3 выше в 1,12, 1,11, 1,13 раз соответственно, чем в контрольном образце. Полученная регрессионная линейная зависимость позволяет определить скорость кислотонакопления с высоким уровнем прогнозирования. Скорость кислотонакопления при ферментации опытного образца № 1 – 0,446 ед. pH/ч; опытного образца № 2 – 0,436 ед. pH/ч; опытного образца № 3 – 0,445 ед. pH/ч. Незначительные изменения в кислотности ферментированных продуктов на основе растительных дисперсий из пророщенного зерна гороха сортов Чишминский 95, Чишминский 229, Памяти Хангильдина объяснимы химическим составом растительных дисперсий.

Следует отметить, что сгустки всех образцов были плотные, ровные, без отделения сыворотки, несмотря на низкую влагоудерживающую способность (рис. 3) по сравнению с контрольным образцом.

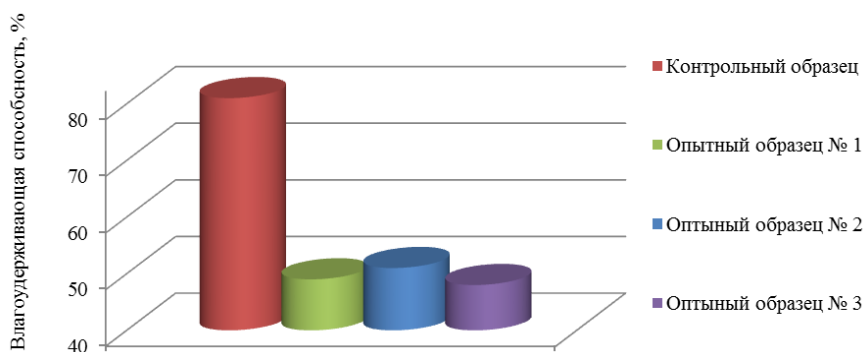


Рис. 3. Влагоудерживающая способность ферментированных продуктов  
 Fig. 3. Water retention capacity of fermented products

Важнейшей характеристикой ферментированных продуктов является состав микрофлоры. Роль определяющего "функционального" компонента в таких продуктах играют пробиотические микроорганизмы – преимущественно бифидобактерии (*Bifidobacterium longum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. animalis*), лактобактерии (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. gasseri*) и молочнокислые бактерии.

Перечисленные культуры должны присутствовать в количестве, соответствующем терапевтической дозе: для термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки – не менее чем  $10^7$  КОЕ/г, для бифидобактерий, ацидофильной палочки и других пробиотических микроорганизмов – не менее чем  $10^6$  КОЕ/г продукта. Количество жизнеспособных клеток должно сохраняться на протяжении всего гарантированного срока годности продукта. В полученных сгустках опытных образцов делали микробиологические посева.

Анализ данных, приведенных на рис. 4, показывает, что растительные дисперсии из пророщенного зерна гороха всех сортов положительно влияют на процесс жизнедеятельности пробиотических культур. Все они демонстрировали активность выше 6 логарифмических КОЕ/мл и имели практически одинаковую максимальную плотность популяций. Титр молочнокислой микрофлоры во всех образцах превышал минимально

требуемый для кисломолочных продуктов и составил не менее чем  $10^6$  КОЕ/г продукта. Существенной разницы между количеством жизнеспособных клеток пробиотических микроорганизмов между контрольными и опытными образцами не выявлено. Количество живых клеток *Streptococcus thermophilus* в опытном и контрольных образцах на конец ферментации было больше, чем *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* La-5 и *Bifidobacterium lactis* BB-12.

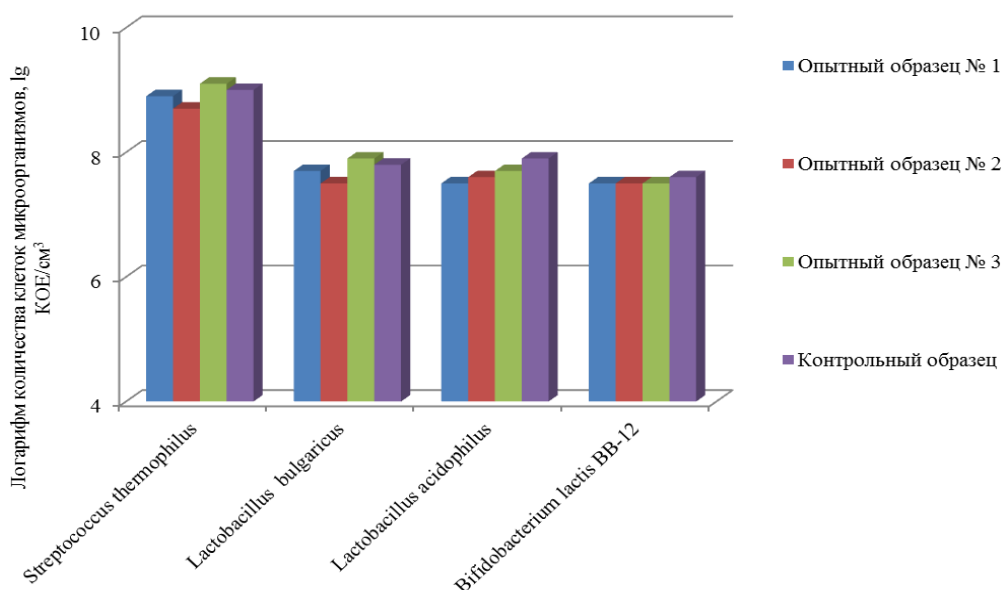


Рис. 4. Микробиологический анализ ферментируемых модельных сред

Fig. 4. Microbiological analysis of fermentable model media

Комплексный анализ полученных данных позволяет сделать вывод о равнозначной активности рассматриваемой пробиотической закваски в разработанных растительных дисперсиях из пророщенного зерна гороха. Растительные дисперсии из пророщенного зерна гороха исследуемых сортов являются благоприятной средой для развития пробиотической микрофлоры, так как содержат ряд веществ, необходимых для их роста.

Физико-химические показатели полученных ферментированных продуктов (табл. 8) подтверждаются их дегустационной оценкой и органолептическими показателями (табл. 9, рис. 5, 6).

Таблица 8. Физико-химические показатели ферментированных продуктов

Table 8. Physicochemical indicators of fermented products

Образец	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Содержание сухих веществ, %
Контрольный образец	0,05	3,0	8,2
Опытный образец № 1	0,5	3,0 ± 0,5	8,2
Опытный образец № 2	0,5	3,2 ± 0,5	8,25
Опытный образец № 3	0,5	3,5 ± 0,5	8,3

Таблица 9. Органолептические показатели ферментированных продуктов

Table 9. Organoleptic indicators of fermented foods

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец № 1	Опытный образец № 2	Опытный образец № 3
	Характеристика			
Внешний вид и консистенция	Отсутствие сыворотки на поверхности сгустка. Сгусток не отслаивается от стенок упаковки. Плотная текстура и форма сгустка. Без ощутимых твердых частиц	Однородная, мягкая, тягучая структура. Без ощутимых твердых частиц		
Вкус и запах	Чистый, приятный, кисломолочный, соответствующий правильному уровню кислотности	Вкус кисломолочный, сладковатый, слабо выраженный овощной запах и аромат, травянистый привкус		
Цвет	Приятный, равномерный белый по всей массе	Приятный, равномерный бледно-желтый по всей массе		



Анализируя полученные данные, можно резюмировать, что опытные образцы ферментированных продуктов приближены по физико-химическим и органолептическим показателям к контрольному образцу. Неожиданно для коллектива авторов оказалось мнение дегустаторов в приемлемости опытных образцов по таким показателям, как консистенция, внешний вид и цвет. Наиболее оцененной характеристикой была консистенция, внешний вид и цвет.



Рис. 5. Фотодокументация внешнего вида опытных образцов  
Fig. 5. Photo documentation of the appearance of prototypes

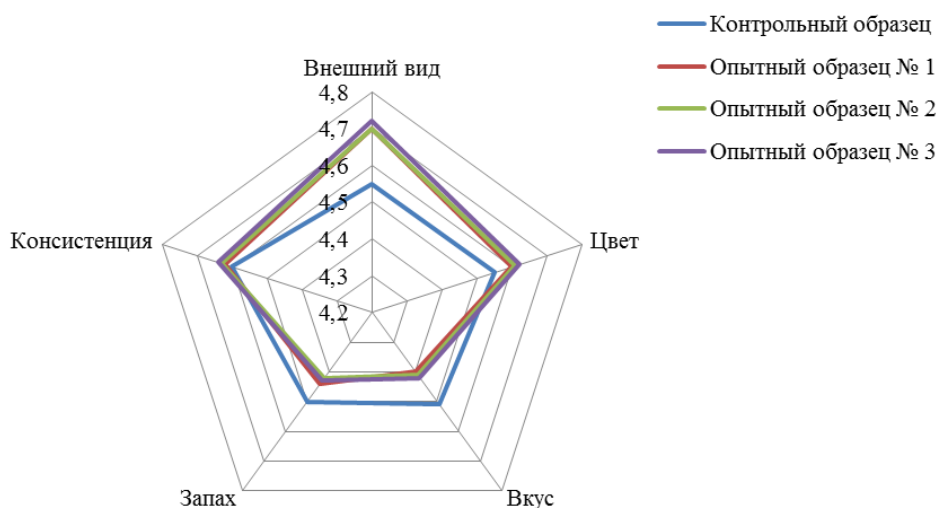


Рис. 6. Дегустационный анализ ферментированных продуктов  
Fig. 6. Tasting analysis of the fermented products

Вместе с тем ферментируемые продукты в ходе проведения серий дегустаций не получили удовлетворительного отзыва по таким органолептическим показателям, как вкус и запах из-за наличия специфического привкуса, обусловленного природой используемого сырья. Для нивелирования вкуса и запаха предлагается изучить возможность комбинирования растительной дисперсии с молочным сырьем, а также осуществить подбор вкусо-ароматических ингредиентов, использование которых позволит достичь желаемые потребительские характеристики.

### Заключение

Сравнительное изучение сортов гороха селекции Башкирского НИИ сельского хозяйства (БНИИСХ), а также растительных дисперсий, полученных из пророщенного зерна этих сортов, позволило установить, что все сорта гороха, за исключением сорта Юлдаш, могут быть использованы в технологии растительной дисперсии (базовой основы) для производства ферментированных продуктов (йогурта).

Установлено, что дисперсия из пророщенного зерна гороха является благоприятной средой для развития пробиотических микроорганизмов, входящих в состав бактериальной лиофилизированной концентрированной закваски прямого внесения FD DVS ABY-3.

При избытке продуктов питания и отсутствии продовольственного голода все же наблюдается недостаточное производство специализированных, функциональных продуктов, в том числе для людей, страдающих лактозной недостаточностью, продуктов для вегетарианского питания и т. д. Разработанные

ферментированные продукты при тщательном подходе к выбору вкусо-ароматических ингредиентов могут расширить ассортимент безлактозных продуктов питания.

#### **Благодарности**

Выражаем благодарность доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заместителю директора по научной работе Башкирского НИИ сельского хозяйства Ф. А. Давлетову за предоставленные селекционные сорта гороха.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Библиографический список**

- Вебер А. Л., Леонова С. А., Давлетов Ф. А. Фитохимический потенциал и ингибиторная активность новых сортов зернобобовых культур // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 2. С. 281–289. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-281-288>.
- Гаврилова Н. Б., Пасько О. В. Современная технология комбинированных продуктов на молочной основе для специального питания: аналит. обзор. Омск : Изд-во ОмГАУ, 2003. 110 с.
- Гатько Н. Н. Использование белковых обогатителей в приготовлении дрожжевого теста // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2003. № 2–3(273–274). С. 46–47.
- Кроха Н. Г., Дианова И. Т., Браудо Е. Е. Продукты специального питания на основе семян зернобобовых культур // Пищевая промышленность. 1997. № 6. С. 13.
- Мусина О. Н. Новый творожный продукт с зернобобовым компонентом // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 6. С. 87–89.
- Устройство для выращивания растений: пат. на полезную модель 160896 Рос. Федерация / Алгазин Д. Н., Воробьев Д. А., Забудский А. И., Забудская Е. А. № 2015150588/13 ; заявл. 25.11.2015 ; опубл. 10.04.16, Бюл. № 10.
- Bonke A., Sieuwerts S., Petersen I. L. Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea // Foods. 2020. Vol. 9, Iss. 4. Article number: 429. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9040429>.
- Jeske S., Zannini E., Arendt E. K. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes // Plant Foods for Human Nutrition. 2017. Vol. 72, Iss. 1. P. 26–33. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0583-0>.
- Urquiza F. E. L., Torres S. M. G., Tolonen T., Jaakkola M. [et al.]. Development of a fermented quinoa-based beverage // Food Science & Nutrition. 2017. Vol. 5, Iss. 3. P. 602–608. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>.
- Veber A. L., Leonova S. A., Simakova I. V., Esmurzaeva Zh. B. The development of a beverage with a dispersion structure from pea grains of domestic selection // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 624. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, 4–5 July 2020, Omsk City, Western Siberia, Russian Federation. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012127>.
- Ziarno M., Bry's J., Parzyszek M., Veber A. Effect of lactic acid bacteria on the lipid profile of bean-based plant substitute of fermented milk // Microorganisms. 2020. Vol. 8, Iss. 9. Article number: 1348. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091348>.
- Ziarno M., Zareba D., Henn E., Margas E. [et al.]. Properties of non-dairy gluten-free millet-based fermented beverages developed with yoghurt cultures // Journal of Food and Nutrition Research. 2019. Vol. 58, N. 1. P. 21–30.

#### **References**

- Veber, A. L., Leonova, S. A., Davletov, F. A. 2019. Phytochemical potential and inhibitory activity of new varieties of leguminous crops. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(2), pp. 281–289. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-281-288>. (In Russ.)
- Gavrilova, N. B., Pasko, O. V. 2003. Modern technology of combined milk-based products for special nutrition: Analytical review. Omsk. (In Russ.)
- Gatko, N. N. 2015. The use of protein fortifiers in the preparation of yeast dough. *Food Technology*, 2–3(273–274), pp. 46–47. (In Russ.)
- Krokha, N. G., Dianova, I. T., Braudo, E. E. 1997. Special food products based on seeds of leguminous crops. *Food industry*, 6, pp. 13. (In Russ.)
- Musina, O. N. 2016. A new curd product with a legume component. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 6, pp. 87–89. (In Russ.)
- Zabudsky, A. I., Algazin, D. N., Vorobev, D. A. et al. Omsk SAU. 2015. Device for growing plants, Russian Federation, Pat. 160896. (In Russ.)

- Bonke, A., Siewerts, S., Petersen, I. L. 2020. Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea. *Foods*, 9(4). Article number 429. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9040429>.
- Jeske, S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2017. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), pp. 26–33. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0583-0>.
- Urquiza, F. E. L., Torres, S. M. G., Tolonen, T., Jaakkola, M. et al. 2017. Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food Science & Nutrition*, 5(3), pp. 602–608. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>.
- Veber, A. L., Leonova, S. A., Simakova, I. V., Esmurzaeva, Zh. B. 2020. The development of a beverage with a dispersion structure from pea grains of domestic selection. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. Vol. 624. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness 4–5 July 2020, Omsk City, Western Siberia, Russian Federation. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012127>.
- Ziarno, M., Bry's, J., Parzyszek, M., Veber, A. 2020. Effect of lactic acid bacteria on the lipid profile of bean-based plant substitute of fermented milk. *Microorganisms*, 8(9). Article number 1348. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091348>.
- Ziarno, M., Zaręba, D., Henn, E., Margas, E. et al. 2019. Properties of non-dairy gluten-free millet-based fermented beverages developed with yoghurt cultures. *Journal of Food and Nutrition Research*, 58(1), pp. 21–30.

### Сведения об авторах

**Вебер Анна Леонидовна** – Институтская пл., 1, г. Омск, Россия, 644008;

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, канд. техн. наук, доцент;  
e-mail: [anna.web@mail.ru](mailto:anna.web@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

**Anna L. Veber** – 1 Institutskaya Sq., Omsk, Russia, 644008;

Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;  
e-mail: [anna.web@mail.ru](mailto:anna.web@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

**Леонова Светлана Александровна** – ул. 50-летия Октября 34, г. Уфа, Россия, 450054;

Башкирский государственный аграрный университет, д-р техн. наук, профессор; e-mail: [s.leonova@inbox.ru](mailto:s.leonova@inbox.ru)

**Svetlana A. Leonova** – 34, 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, Russia, 450054;

Bashkir State Agrarian University, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: [s.leonova@inbox.ru](mailto:s.leonova@inbox.ru)

**Никифорова Тамара Алексеевна** – пр. Победы, 13, г. Оренбург, Россия, 460018;

Оренбургский государственный университет, д-р техн. наук, профессор; e-mail: [tamara\\_nikiforova@bk.ru](mailto:tamara_nikiforova@bk.ru)

**Tamara A. Nikiforova** – 13 Pobedy Ave., Orenburg, Russia, 460018;

Orenburg State University, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: [tamara\\_nikiforova@bk.ru](mailto:tamara_nikiforova@bk.ru)

**Малгожат Жиарно** – ул. Новоурсиновская 166, г. Варшава, Польша 02-787; Институт пищевых наук,

Варшавский университет наук о жизни, д-р техн. наук, профессор; e-mail: [malgorzata.ziarno@gmail.com](mailto:malgorzata.ziarno@gmail.com)

**Malgorzat Giarno** – 166 Novoursinowskaya Str., Warsaw, Poland 02-787; Institute of Food Sciences, Warsaw

University of Life Sciences, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: [malgorzata.ziarno@gmail.com](mailto:malgorzata.ziarno@gmail.com)

**Бадамшина Елена Викторовна** – ул. Р. Зорге, 19, г. Уфа, Россия, 450059; Башкирский научно-

исследовательский институт сельского хозяйства УФИЦ РАН, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник;  
e-mail: [evbadamshina@bk.ru](mailto:evbadamshina@bk.ru)

**Elena V. Badamshina** – 19 R. Zorge Str., Ufa, Russia, 450059; Bashkir Research Institute

of Agriculture BashSC RAS, Cand. Sci. (Engineering), Researcher; e-mail: [evbadamshina@bk.ru](mailto:evbadamshina@bk.ru)

**Лисин Петр Александрович** – Институтская пл., 1, г. Омск, Россия, 644008; Омский государственный

аграрный университет имени П. А. Столыпина, д-р техн. наук, профессор; e-mail: [pa.lisin@omgau.org](mailto:pa.lisin@omgau.org)

**Petr A. Lisin** – 1 Institutskaya Sq., Omsk, Russia, 644008; Omsk State Agrarian University named after

P. A. Stolypin, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: [pa.lisin@omgau.org](mailto:pa.lisin@omgau.org)

Список ГОСТов и нормативных документов, используемых в статье

ГОСТ 10444.12-2013	Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М., 2014. 9 с.
ГОСТ 10842-89	Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1 000 зерен или 1 000 семян. М., 2009. 3 с.
ГОСТ 23327-98	Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка. М., 2009. 9 с.
ГОСТ 26176-2019	Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М., 2019. 11 с.
ГОСТ 13586.5-2015	Зерно. Метод определения влажности. М., 2019. 11 с.
ГОСТ 26570-95	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. М., 2003. 14 с.
ГОСТ 27998-88	Корма растительные. Методы определения железа. М., 2002. 10 с.
ГОСТ 28674-2019	Горох. Технические условия. М., 2019. 8 с.
ГОСТ 29033-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М., 1992. 4 с.
ГОСТ 30178-96	Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М., 1997. 8 с.
ГОСТ 30711-2001	Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1. М., 2001. 13 с.
ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)	Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. М., 2014. 19 с.
ГОСТ 31675-2012	Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М., 2020. 9 с.
ГОСТ 32901-2014	Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. М., 2015. 24 с.
ГОСТ 31986-2012	Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. М., 2014. 12 с.
ГОСТ ISO 13299-2015	Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля. М., 2016. 23 с.
ГОСТ ISO 27205-2013	Продукты кисломолочные. Бактериальные заквасочные культуры. Стандарт идентичности. М., 2019. 10 с.
ГОСТ ISO 29981-2013	Продукты молочные. Подсчет презумптивных бифидобактерий. Метод определения количества колоний при температуре 37 °С. М., 2014. 15 с.
ГОСТ Р 51411-99	Зерно и продукты его переработки. Определение зольности (общей золы). М., 2007. 5 с.
ГОСТ Р 54668-2011	Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества. М., 2019. 9 с.
ГОСТ Р 56374-2015	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли катионов аммония, калия, натрия, магния и кальция методом капиллярного электрофореза. М., 2020. 14 с.
ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011	Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. М., 2012. 15 с.
ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011	Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 3. Руководство по оценке соответствия техническим условиям на продукцию для определения органолептических свойств путем подсчета баллов. М., 2012. 6 с.
ГОСТ Р ИСО 2446-2011	Молоко. Метод определения содержания жира. М., 2012. 11 с.
ГОСТ 10846-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М., 2009. 6 с.
МУ 1218-75	Методические указания по определению ртутьорганических пестицидов в овощах, продуктах животноводства, кормах и патматериале хроматографическими методами (утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 23 января 1975 г. № 1218-75)
МУ 3184-84	Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания т-2 токсина в пищевых продуктах и продовольственном сырье (утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 29 декабря 1984 г. № 3184-84)

МУ 5177-90	Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах (утв. Начальником Главного санитарно-профилактического управления Минздрава СССР 27 июня 1990 г. № 5177-90)
МУК 2.6.1.1194	Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка. Методические указания
ТР ТС 015/2011	Технический регламент Таможенного союза "О безопасности зерна" (ТР ТС 015/2011) с приложениями. Принят 09.12.2011 № 874
ТР ТС 021/2011	Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011) с приложениями. Принят 09.12.2011 № 880
ТР ТС 033/2013	Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" (ТР ТС 033/2013). Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии 09.10.2013 № 67.372