

УДК 637.146.3:613.28:613.292  
МРНТИ 65.63.33

DOI: <https://doi.org/10.37788/2023-2/165-175>

**Н.Б. Гаврилова<sup>1</sup>, Н.Л. Чернопольская<sup>1\*</sup>, Н.Ф. Иванова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Россия

<sup>2</sup>АО «Любинский молочноконсервный комбинат», Россия

\*( e-mail: [nl.chernopolskaya@omgau.org](mailto:nl.chernopolskaya@omgau.org))

### **Экспериментальное определение эффективной ферментированной молочно-белковой пищевой системы в качестве основы фортифицированного (обогащённого) творожного продукта**

#### **Аннотация**

*Основная проблема:* статья содержит результаты научно-исследовательской работы, проблеме разработки, производства и доведения до потребителя ферментированных молочных продуктов здорового питания, фортифицированных (обогащенных) молочным белком, витамино-минеральным комплексом, пробиотиками и пребиотиками.

*Цель:* на основе математического моделирования экспериментальных данных определить эффективную ферментированную пищевую систему для использования в качестве основы фортифицированного (обогащенного) творожного продукта для здорового специализированного питания. Разработать рецептуру и технологию его производства. Изучить пищевую, биологическую и энергетическую ценность нового продукта.

*Методы:* в экспериментальных исследованиях использовались современные технологии и оборудование: ультрафильтрация, фортификация и др. Исследования выполнялись стандартными физико-химическими, микробиологическими методами в трех-пятикратной повторности. Математико-статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы «Statistica-6.0».

*Результаты и их значимость:* разработана рецептура и технология производства творожного продукта для здорового специализированного питания. Изучена его пищевая, биологическая и энергетическая ценность. Разработанные рецептура и биотехнологические параметры производства творожного продукта прошли апробацию в промышленных условиях ведущего предприятия АО «Любинский МКК». Качество и безопасность творожного продукта изучены в лаборатории техно-химического контроля ФГАНУ «ВНИМИ» (г. Москва).

*Ключевые слова:* пищевые молочно-белковые системы, ферментация, фортификация, ультрафильтрация.

#### **Введение**

В современном мире существует глобальная проблема дефицита пищевого белка. Его недостаток в рационе может привести к заболеваниям алиментарной этиологии и ухудшить качество жизни. На одного человека необходимо в среднем 70 г белка в сутки, но употребляется в пищу только 60 г. Кроме того, около половины населения планеты страдает от дефицита белка, общий недостаток которого в мире составляет 10-25 млн. т, для России это значение составляет более 1 млн. т [6]. Эта ситуация может стать хуже, т.к. население планеты интенсивно растёт, а вместе с этим увеличивается потребность в белке [1].

Ферментированные продукты отличаются увеличенным сроком хранения и улучшенными органолептическими свойствами. В результате ферментации микроорганизмами продукты приобретают особую микробиоту, вкусовые и питательные свойства. Это особенно относится к таким молочно-белковым продуктам, как творог и сыр.

В творожных продуктах в большом количестве содержится казеин – основной белок молока, включающий весь набор незаменимых аминокислот. Казеин медленно усваивается организмом человека, что способствует увеличению времени насыщения организма необходимыми веществами для восстановления. Но биологическая ценность казеина ограничивается низким содержанием цистина и аргинина [2].

В сывороточных белках содержание дефицитных аминокислот более сбалансированно, чем в казеине. Сывороточные белки богаты аминокислотами с разветвленной цепью, так называемые ВСАА (Branched-chain Amino Acids) аминокислотами. Поэтому концентраты

сывороточных белков являются незаменимым компонентом специализированного здорового питания [3].

Функциональные пищевые продукты, в состав которых включены вещества с лечебными или профилактическими свойствами, предназначенными для безопасного употребления этой пищевой продукции различными возрастными категориями людей [4].

Пищевая продукция специализированного питания предназначена для удовлетворения физиологических потребностей организма человека в необходимых пищевых веществах и энергии [5]. Все вышеизложенное позволяет считать выбранное направление научно-практических исследований актуальным.

Цели исследования – определить на основе математического моделирования экспериментальных данных эффективную ферментированную пищевую систему для использования в качестве основы фортифицированного (обогащенного) творожного продукта для здорового специализированного питания; разработать рецептуру и технологию его производства; изучить пищевую, биологическую и энергетическую ценность нового продукта.

#### **Материалы и методы**

Исследования выполнялись в лабораториях кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ и АО «Любинский МКК», Омская область.

В качестве объектов исследования определены молоко-сырьё по ГОСТ Р 52054-2003 (с изм. № 1) Молоко коровье сырое. Технические условия; молочно-белковый концентрат «Гелеон 112 С-М» по ТУ 10.51.56-043-5107/0597-2018 (производитель ГК «СОЮЗСНАБ»); закваска лиофилизированная «Lyofast SAB 440 В» (SACCO, Италия); сычужный ферментный препарат ВНИИМС – СГ-50 «НТ»; витаминно-минеральный комплекс от А до Zn 45+ (изготовитель ООО «ВТФ», РФ); пищевые волокна Фибрулин (ТМ).

Исследования реализовались общепринятыми стандартными химическими, микробиологическими, органолептическими методами. Повторность экспериментов трех-пяти кратная. Математико-статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием программы «Statistica-6.0».

#### **Результаты**

В качестве основного компонента пищевой системы на различных этапах экспериментальных исследований использовались обезжиренное молоко, цельное молоко и ретентат.

При выборе ингредиента, обогащающего белком пищевую систему, главным условием было достичь необходимой концентрации сухих веществ, в том числе молочных белков, соответствующих массовой доле сухих веществ разрабатываемого творожного продукта.

Основным компонентом пищевой системы является молоко-сырьё по ГОСТ 52054-2003 (с изм. № 1) «Молоко коровье-сырьё. Технические условия». Другими компонентами, которые регулируют химический состав, биотехнологические свойства пищевых систем являются продукты глубокой переработки молочного сырья, полученные с использованием современных методов барофльтрации. В данной методике они используются как регулирующие факторы.

В качестве биообъекта для ферментации пищевых систем выбрана закваска лиофилизированная Lyofast SAB 440 В (производитель SACCO, Италия), содержащая следующие культуры *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*. В отдельных экспериментах использованы дополнительные ингредиенты.

Для свёртывания (ферментации) пищевых систем использовался ферментный препарат ФП ВНИИМСа. Математический анализ совокупности экспериментальных данных с использованием метода нормирования, предложенного И.И. Протопоповым с соавторами [6].

В процессе ферментации пищевых систем контролировали следующие показатели, обозначенные в методике как управляемые факторы:

$y_1$  – активная кислотность, ед. рН;

$y_2$  – время ферментации (получения сгустка), ч;

$y_3$  – органолептические показатели ферментированных сгустков, баллы;

$y_4$  – логарифм количества молочнокислых пробиотических культур, lg;

$y_5$  – логарифм количества бифидобактерий, lg.

Эксперименты состояли из нескольких логически последовательных вариантов в которых основной молочный компонент был const (постоянным), переменным ингредиентом, как качественно, так и количественно были белковые концентрированные ингредиенты:

$x_1$  – молочно-белковый компонент Гелеон 112 С-М;

$x_2$  – сыворотка молочная сухая.

По методике И.И. Протопопова с соавт. управляемые факторы, имеющие различные наименования и значения переведены в безразмерные величины путём нормирования управляемых факторов по максимальному значению:

$$y_i' = \frac{y_i}{y_i^{\max}}, \quad (x)$$

где  $y_i'$  – нормированное значение управляемого фактора;

$y_i$  – экспериментальное значение управляемого фактора;

$y_i^{\max}$  – максимальное значение экспериментального управляемого фактора.

Затем рассчитали значение целевой функции, которая представляет собой сумму нормализованных значений управляемых факторов:

$$y_0 = \sum_{n=1}^n y_i', \quad (x)$$

где  $y_0$  – значение целевой функции;

$$\sum_{n=1}^n y_i' \text{ – сумма нормализованных значений управляемых факторов.}$$

Результаты экспериментальных исследований после математико-статистической обработки представлены в таблице 1. В таблице 2 приведены результаты нормирования и обработки управляемых факторов.

Таблица 1 – Экспериментальные данные ферментированных пищевых систем

x – пищевая система			Управляемые факторы				
номер по порядку	$x_0$ – обезжиренное молоко, %	$x_1$ – молочнокислые ингредиенты, %	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
1	99,0	$x_1 - 1,0$	5,43	4,0	13,0	9,322	8,914
2	97,0	$x_1 - 3,0$	4,62	4,0	16,0	9,991	8,934
3	95,0	$x_1 - 5,0$	4,56	4,0	12,0	8,996	8,919
4	95,0	$x_2 - 5,0$	5,00	10,0	9,0	9,959	7,431
5	90,0	$x_2 - 10,0$	5,80	10,0	8,0	9,949	7,531
6	85,0	$x_2 - 15,0$	5,90	10,0	7,0	9,748	7,892

Таблица 2 – Нормирование экспериментальных данных ферментированных пищевых систем

x – пищевая система			Нормирование управляемых факторов					$\sum_{n=1}^n y_i'$
номер по порядку	$x_0$ – обезжиренное молоко, %	$x_1$ – молочнокислые ингредиенты, %	$y_1'$	$y_2'$	$y_3'$	$y_4'$	$y_5'$	
1	99,0	$x_1 - 1,0$	1,08	2,5	0,87	0,990	0,997	6,437
2	97,0	$x_1 - 3,0$	1,27	2,5	1,00	1,000	1,000	6,770
3	95,0	$x_1 - 5,0$	1,29	2,5	0,80	0,960	0,998	6,548
4	95,0	$x_2 - 5,0$	1,18	1,0	0,60	0,964	0,831	4,575
5	90,0	$x_2 - 10,0$	1,01	1,0	0,50	0,963	0,840	4,313
6	85	$x_2 - 15,0$	1,00	1,0	0,46	0,944	0,883	4,287

По результатам, приведённым в таблице 2, была построена диаграмма изменения целевой функции в зависимости от совокупности управляемых факторов (рисунок 1).

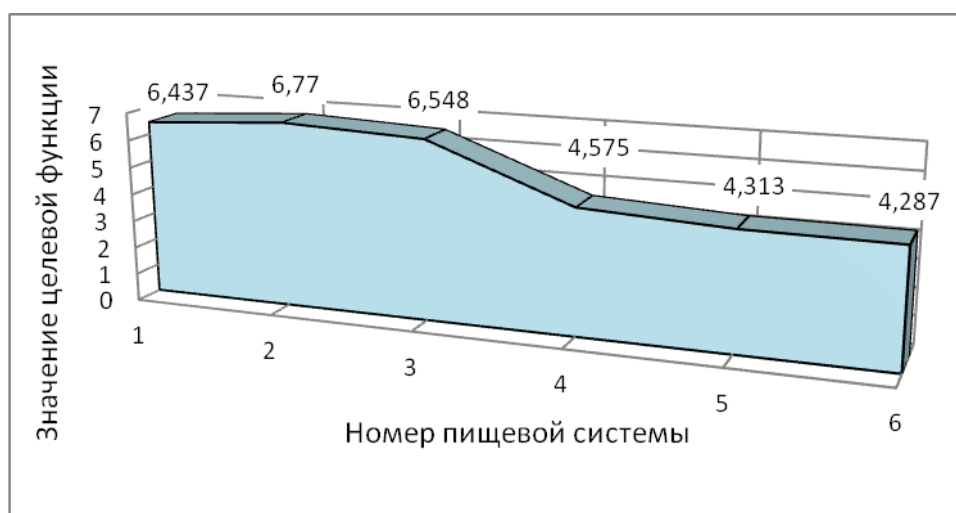


Рисунок 1 – Зависимость значений целевой функции от совокупности управляемых факторов

В качестве предварительного вывода из рассмотренных структур пищевых систем наиболее эффективной по сумме показателей, характеризующих процесс ферментации, следует считать пищевую молочную систему под номером 2, состоящую из обезжиренного молока в количестве 97,0 % и молочного-белкового концентрата Гелеон 112 С-М – 3,0 %.

На следующем этапе экспериментально исследовали совместное использование пробиотиков и метабиотиков. В исследованиях использовались три известных метабиотика, химический состав и функциональные свойства которых описаны специалистами-медиками и фармакологами: Актофлор-С, Бактистатин, Закофальк (таблица 3). Результаты ферментации пищевых молочных систем представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Метабиотики: производитель, компонентный состав

Название	Производитель	Компонентный состав
Актофлор-С	ООО «Протеке» РФ	Вода для инъекций, натрия ацетат, D.L-молочная кислота, янтарная кислота, муравьиная кислота, гидроксид натрия, L-лизина гидрохлорид, L-глутаминовая кислота, L-валин, L-метионин, L-аланин, L-лейцин, глицин, L-аспарагиновая кислота. Форма выпуска (тюбик-капельница по 2,5, 10, 15, 20, 30 мл)
Бактистатин	АО «НИЖФАРМ» РФ, Москва	3 природных компонента: метабиотик bacillus subtilis Природный сорбент цеолит пребиотический компонент
Закофальк	COSMO, Milano	Бутират кальция, инулин, мальтодекстрин, носители: сорбитол, гидроксипропилметилцеллюлоза и микрокристаллическая целлюлоза, кукурузный крахмал, оболочка таблетки (агент антислеживающий тальк, глазирователь шеллак, краситель титана диоксид, стабилизатор гидроксипропилцеллюлоза, носители: триэтилцитрат и гидроксипропилметилцеллюлоза, ароматизатор ванилин), регулятор кислотности лимонная кислота, антислеживающий агент магния стеарат, стабилизатор стеариновая кислота, антиокислитель лецитин, масляная кислота. Не содержит лактозы, казеина и глутена.

В качестве основного биообъекта использовалась закваска лиофилизированная «Lyofast SAB 440 B» (производитель SACCО, Италия); ферментный препарат СФ ВНИИМСа (Россия).

Таблица 4 – Экспериментальные данные использования пробиотиков и метабиотика для ферментации пищевых систем

Пищевая система			Вид метабиотика	Управляемые факторы				
№ п/п	X <sub>0</sub> – обезжиренное молоко, %	Гелеон 112 С-М, %		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>
1	97,0	3,0	Бактистатин	5,05	6,0	8,0	8,4624	7,8129
2	97,0	3,0	Актофлор-С	5,20	5,0	10,0	10,8751	9,0414
3	97,0	3,0	Закофальк	5,08	4,0	6,0	9,6128	8,3222
4	Ретентат	Гелеон						
	97,0	3,0	Актофлор-С	5,21	6,0	1,0	10,9445	9,0792
5	97,0	3,0	Бактистатин	4,97	6,0	12,0	10,8976	9,0414

Примечание: нормирование данных таблицы 4 представлены в таблице 6.

Таблица 5 – Экспериментальные данные ферментации пищевых систем, состоящих из ретентата цельного молока (УФО) и Гелеона 112 С-М с добавлением метабиотиков и других компонентов

№ опыта	Пищевая система, %		Управляемые факторы				
	X <sub>0</sub> – ретентат	X <sub>1</sub> – Гелеон 112 С-М	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>
6	99,0	1,0	5,10	5,0	11,0	9,6128	8,0414
7	97,0	3,0	5,08	5,0	12,0	9,7160	8,3802
8	95,0	5,0	5,34	5,0	7,0	9,4150	9,0414
9	99,0	1,0 + Актофлор-С	5,21	6,0	10,0	10,9445	9,0792
10	99,0	1,0 + Бактистатин	4,97	6,0	12,0	10,8976	9,0414
11	97,0	3,0 + Закофальк	5,05	5,0	7,0	9,6128	8,3222
12	96,0	3,0 + инулин 1,0 %	5,20	6,0	14,0	9,3424	8,3010
13	96,0	Гелеон 112 С-М 3,0 % + инулин 1,0 %	5,23	6,0	15,0	10,9638	9,7491

Примечание: нормирование данных таблицы 5 представлено в таблице 7.

Результаты нормирования управляемых факторов, представленных в таблицах 4 и 5, приведены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Нормирование управляемых факторов, полученных при ферментации пищевых систем

№ опыта	Пищевая система, %		Метабиотик	Нормированные управляемые факторы					$\sum_{i=1}^n x_i$
	X <sub>0</sub> – обезжиренное молоко	Гелеон 112 С-М		Y <sub>1</sub> '	Y <sub>2</sub> '	Y <sub>3</sub> '	Y <sub>4</sub> '	Y <sub>5</sub> '	
1	97,0	3,0	Бактистатин	0,960	1,00	0,660	0,773	0,850	4,245
2	97,0	3,0	Актофлор-С	0,998	0,83	0,833	0,993	0,995	4,600
3	97,0	3,0	Закофальк	0,965	0,66	0,500	0,870	0,915	3,910
4	Ретентат	Гелеон 112 С-М + Инулин							
	97,0	3,0	Актофлор-С	1,000	0,83	1,000	1,000	1,000	4,830
5	97,0	3,0	Бактистатин	0,950	1,00	0,833	0,995	0,995	4,773

Таблица 7 – Нормирование управляемых факторов, полученных в процессе ферментации пищевых систем, состоящих из ретентата цельного молока (УФО) и Гелеона 112 С с добавлением матабиотиков

№ опыта	Пищевая система, %		Метабиотик	Нормированные управляемые факторы					$\sum_{i=1}^n x_i$
	$x_0$ – ретеннат	Гелеон 112 С-М		$y_1'$	$y_2'$	$y_3'$	$y_4'$	$y_5'$	
6	99,0	1,0	-	0,953	0,933	0,733	0,901	0,835	4,355
7	97,0	3,0	-	0,950	0,933	0,800	1,910	0,860	4,453
8	95,0	5,0	-	1,000	0,933	0,466	0,858	0,927	4,184
9	99,0	1,0	Актофлор-С	0,975	1,000	0,666	0,974	0,931	4,500
10	99,0	1,0	Бактистатин	0,930	1,000	0,800	0,911	0,927	4,568
11	97,0	3,0	Закофальк	0,945	0,933	0,466	0,913	0,865	4,122
12	96,0	3,0	Инулин – 1,0 %	0,973	1,000	0,933	0,852	0,862	4,620
13	96,0	3,0	Инулин – 1,0 %	0,979	1,000	1,000	1,000	1,000	4,979

По результатам экспериментальных исследований и их математической обработки, представленных в таблице 6, построено графическое изображение (рисунок 2), по данным таблицы 7 построено графическое изображение (рисунок 3).

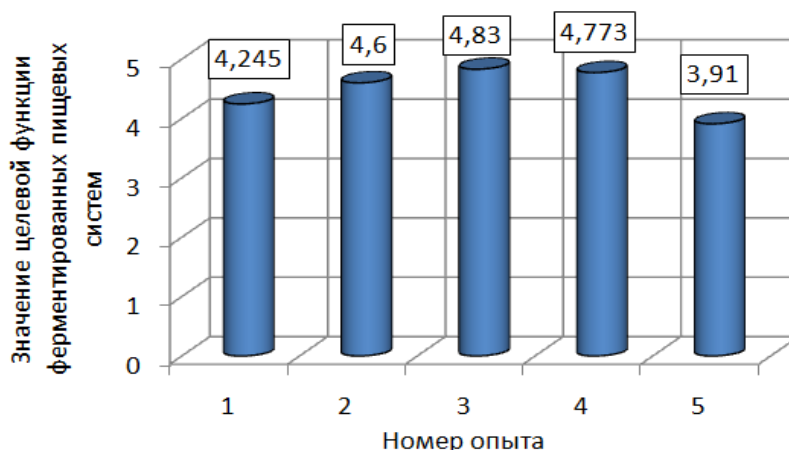


Рисунок 2 – Зависимость значений целевых функций от состава пищевых систем и условий ферментации

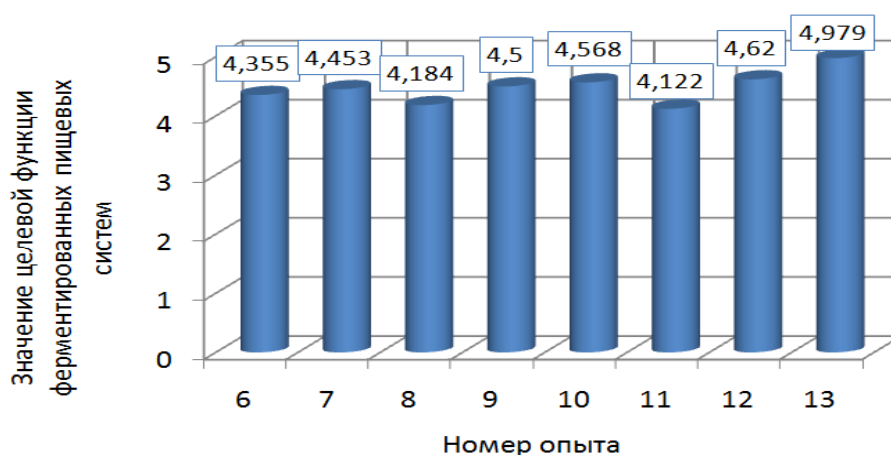


Рисунок 3 – Зависимость значений целевых функций от состава пищевых систем и условий ферментации

Сравнительный анализ значений целевых функций свидетельствует о том, что наиболее эффективная пищевая система состоит из ретентата в количестве 96 %, Гелеон 112С-М - 3 % и инулина 1 %, которая является основным компонентом рецептуры творожного продукта:

Ретентат нормализованного молока	95,50
Гелеон 112С-М	3,00
Инулин	1,50
Витаминно-минеральный комплекс	По норме
Закваска	По норме
Итого:	100

Смесь компонентов рецептуры подвергали тепловой обработке при температуре  $(80\pm 2)$  °С, охлаждали до температуры  $(38\pm 1)$  °С и в нее инокулировали закваску Lyofast SAB 440 В, в состав которой входят следующие культуры: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*-пробиотики. В качестве пребиотика вносили инулин. Инулин является растворимым пищевым волокном, которое при его употреблении внутрь может помочь снизить уровень липопротеинов низкой плотности («плохого» холестерина). Кроме того, инулин не влияет на уровень глюкозы в крови, поэтому может без опасения использоваться в рационе людей, больных диабетом [7, 8]. Благодаря своим пребиотическим свойствам инулин проходит в неизменном состоянии до толстой кишки, где он способствует увеличению содержания полезных бифидобактерий и подавлению влияния вредных патогенных бактерий. Инулин и его производные также применяются в пищевой промышленности для улучшения питательных и функциональных свойств продуктов и используются в качестве заменителя жира, чтобы уменьшить калорийность пищи [9]. Таким образом, инулин является весьма ценным метаболитом, получаемым человеком из растений.

Обогащение (фортификация) пищевой продукции в процессе производства является современным глобальным трендом, направленным на устранение витаминов и минеральных веществ в питании населения различных возрастных групп. В исследованиях использован витаминно-минеральный комплекс, содержащий основные витамины А, С, Е, D<sub>3</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, β-каротин и минералы – Zn, Cu, J, Se, Mn, Ca, Mg, Fe, хондроитин. Расчет производился в соответствии с рекомендацией производителя для суточного потребления взрослого человека.

При перемешивании в смесь добавляли хлористый кальций в жидкой форме и ферментный препарат ВНИИМС СГ-50. Затем выдерживали при температуре  $(38\pm 1)$  °С до образования ровного плотного сгустка. В процессе ферментации с периодичностью 2 ч определялись титруемая и активная кислотность. Химические и микробиологические показатели ферментированной молочно-белковой пищевой системы – основы творожного продукта представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Химические, микробиологические и органолептические показатели ферментированной основы творожного продукта

Показатели	Единицы измерения	Значение показателя
Время образования сгустка	ч	4,5±0,5
Органолептические	балл	15,0 (сгусток плотный, без синерезиса. Вкус кисло-молочный)
Кислотность титруемая	°Т	72±2
Активная кислотность	ед. рН	5,2-5,4
Количество: - молочнокислых пробиотических микроорганизмов; - бифидобактерий	КОЕ/г КОЕ/г	1,6·10 <sup>9</sup> 5,1·10 <sup>8</sup>
Пищевые волокна	%	1,5

В молочно-белковую пищевую систему – основу творожного продукта, обогащенную белком, функциональными ингредиентами – пробиотиками и пребиотиком (инулином), в

асептических условиях вносился витаминно-минеральный комплекс при перемешивании в течение  $(10 \pm 2)$  мин для равномерного распределения. После чего творожный продукт направлялся на расфасовку и в камеру хранения при температуре  $(4 \pm 2)$  °С.

Пищевая и энергетическая ценность творожного продукта представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Пищевая и энергетическая ценность творожного продукта

Наименование	Химический состав			Энергетическая ценность	
	жир	белки	углеводы	ккал	кДж
Творожный фортифицированный продукт	$27,5 \pm 0,2$	$12,0 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$	$312,2 \pm 0,2$	$1305,0 \pm 0,5$

Результаты определения массовой доли белка, в том числе сывороточных, в творожном продукте приведены в таблице 10. Биологическая ценность нового вида творожного продукта характеризуется, прежде всего, качественным и количественным составом свободных аминокислот белков (таблица 11).

Таблица 10 - Содержание массовой доли белка в творожном продукте

Код образца	Показатель	Единица измерений	Погрешность измерений	Фактическое значение
1564.23	Массовая доля белка	%	$\pm 0,25$	12,0
Сывороточные белки, в т.ч.				
	$\beta$ -лактоглобулин А, мг/мл		1,33	$\pm 0,5$
	$\beta$ -лактоглобулин Б, мг/мл		4,05	$\pm 0,5$
	$\alpha$ -лактоглобулин, мг/мл		2,97	$\pm 0,5$

Таблица 11 - Качественный и количественный состав свободных аминокислот белков творожного продукта (мг/100 г)

Показатель	Творожный фортифицированный продукт
Незаменимые аминокислоты, в т.ч.	5890,6
валин	800,4
изолейцин	1007,9
лейцин	1105,1
лизин	970,2
метионин	538,4
треонин	814,7
фенилаланин	564,4
триптофан	189,2
Заменимые аминокислоты, в т.ч.	6000,4
аланин	418,1
аргинин	749,3
аспарагиновая кислота	800,0
гистидин	600,0
глицин	247,1
глутаминовая кислота	1703,9
пролин	246,0
серин	556,0
тирозин	542,7
цистеин	137,3
Общее количество	11890,0

Творожный продукт отличается высокой биологической ценностью за счет использования в его составе молочно-белковой пищевой системы.



Также, биологическая ценность нового вида творожного продукта подтверждается качественным и количественным составом необходимых микро- и макроэлементов, который представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Качественный и количественный состав основных витаминов и минеральных веществ в творожном продукте (мг/100 г)

Наименование показателя	Фактическое значение
<b>Витамины</b>	
С (аскорбиновая кислота), мг/100 г	11,96
А (ретинол), мкг/кг	536,10
Е (токоферол), мг/кг	25,95
D <sub>3</sub> (холекальциферол), мкг/кг	6,538
В-каротин, мг/кг	9,50
<b>Минеральные вещества</b>	
Кальций, мг/кг	2656,0
Калий, мг/кг	1505,1
Натрий, мг/кг	322,6
Магний, мг/кг	357,7
Железо, мг/кг	21,2
Цинк, мг/кг	31,9
Фосфор, мг/кг	1567,8
Алюминий, мг/кг	0,77
Кобальт, мг/кг	0,033
Марганец, мг/кг	3,68
Цинк, мг/кг	31,9
Медь, мг/кг	1,52

### **Заключение**

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что творожный продукт отличается высокой пищевой, биологической ценностью, содержит функциональные ингредиенты – пробиотики и пребиотик, является обогащенным (фортифицированным) продуктом витаминами и минеральными веществами, что позволяет рекомендовать его для функционального и специализированного питания.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Langyan S, Yadava P. Khan FN. Dar ZA. Sustaining protein nutrition through plant-based foods. *Frontiers in Nutrition*. 2022;8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>.
- 2 Патент на изобретение № 2668826 РФ, МПК А23С 17/02 (2006.01). Композиция для получения творожного продукта / Чернопольская Н.Л., Гаврилова Н.Б. - заявка № 017122318; заявл. 23.06.17 ; опубл. 02.10.18, Бюл. № 28. - 4 с: ил.
- 3 Чернопольская Н.Л. Научно-практические аспекты биотехнологии специализированной пищевой продукции на молочной основе с использованием иммобилизации заквасочных (пробиотических) культур : монография / Н.Л. Чернопольская, Н.Б. Гаврилова. – Омск, 2019. – 347 с.
- 4 Жилинская Н.В. Нормативно-правовая база для специализированной пищевой продукции / Н.В. Жилинская, П.С. Громовых // *Молочная промышленность*. – 2019. – №1. – С. 27-29.
- 5 Trakman G.L. Modifications to the nutrition for sport knowledge questionnaire and abridged nutrition for sport knowledge questionnaire / G.L. Trakman, F. Brown A. Fortsyth, R. Belski // *Journal of the international Society of sports nutrition*. – 2018. – Vol. 6. – Issue 4. – pp. 115-119.
- 6 Протопопов И.И. Компьютерное моделирование биотехнологических систем: учебное пособие / И. И. Протопопов, Ф.Ф. Пашенко, И.С. Дургарян. – М.: МГУПБ, 2004. Ч. II. – 68 с.
- 7 Гаврилова Н.Б. Комплексное использование пробиотиков и метабиотиков в биотехнологии продуктов функционального назначения / Н.Б. Гаврилова, Н.Л. Чернопольская, С.А. Коновалов, Н.Ф. Иванова // *Молочная промышленность*. – 2022. - № 11. – С. 23-25.

- 8 Barkhatova T.V. Obtaining and identification of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers / T.V.Barkhatova, M.N. Nazarenko, M.A. Kozhukhova, I.A. Khripko // *Foods and Raw Materials*. – 2015. - Vol. 3. - Issue 2. – pp. 13-22.
- 9 Kathy R. Inulin and oligofructose: what are they? / R. Kathy // *The Journal of Nutrition*. – 1999. – Vol. 129. - Issue 7. – pp.1402-1406.

## REFERENCES

- 1 Langyan, S, Yadava, P., Khan, FN., Dar, ZA. Sustaining protein nutrition through plant-based foods. *Frontiers in Nutrition*. 2022;8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>.
- 2 Patent na izobretenie № 2668826 RF, МПК А23S 17/02 (2006.01). Kompozitsiya dlya polucheniya tvorozhnogo produkta / SChernopol'skaya N.L., Gavrilova N.B. - zayavka № 017122318; zayavl. 23.06.17 ; opubl. 02.10.18, Byul. № 28.
- 3 SChernopol'skaya, N.L., Gavrilova, N.B. (2019). Nauchno-prakticheskie aspekty biotekhnologii specializirovannoj pishchevoj produkcii na molochnoj osnove s ispol'zovaniem immobilizatsii zakvasochnyh (probioticheskikh) kul'tur [Scientific and practical aspects of biotechnology of specialized milk-based food products using immobilization of starter (probiotic) cultures]. Omsk [in Russian].
- 4 ZHilinskaya, N.V., Gromovyyh, P.S. (2019). Normativno-pravovaya baza dlya specializirovannoj pishchevoj produkcii [Regulatory framework for specialized food products]. *Molochnaya promyshlennost' – Dairy industry*, 1, 27-29 [in Russian].
- 5 Trakman, G.L. (2018). Modifications to the nutrition for sport knowledge questionnaire and abridged nutrition for sport knowledge questionnaire. *Journal of the international Society of sports nutrition*, 6, 4, 115-119.
- 6 Protopopov, I.I., Pashchenko, F.F., Durgaryan, I.S. (2004). Komp'yuternoe modelirovanie biotekhnologicheskikh sistem [Computer modeling of biotechnological systems]. Moscow.: MGUPB [in Russian].
- 7 Gavrilova, N.B., SChernopol'skaya, N.L., Konovalov, S.A., Ivanova, N.F. (2022). Kompleksnoe ispol'zovanie probiotikov i metabiotikov v biotekhnologii produktov funktsional'nogo naznacheniya [Complex use of probiotics and metabiotics in the biotechnology of functional products]. *Molochnaya promyshlennost' – Dairy industry*, 11, 23-25 [in Russian].
- 8 Barkhatova, T.V. (2015). Obtaining and identification of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Foods and Raw Materials*, 3, 2, 13-22.
- 9 Kathy, R. (1999). Inulin and oligofructose: what are they? *The Journal of Nutrition*, 129, 7, 1402-1406.

**Н.Б. Гаврилова<sup>1</sup>, Н.Л. Чернопольская<sup>1\*</sup>, Н.Ф. Иванова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>П.А. Столыпин атындағы Омск мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей

<sup>2</sup>АО «Любинский сүт консерві комбинаты», Ресей

### **Фортификацияланған (байытылған) сүзбе өнімінің негізі ретінде тиімді ашытылған сүт-ақуыз тағам жүйесін эксперименттік анықтау**

Мақалада маңызды мәселеге - сүт протеинімен, витамин-минералды кешенмен және пробиотиктермен және пребиотиктермен фортификацияланған (байытылған) ашытылған сау тағамдық сүт өнімдерін әзірлеуге, өндіруге және тұтынушыға жеткізуге арналған ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелері бар. Мақаланың мақсаты - эксперименттік деректерді математикалық модельдеу негізінде салауатты мамандандырылған тамақтану үшін фортификацияланған (байытылған) сүзбе өнімінің негізі ретінде пайдалану үшін тиімді ашытылған тамақ жүйесін анықтау. Оны өндірудің рецептурасы мен технологиясын жасаңыз. Жаңа өнімнің тағамдық, биологиялық және энергетикалық құндылығын зерттеу. Эксперименттік зерттеулерде заманауи технологиялар мен жабдықтар қолданылды: ультрафилтрлеу, фортификация және т.б. зерттеулер стандартты физика-химиялық, микробиологиялық әдістермен үш-бес рет қайталанды. Эксперименттік деректерді математикалық-статистикалық өңдеу "Statistica-6.0" бағдарламасын қолдана отырып жүргізілді.

Дұрыс мамандандырылған тамақтану үшін сүзбе өнімін өндірудің рецептурасы мен технологиясы жасалды. Оның тағамдық, биологиялық және энергетикалық құндылығы

зерттелді. Сүзбе өнімін өндірудің әзірленген рецептурасы мен биотехнологиялық параметрлері "Любинский ХКК" АҚ жетекші кәсіпорнының өнеркәсіптік жағдайында сынақтан өтті. Сүзбе өнімінің сапасы мен қауіпсіздігі "ВНИМИ" ФГАНУ техно-химиялық бақылау зертханасында (Мәскеу қ.) зерттелген.

Түйінді сөздер: Тағамдық сүт-ақуыз жүйелері, ашыту, фортификация, ультрафилтрация.

**N.B. Gavrilova<sup>1</sup>, N.L. Chernopolskaya<sup>1\*</sup>, N.F. Ivanova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Russia

<sup>2</sup>Lubinsky Milk Canning Plant JSC, Russia

### **Experimental determination of an effective fermented milk-protein food system as the basis of a fortified (enriched) curd product**

The article contains the results of a research work devoted to an important problem - the development, production and delivery to the consumer of fermented dairy products of a healthy diet fortified (enriched) with milk protein, a vitamin-mineral complex, and probiotics and prebiotics. Purpose is based on mathematical modeling of experimental data, to determine an effective fermented food system for use as the basis of a fortified (enriched) curd product for a healthy specialized diet; to develop a recipe and technology for its production; to study the nutritional, biological and energy value of a new product. Modern technologies and equipment were used in experimental studies: ultrafiltration, fortification, etc. The studies were carried out by standard physicochemical, microbiological methods in three to five repetitions. Mathematical and statistical processing of experimental data was carried out using the program "Statistica-6.0".

A recipe and technology for the production of a curd product for a healthy specialized diet has been developed. Its nutritional, biological and energy value has been studied. The developed recipe and biotechnological parameters for the production of the curd product were tested in the industrial conditions of the leading enterprise JSC "Lyubinskiy MKK". The quality and safety of the curd product was studied in the laboratory of techno-chemical control of FGANU "VNIMI" (Moscow).

Key words: food milk-protein systems, fermentation, fortification, ultrafiltration.

**Дата поступления рукописи в редакцию: 05.06.2023 г.**