

© Березина Н.А., Сысоева Л.А., Масалов В.Н., Крестова С.Н., 2019

УДК 664.641.022.3

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИКОМПЗИТНЫХ СМЕСЕЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ДОБРОВОЛЬЦЕВ

Н.А. Березина<sup>1</sup>, Л.А. Сысоева<sup>1</sup>, В.Н. Масалов<sup>1</sup>, С.Н. Крестова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»,  
ул. Комсомольская, д. 95, г. Орел, 302026, Россия

<sup>2</sup>БУЗ Орловской области «Детская поликлиника № 1»,  
ул. Карачевская, д. 41а, г. Орёл, 302001, Россия

Разработка массовых сортов хлебобулочных изделий, предназначенных для здорового питания, является одной из актуальных задач, стоящих перед современной пищевой промышленностью и наукой. С помощью программного обеспечения создана поликомпозиционная смесь для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, в которой учтены основные принципы пищевой комбинаторики, а также технологический потенциал рецептурных компонентов. Использовался комплекс методов, позволяющих определить химический состав хлеба и его функциональные качества. Исследование влияния хлеба на состояние организма при помощи биохимического анализа крови проводилось на группе женщин-добровольцев. Оценка качества жизни проводилась анкетно-опросным методом с применением программы-опросника «Тест оценки качества жизни» (SF-36). Результаты исследования показали, что по химическому составу, степени удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах новое хлебобулочное изделие соответствует категории функциональных пищевых продуктов по содержанию кальция, фосфора, магния и пищевых волокон. Введение в рацион разработанного сорта хлеба способствует улучшению качества жизни за счет достоверного повышения показателей психического здоровья и уровня физического функционирования, что отражается на психоэмоциональном состоянии и двигательной активности добровольцев.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, качество, биохимические показатели крови, калий, кальций, холестерин, липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), качество жизни.

**Для цитирования:** Березина Н.А., Сысоева Л.А., Масалов В.Н., Крестова С.Н. Функциональные свойства хлеба с использованием поликомпозиционных смесей и его влияние на показатели качества жизни и биохимический статус добровольцев // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 9 (318). С. 44–50. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-44-50>

N.A. Berezina, L.A. Sysoeva, V.N. Masalov, S.N. Krestova □ FUNCTIONAL BREAD PROPERTY USING POLYCOMPOSITE MIXTURES AND ITS IMPACT ON LIFE QUALITY AND BIOCHEMICAL STATUS OF VOLUNTEERS □ Orel State University named after I.S. Turgenev, 95 Komsomolskaya Str., Orel, 302026, Russia; Children's polyclinic no. 1 in the Orel Region, 41A Karachevskaya Str., Orel, 302001, Russia.

Development of bakery product variety for healthy eating is one of the actual tasks facing the modern food industry and science. A polycomposite mixture for rye-wheat bakery products was created using the software, which takes into account the basic principles of food combinatorics, as well as the technological potential of prescription components. A set of methods was used to determine the chemical composition of bread and its functional qualities. The study of health effects of bread on body's status was carried out on a group of female volunteers. Assessment of life quality was conducted a questionnaire-survey method using the SF-36 questionnaire «Test for evaluation of life quality». The results of the study showed that according to the chemical composition, the rate of satisfaction with daily requirements for basic nutrients a new bakery product corresponds to the category of functional food products on the content of calcium phosphorus, magnesium and dietary fiber. Introducing to the developed type of bread into the diet improves the quality of life due to a significant increase in mental health indicators and the level of physical functioning, which affects the psycho-emotional state and motor activity of volunteers.

**Keywords:** bakery products, quality, biochemical blood parameters, potassium, calcium, cholesterol, high-density lipoprotein (HDL), low-density lipoprotein (LDL), life quality.

**For citation:** Berezina N.A., Sysoeva L.A., Masalov V.N., Krestova S.N. Funktsional'nye svoistva khleba s ispol'zovaniem polikompozitsionnykh smesey i ego vliyaniye na pokazateli kachestva zhizni i biokhimicheskii status dobrovol'tsev [Functional bread property using polycomposite mixtures and its impact on life quality and biochemical status of volunteers]. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya, 2019, no. 9 (318), pp. 44–50. (In Russ.) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-44-50>

В XXI веке, несмотря на существенные изменения в структуре питания, продукты из зерновых и в первую очередь хлеб остаются одним из наиболее перспективных, доступных для большинства населения продуктов питания. Однако, как показали исследования, в массовых сортах хлебобулочных изделий соотношение белков, жиров и углеводов имеет значительные отклонения от оптимального для усвоения организмом соотношения, а также отмечается низкое содержание пищевых волокон, разбалансированность микроэлементов [6].

В связи с этим большую актуальность приобретает разработка и производство таких сортов хлеба, которые могли бы обеспечить человека необходимым количеством жизненно важных нутриентов и таким образом поддерживать высокий уровень здоровья и качества жизни.

При этом особую актуальность приобретает разработка массовых сортов хлебобулочных изделий, предназначенных для здорового питания [13].

Обогащение хлеба различными добавками способствует увеличению его пищевой и биологической

ценности [7]. Наибольший интерес представляет использование в качестве добавок так называемого вторичного сырья [14, 15], которое содержит наиболее ценнейшие в пищевом отношении вещества — пищевые волокна, витамины, зольные элементы, а также обладает значительным технологическим потенциалом (водо-, жиросвязывающей, водоудерживающей способностями) и имеет невысокую стоимость [11].

К настоящему времени в литературе описаны примеры использования тыквенного жмыха, сиропа рожкового дерева, настоя семени льна и его шрота, а также вторичного сырья переработки ягод облепихи, порошка яблочных выжимок и другого сырья, позволяющего повысить потребительские свойства хлебобулочных изделий, их биологическую ценность [16–18].

Общим недостатком применения нетрадиционного сырья при разработке рецептур и технологий ржано-пшеничных хлебобулочных изделий является то, что учитывается в основном органолептическая совместимость компонентов, определяются опти-

мальные дозировки, после чего рассчитывается пищевая ценность продукта. При этом на стадии создания таких рецептов чаще всего не учитываются основные принципы пищевой комбинаторики: соотношение незаменимых аминокислот, белков, содержания незаменимых аминокислот, жиров и углеводов, минеральных веществ, а также технологические свойства компонентов, что вызывает необходимость использования улучшителей.

В соответствии с современными представлениями соотношение белков, жиров и углеводов в пищевом рационе должно составлять 1 : 0,8–1,2 : 4,2–5 [9]. Биологическая ценность белков обусловлена количеством и соотношением в них незаменимых аминокислот. FAO/ВОЗ предложена формула «идеального белка», включающая следующее содержание незаменимых аминокислот мг/1 г: изолейцин – 40, лейцин – 70, лизин – 55, метионин + цистин – 35, фенилаланин + трозин – 60, треонин – 40, триптофан – 10, валин – 50. В настоящее время большинство исследователей пришли к единому мнению, что биологическая ценность белка, независимо от способа определения и расчета, должна выражаться в относительных единицах (процентах). Для расчета наиболее широко используется метод Митчела–Блока, в соответствии с которым рассчитывается аминокислотный скор, выражающий в процентах отношение содержания незаменимой аминокислоты в исследуемом белке к идеальному белку [10]. Является установленным, что усвояемость кальция зависит от его соотношения в продукте с такими минеральными веществами, как фосфор и магний. Приняты следующие наиболее оптимальные для усвоения соотношения: Са : Р – 1 : 0,8–1,5; Са : Mg – 1 : 0,4–0,6 [1]. По этой причине повышение физиологической ценности современных хлебобулочных изделий предполагает решение задач, связанных с созданием сбалансированных поликомпонентных составов, позволяющих

повысить уровень усвоения основных пищевых веществ в соответствии с физиологическими потребностями организма.

**Цель исследования** – оценить функциональные и потребительские свойства разработанного сорта хлеба из поликомпонентной смеси сбалансированного состава и влияние его систематического употребления на показатели качества жизни и биохимический статус крови добровольцев.

**Материалы и методы.** Решение задачи оптимизации состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами осуществлялось симплекс-методом с искусственным базисом, относящимся к численным оптимизационным методам решения задач линейного программирования. Было разработано программное обеспечение с гибким интерфейсом, позволяющее проектировать поликомпонентные хлебопекарные смеси с заданными технологическими свойствами и получать конечный продукт, состав которого отвечает основным принципам пищевой комбинаторики и высоким потребительским характеристикам.

Пример работы программного обеспечения для оптимизации состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами [12] представлен на рисунке.

Для расчетного проектирования состава смеси с помощью программного обеспечения использовалось следующее сырье: мука ржаная хлебопекарная обдирная по ГОСТ Р 52809–2007, мука пшеничная хлебопекарная I сорта по ГОСТ Р 52189–2003, подсолнечник по ТУ 9729-233-01597945–05, молоко сухое обезжиренное по ГОСТ 33629–2015, сыворо́тка молочная сухая по ГОСТ 33958–2016, мука соевая обезжиренная по ГОСТ 3898–56, порошок

Form1

Список ингредиентов (выберите необходимые для анализа)

Загрузить

Редакти

Ржаная мука

Пшеничная мука

Соевая мука

Молоко сухое обезжиренное

Сыворотка молочная сухая

Кунжут

Подсолнечник

Чечевичная мука

Заварка из муки ячменной

Заварка из муки рисовой

ППС

Нижняя граница значений

0

Верхняя граница значений

0.1

Шаг изменения значений

0.05

Задать значения

Ингредиенты для смеси

☒ Ржаная мука

☒ Пшеничная мука

☒ Соевая мука

☒ Молоко сухое обезжиренное

☒ Сыворотка молочная сухая

☐ Кунжут

☒ Подсолнечник

☐ Чечевичная мука

☐ Заварка из муки ячменной

☐ Заварка из муки рисовой

☐ ППС

☒ ППС3

Минимальное значение БЦ

75

Отклонение значения от 4

2

☐ Связать ржаную и пшеничную муку

Соотношение ржаной и пшеничной муки 50 : 50

Результаты поиска решения

Число падения = 15,6836718409276

Решение № 2

Ржаная мука=0,5

Пшеничная мука=0,35

Соевая мука=0,05

Сыворотка молочная сухая=0,05

Подсолнечник=0,05

Целевая функция = 75,6262021671744

Отношение Углеводы/Белки = 4,9072203516648

Число падения = 18,3625794581654

Решение № 3

Ржаная мука=0,5

Пшеничная мука=0,4

Соевая мука=0,025

Сыворотка молочная сухая=0,025

Подсолнечник=0,05

Целевая функция = 77,797943982944

Отношение Углеводы/Белки = 5,369969639696397

Число падения = 8,57916385165926

Решение № 4

Ржаная мука=0,5

Пшеничная мука=0,45

Рассчитать

Задать

Сохранить решение

Закрыть

Рисунок. Пример работы программного комплекса для оптимизации состава поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий

Figure. An example of a software package for optimizing the composition of multicomponent mixtures for rye-wheat bakery products

пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный по ТУ 9112-304-02069036. В сырье растительного происхождения содержание белка определяли по ГОСТ 10846-91, липидов — по ГОСТ 10857-64, общее количество моно- и дисахаридов — по методике, приведенной в [8], крахмала — по ГОСТ 10845-98, в молочных продуктах содержание белка определяли по ГОСТ Р 53951-2010, жира — по ГОСТ 5867-90, углеводов (лактозы и галактозы) — по ГОСТ 34304-2017. Сырую клетчатку определяли методом Кюршнера и Ганека [2], содержание фосфора — по ГОСТ 32904-2014 и 51420-99, кальция — по ГОСТ 26657-97 и 26570-95 определяли совместно с ФГНУ Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии (г. Орёл) и Орловским государственным аграрным университетом, содержание магния определяли по ГОСТ EN 15505-2013 и по Методическим указаниям к прибору iCar 6300.

Экспериментальные данные химического состава сырья для поликомпонитной хлебопекарной смеси, используемые для расчетов, приведены в табл. 1.

В результате работы программного обеспечения было сгенерировано более 20 модельных мучных смесей. После анализа расчетных данных был отобран состав с наилучшим соотношением макро- и микронутриентов: биологическая ценность — 75,4,

белки : жиры : углеводы — 1 : 0,4 : 4,3; Ca : P : Mg — 1 : 1,2 : 0,5.

Результаты исследований сгруппированы в табл. 2. Для сравнения в качестве контроля приведена характеристика смеси из хлебопекарной муки — ржаной обдирной и пшеничной I сорта.

Данные табл. 2 показывают, что моделирование состава мучных поликомпонитных смесей для ржано-пшеничных хлебоулучшающих изделий с помощью программного обеспечения позволило получить состав сбалансированный по основным макро- и микронутриентам. При этом биологическая ценность увеличилась на 13,4 %, содержание белка — на 2,1 %, липидов — в 4,4 раза, клетчатки — в 8,6 раза, кальция — в 4,8 раза, фосфора — в 1,1 раза, магния — в 1,3 раза, а содержание усвояемых углеводов снизилось в 1,2 раза по сравнению с контролем.

Изготовление хлебоулучшающих изделий из поликомпонитной смеси осуществлялось приемами, принятыми в хлебопечении [4]. В качестве контрольного образца использовано хлебоулучшающее изделие из торговой сети хлеб ржано-пшеничный «Спаский» по ТУ 1091451-006-48363077-2016 (АО «Орловский хлебокомбинат»).

Потребительское достоинство нового хлебоулучшающего изделия оценивалось по показателям

Таблица 1. Экспериментальные значения химического состава сырья для поликомпонитной смеси

Table 1. Experimental values of the chemical composition of raw materials for a multicomposite mixture

Характеристика сырья	Показатель, мг/100 г							
	Белок	Липиды	Углеводы*	Лактоза	Клетчатка	Кальций	Фосфор	Магний
Мука ржаная хлебопекарная обдирная	9,2 ± 0,5	1,5 ± 0,5	70,9 ± 0,5	—	0,5 ± 0,5	33,0 ± 0,01	125,0 ± 0,01	186,5 ± 0,01
Мука пшеничная хлебопекарная I сорта	10,5 ± 0,5	1,2 ± 0,5	72,2 ± 0,5	—	0,5 ± 0,5	35,0 ± 0,01	135,3 ± 0,01	175,6 ± 0,01
Подсолнечник	13,2 ± 0,5	52,0 ± 0,5	5,4 ± 0,5	—	5,0 ± 0,5	299 ± 0,01	325 ± 0,01	317 ± 0,01
Молоко сухое обезжиренное	26,2 ± 0,5	1,2 ± 0,1	48,2 ± 1,0	48,2 ± 1,0	—	1313 ± 0,01	767 ± 0,01	160 ± 0,01
Сыворотка молочная сухая	5,2 ± 0,5	1,5 ± 0,1	73,0 ± 1,0	73,0 ± 1,0	—	390 ± 0,01	412 ± 0,01	150 ± 0,01
Мука соевая обезжиренная	27,3 ± 0,5	не обн.	38,0 ± 1,0	—	3,7 ± 0,5	27,2 ± 0,01	325 ± 0,01	не обн.
Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный	2,1 ± 0,1	1,3 ± 0,01	46,8 ± 0,5	—	37,4 ± 0,5	47,5 ± 0,01	26,5 ± 0,01	53,0 ± 0,01

Примечание: \* — моно- и дисахариды + крахмал; не обн. — не обнаружено; прочерк означает отсутствие.

Note: \* — mono- and disaccharides + starch; «не обн.» — «not found»; a dash indicates absence.

Таблица 2. Количественно-качественная характеристика поликомпонитной мучной смеси

Table 2. Quantitative and qualitative characteristics of the multicomposite flour mixture

Компоненты и показатели	Смесь ржаной и пшеничной муки 50 : 50 (контроль)	Поликомпонитная смесь
Мука пшеничная I с, %	50,0	28,0
Мука ржаная обдирная, %	50,0	54,1
Мука соевая, %	—	3,0
Молоко сухое, %	—	0,2
Сыворотка молочная сухая, %	—	0,3
Порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный, %	—	6,4
Подсолнечник, %	—	8,0
Количество компонентов смеси, %	100,0	100,0
Биологическая ценность, %	62,0	75,4
Число падений, с	206,0	200,5
Белок, г/100 г	11,2	13,3
Липиды, г/100 г	1,45	6,4
Углеводы (моно- и дисахариды+ крахмал), г/100 г	71,9	57,7
Клетчатка, г/100 г	0,3	2,6
Кальций, мг/100 г	33,0	159,8
Фосфор, мг/100 г	186,5	205,5
Магний, мг/100 г	66,5	89,5



массовой доли влаги по ГОСТ 21095–75, титруемой кислотности по ГОСТ 5670–51, пористости по ГОСТ 5669–51, удельного объема, выхода изделий, органолептической оценки изделий в соответствии с методиками, приведенными в [5]. Расчет содержания основных пищевых веществ в 100 г хлебобулочных изделий осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [3].

Для оценки влияния систематического употребления разработанных видов хлеба на показатели качества жизни и биохимический статус крови человека была сформирована группа добровольцев, которые получали новый вид хлеба из поликомпонитной смеси в количестве суточной нормы – 250 г в течение 21 дня, полностью исключив из своего рациона другие хлебобулочные изделия. В роли добровольцев выступили 14 соматически здоровые женщины в возрасте 20–35 лет.

Биохимический анализ крови проводили на базе аккредитованной клинической лаборатории БУЗ Орловской области «Детская поликлиника № 1». Биохимический статус крови оценивался по общепринятым показателям на содержание минеральных веществ (калий, кальций, фосфор), холестерина, липопротеинов низкой и высокой плотности, триглицеридов, глюкозы, которые позволяют составить представление о состоянии углеводного, жирового и минерального обмена.

Оценка качества жизни проводилась анкетно-опросным методом с применением программы-опросника «Тест оценки качества жизни» (SF-36). Данный метод широко применяется при проведении международных популяционных и клинических исследований и позволяет оценить эффективность проводимых оздоровительных мероприятий. Оценка качества жизни проводилась по 36 пунктам, сгруппированным в восемь шкал: общее состояние здоровья; физическое функционирование; ролевое функционирование, вызванное физическим состоянием; ролевое эмоциональное функционирование; социальное функционирование; физические ощущения; психическое здоровье. Все шкалы формируют два показателя: физический суммарный компонент и психический суммарный компонент, отражающие душевное и физическое благополучие. Показатели каждой шкалы оцениваются в баллах и варьируют между 0 и 100, где 100 представляет наивысшую оценку показателя.

Оценку показателей проводили до начала и в конце исследования (через 21 сутки). Полученные количественные показатели обрабатывали статистически с определением достоверности наблюдаемых различий с помощью t-критерия Стьюдента при  $p < 0,05$ .

Использование нового хлеба в составе рациона питания за весь период испытания не вызвало ни одного случая непереносимости, аллергических реакций и других побочных неблагоприятных явлений.

**Результаты исследования.** Сравнение потребительского достоинства хлеба «Спасского», который относится к массовым сортам ржано-пшеничного хлеба в Орловской области, с хлебом из поликомпонитной смеси (табл. 3) показывает, что хлеб из поликомпонитной смеси обладает качественными показателями массовой доли влаги и кислотности, равными контрольному образцу из торговой сети и превосходящими его по показателям удельного объема, пористости и органолептической оценки на 12,5, 3,0, 3,6, 8,4 % соответственно. Это свидетельствует, что при расчете с помощью программного обеспечения был максимально учтен технологический потенциал всего сырья, входящего в состав поликомпонитной смеси.

**Таблица 3. Качественные показатели качества хлебобулочных изделий**

**Table 3. Quality indicators of the quality of bakery products**

Показатель	Хлеб «Спасский»	Хлеб из поликомпонитной смеси
Массовая доля влаги, %	49,5 ± 0,5	49,5 ± 0,5
Удельный объем, г/см	1,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Пористость, %	52,0 ± 1,0	55,0 ± 1,0
Кислотность, град	9,0 ± 0,2	9,0 ± 0,2
Выход, %	151,6	155,2
Органолептическая оценка, балл	65,0 ± 2,0	70,5 ± 2,0

Результаты оценки пищевого состава нового хлеба и его сравнения с хлебом «Спасский» представлены в табл. 4.

**Таблица 4. Сравнительная характеристика химического состава хлебобулочных изделий из мучных поликомпонитных смесей**

**Table 4. Comparative characteristics of the chemical composition of bakery products from flour multicomposite mixtures**

Пищевое вещество	Хлеб «Спасский»	Хлеб из поликомпонитной смеси
Белок, г/100 г	7,1	8,8
Липиды, г/100 г	1,0	4,2
Углеводы (моно- и дисахариды+ крахмал), г/100 г	43	35,2
Кальций, мг/100 г	18,3	105,7
Фосфор, мг/100 г	105,1	135,9
Магний, мг/100 г	41,7	59,2
Клетчатка, мг/100 г	0,2	1,7
Энергетическая ценность, ккал	214,5	218,2

Расчетные данные табл. 4 показывают, что в 100 г в нового хлеба содержание белка выше на 1,7 %, липидов – на 3,2 %, клетчатки – в 8,5 раза, кальция – в 5,7 раза, фосфора – в 1,3 раза, магния – в 1,4 раза. Характерно, что количество усвояемых углеводов при этом снижено на 7,8 %.

Результаты оценки уровня удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах представлены в табл. 5. В соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» расчет удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах производили для I и II групп с очень низкой и низкой физической активностью наиболее трудоспособной части населения (30–39 лет) при принятой норме потребления 250 г.

Как видно из табл. 5, за счет нового хлебобулочного изделия суточная норма физиологической потребности по кальцию, фосфору, магнию удовлетворяется на 25,1 % и более. Содержание пищевых волокон в разработанных сортах хлеба позволяет удовлетворить суточную потребность в них на 21,5 % и более. За счет разработанных хлебобулочных изделий нормы суточного потребления белков удовлетворяются на 29 % и более, углеводов на 24,6 % и более.

В целом данные анализа уровня удовлетворения потребности в энергии и основных пищевых веществах, а также химический состав пищевых веществ позволяют говорить о высокой пищевой и биологической ценности разработанных сортов хлебобулочных изделий, которые могут быть

отнесены к функциональным пищевым продуктам, предназначенным для профилактики дефицита макро- и микронутриентов [1].

Результаты оценки биохимических показателей представлены в табл. 6.

Как видно из данных, представленных в табл. 6, средние значения основных биохимических показателей крови как до, так и после приема нового вида хлеба находились в пределах нормативных значений. При этом к концу исследования отмечалось достоверное снижение содержания калия в крови.

Дополнительную информацию о влиянии приема нового хлеба на организм добровольцев дает анализ индивидуальных биохимических

показателей крови. В зависимости от соответствия их значений нормативному диапазону обследуемые были распределены на 3 группы: норма, повышенное содержание, пониженное содержание. Следует отметить, что отклонения от нормативных значений носят несущественный характер и относятся к категории легкой степени. Так, при норме холестерина 3,3–6,3 ммоль/л максимальные зарегистрированные значения составили 6,8, а минимальные – 2,96. Результаты процентного распределения добровольцев по соответствию биохимических показателей крови нормативным значениям представлены в табл. 7.

Как видно из данных табл. 7, в результате систематического приема нового хлеба вдвое

**Таблица 5. Расчетные значения удовлетворенности суточной потребности в основных пищевых веществах за счет употребления 250 г разработанных хлебобулочных изделий**

**Table 5. The calculated values of the satisfaction of the daily requirement for basic food substances due to the use of 250 g of developed bakery products**

Пищевое вещество	Суточная норма физиологической потребности				Удовлетворение суточной потребности, %							
	I группа физической активности		II группа физической активности		Хлеб «Спаский»				Хлеб из поликомпонентной смеси			
					I группа физической активности		II группа физической активности		I группа физической активности		II группа физической активности	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Белки, г	68	59	77	65	27,9	32,2	24,7	28,8	32,3	37,3	28,6	33,3
Жиры, г	77	63	88	72	3,2	4,0	2,8	3,5	13,8	16,8	12,0	14,7
Углеводы, г	335	274	387	311	36,3	44,3	31,4	39,1	28,5	34,8	24,6	30,7
Ca, мг	1000				4,5				26,4			
P, мг	800				39,4				42,5			
Mg, мг	400				28,1				37,0			
Пищевые волокна, г	20				2,5				21,5			
Энергетическая ценность, ккал	2300	1900	2650	2150	22,9	27,7	19,8	24,5	25,2	30,5	21,9	27,0

**Таблица 6. Динамика средних значений биохимических показателей крови добровольцев**

**Table 6. Dynamics of average values of biochemical blood parameters of volunteers**

Нормативное значение	Биохимический показатель крови							
	глюкоза 4,1–5,9 ммоль/л	калий 3,5–5,1 ммоль/л	кальций 2,1–2,5 ммоль/л	фосфор 0,81–1,45 ммоль/л	холестерин 3,3–6,3 ммоль/л	ЛПНП 0,0–3,3 ммоль/л	ЛПВП 1,03–1,55 ммоль/л	триглицериды 0,45–2,7 ммоль/л
До начала исследования	4,52 ± 0,12	4,84 ± 0,12	2,41 ± 0,02	1,15 ± 0,04	4,55 ± 0,22	2,82 ± 0,19	1,5 ± 0,11	0,92 ± 0,18
После исследования	4,3 ± 0,11	4,48 ± 0,11	2,43 ± 0,03	1,10 ± 0,04	4,29 ± 0,18	2,74 ± 0,16	1,44 ± 0,08	0,98 ± 0,14
Уровень достоверности	p > 0,05	p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05

**Таблица 7. Процентное распределение добровольцев по соответствию биохимических показателей крови нормативным значениям**

**Table 7. Percentage distribution of volunteers according to the compliance of blood biochemical parameters with standard values**

Показатель	Содержание					
	норма		повышенное содержание		пониженное содержание	
	до исследования	после исследования	до исследования	после исследования	до исследования	после исследования
Глюкоза	85,6	92,8	0	0	14,4	7,2
Калий	71,4	85,6	28,6	14,4	0	0
Фосфор	100	100	0	0	0	0
Кальций	85,7	85,7	7,2	7,2	7,2	7,2
Холестерин	57,1	92,8	14,3	7,2	28,6	0
ЛПНП	64,3	78,6	35,7	21,4	0	0
ЛПВП	42,8	50	50	42,8	7,2	7,2
Триглицериды	64,2	85,6	14,4	7,2	21,4	7,2

сокращается число добровольцев с повышенными значениями содержания калия. При этом анализ направленности изменений концентрации калия показал его снижение у 78,5 % обследуемых. Наиболее выраженное снижение этого минерала (на 13,5–32,9 % от первоначальных значений) отмечается у лиц, имеющих превышение нормативных значений содержания калия.

Как видно из данных табл. 7, в результате систематического приема нового хлеба заметного влияния на содержание калия, кальция и фосфора, глюкозы не отмечено.

Анализ содержания холестерина показал, что на начало исследования только у 57,1 % добровольцев регистрировались значения, соответствующие нормативному диапазону. У 14,4 % пациентов концентрация холестерина превышала нормальные значения, и у 28,6 % отмечалось отставание от нормы. К концу исследования число добровольцев с нормальными значениями холестерина увеличилось на 35,7 %.

Число добровольцев с нормальным содержанием триглицеридов и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) до начала приема новых сортов хлеба не превысило 64,2 %. Введение в рацион новых сортов хлеба способствовало увеличению доли обследуемых с нормальными значениями ЛПНП и триглицеридов на 14,3 и 21,4 % соответственно.

Питание как компонент здорового образа жизни оказывает влияние на качество жизни человека. В связи с этим в нашем исследовании была проведена оценка влияния разработанных сортов хлеба на показатели качества жизни. Результаты оценки качества жизни представлены в табл. 8.

Как видно из табл. 8, после введения в рацион нового хлеба отмечается тенденция к увеличению значений по всем показателям шкалы качества жизни за исключением ролевого функционирования, вызванного физическим состоянием. При этом для таких показателей, как физическое функционирование и психическое здоровье это увеличение достигает уровня достоверных различий, повышаясь к концу исследования соответственно на 17,5 % (14 баллов) и 37,2 % (19 баллов).

Полученные данные позволяют считать, что введение в рацион нового вида хлеба из поликомпонентной смеси оказывает положительное влияние на психоэмоциональное состояние добровольцев, способствуя снижению депрессии, тревоги, а также повышает уровень физического функционирования, который отражает степень влияния состояния здоровья на желание заниматься двигательной деятельностью. Увеличение к концу исследования числа

добровольцев с нормальным уровнем холестерина и ЛПНП свидетельствует о положительном влиянии систематического употребления разработанного сорта хлеба на липидный обмен. С учетом того, что указанные липиды играют ведущую роль в патогенезе заболеваний сердечно-сосудистой системы, в частности, атеросклероза, можно рекомендовать разработанные сорта хлебобулочных изделий для профилактики этих патологий.

**Выводы.** Совокупность представленных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Новое хлебобулочное изделие по химическому составу и степени удовлетворения в потребности в макро- и микронутриентах в соответствии с требованиями ГОСТ относится к функциональным пищевым продуктам.

2. Увеличение к концу исследования числа добровольцев с нормальным уровнем холестерина и ЛПНП свидетельствует о положительном влиянии систематического употребления разработанного сорта хлеба на липидный обмен. С учетом того, что указанные липиды играют ведущую роль в патогенезе заболеваний сердечно-сосудистой системы, в частности, атеросклероза, можно рекомендовать разработанные сорта хлебобулочных изделий для профилактики этих патологий.

3. Систематический прием разработанных сортов хлеба способствует повышению качества жизни за счет улучшения психоэмоционального состояния и желания заниматься двигательной активностью, поэтому может быть рекомендован для профилактики депрессивных, тревожных состояний.

*Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках гранта № 19-016-00049 «Разработка программного комплекса автоматизированного расчета состава мучных смесей функционального и диетического питания».*

#### ЛИТЕРАТУРА

(пп. 11–18 см. References)

1. Буслаева Г.Н. Значение кальция для организма и влияние питания на его метаболизм // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. 2009. С. 4–7.
2. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений / 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
3. Косован А.П., Дремучева Г.Ф., Поландова Р.Д. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий. М.: Московская типография, № 2. 2008. 208 с.
4. Кузьминский Р.В. и др. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. М.: Прейскурантиздат, 1989. 494 с.

**Таблица 8.** Средние оценки показателей качества жизни добровольцев при употреблении нового хлеба с использованием программы-опросника SF-36 ( $p = 0,05$ )

**Table 8.** Average estimates of volunteers' quality of life indicators when consuming new bread using the SF-36 questionnaire program ( $p = 0.05$ )

Показатель	Оценка показателя качества жизни		Уровень достоверности
	до исследования	после исследования	
Общее состояние здоровья (GH)	64,1 ± 8,4	72,5 ± 9,3	$p > 0,05$
Физическое функционирование (PF)	79,9 ± 5,6	93,6 ± 4,0	$p < 0,05$
Ролевое функционирование, вызванное физическим состоянием (RP)	91,2 ± 4,3	87,5 ± 14,7	$p > 0,05$
Ролевое эмоциональное функционирование (RE)	78,7 ± 9,6	88,1 ± 12,2	$p > 0,05$
Социальное функционирование (SF)	68,6 ± 10,6	81,4 ± 11,9	$p > 0,05$
Физические ощущения (BP)	69,5 ± 10,0	86,9 ± 9,9	$p > 0,05$
Жизненная активность (VT)	54,3 ± 9,3	69,6 ± 6,6	$p > 0,05$
Психическое здоровье (MH)	51,3 ± 9,5	72,0 ± 7,0	$p < 0,05$
Физический суммарный компонент (PSC)	49,2 ± 3,7	55,5 ± 1,9	$p > 0,05$
Психический суммарный компонент (MSC)	42,2 ± 4,6	50,0 ± 4,5	$p > 0,05$



5. Лабутина Н.В., Корячкина С.Я., Березина Н.А., Хмелева Е.В. Контроль сырья, полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий: Учебно-методическое пособие. М.: ДеЛи, 2009. 650 с.
6. Лебеденко Т.Е., Соколова Н.Ю., Коженикова В.О. Современные представления о пищевой ценности хлебобулочных изделий. Основные направления для их коррекции // Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 2(58). С. 19–25.
7. Панкратьева Н.А., Заворохина Н.В. Моделирование рецептуры хлеба с повышенной пищевой ценностью и улучшенными реологическими свойствами // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1227–1233.
8. Трегубов Н.Н., Трегубова М.М. Технохимический контроль крахмало-патоchnого производства. М.: Пищевая промышленность, 1974. 216 с.
9. Тутельян В.А. Законы науки о питании // Современные медицинские технологии. 2010. № 4. С. 98–99.
10. Черняк М.И. Применение численных характеристик для оценки биологической ценности белков рыбных консервов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2000. № 2. с. 746.

## REFERENCES

1. Buslaeva G.N. Znachenie kal'tsiya dlya organizma i vliyaniye pitaniya na ego metabolism [Value of calcium for the body and the effect of nutrition on its metabolism]. *Pediatrics. Prilozhenie k zhurnalu Consilium Medicum*, 2009, pp. 4–7. (In Russ.)
2. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. et al. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants]. 3-d Edition. Leningrad: Agropromizdat Publ., 1987, 430 p. (In Russ.)
3. Kosovan, A.P., Dremucheva G.F., Polandova R.D. Metodicheskoe rukovodstvo po opredeleniyu khimicheskogo sostava i energeticheskoi tsennosti khlebobulochnykh izdelii [Guidelines for determining the chemical composition and energy value of bakery products]. Moscow: Moskovskaya tipografiya Publ., no. 2, 2008, 208 p. (In Russ.)
4. Kuz'minskii R.V. et al. *Sbornik tekhnologicheskikh instruktsii dlya proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdelii* [Collection of technological instructions for the production of bread and bakery products]. Moscow: Preiskurantizdat Publ., 1989, 494 p. (In Russ.)
5. Labutina N.V., Koryachkina S.Ya., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Kontrol' syr'ya, polufabrikatov i gotovykh khlebobulochnykh izdelii: Uchebno-metodicheskoe posobie [Control of raw materials, semi-finished products and finished bakery products: a Training manual]. Moscow: DeLi Publ., 2009, 650 p. (In Russ.)
6. Lebedenko T.E., Sokolova N.Yu., Kozhevnikova V.O. Sovremennye predstavleniya o pishchevoi tsennosti khlebobulochnykh izdelii. Osnovnye napravleniya dlya ikh korrektsii [Modern concept on nutritional value of bakery products. Main directions for their correction]. *Zernoviprodukti i kombikormi*, 2015, no. 2 (58), pp. 19–25. (In Russ.)
7. Pankrat'eva N.A., Zavorokhina N.V. Modelirovanie retseptury khleba s povyshennoi pishchevoi tsennost'yu i uluchshennymi reologicheskimi svoistvami [Modeling bread recipes with high nutritional value and improved rheological properties]. *APK Rossii*, 2017, vol. 24, no. 5, pp. 1227–1233. (In Russ.)
8. Tregubov N.N., Tregubova M.M. *Tekhnokhimicheskii kontrol' krakhmalo-patochnogo proizvodstva* [Tech-

- nochemical control of starch and syrup production]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1974, 216 p. (In Russ.)
9. Tutel'yan V.A. *Zakony nauki o pitanii* [Laws of Nutrition Science]. *Sovremennye meditsinskie tekhnologii*, 2010, no. 4, pp. 98–99. (In Russ.)
10. Chernyak M.I. *Primenenie chislennykh kharakteristik dlya otsenki biologicheskoi tsennosti belkov rybnykh konservov* [Application of numerical characteristics for estimation of biological value of canned fish proteins]. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'*. Referativnyi zhurnal, 2000, no. 2, p. 746. (In Russ.)
11. *Bakery Products Science and Technology* / ed. W. Zhou, Y.H. Hui. 2-nd ed. [S. l.]: Wiley-Blackwell, 2014, 776 p.
12. Berezina N.A., Artemov A.V., Nikitin I.A., Zavalishin I.V., Ryazanov A.N. *He Use of a Simplex Method with an Artificial basis in Modeling of Flour Mixtures for Bakery Products*. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2017, vol. 8, no. 12, pp. 338–344.
13. Bigliardi B., Galati F. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2013, vol. 31, no. 2, pp. 118–129. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/257346264\\_Innovation\\_trends\\_in\\_the\\_food\\_industry\\_The\\_case\\_of\\_functional\\_foods](https://www.researchgate.net/publication/257346264_Innovation_trends_in_the_food_industry_The_case_of_functional_foods) (accessed: 26.01.2019).
14. Kourkouta L. et al. Bread and Health. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2017, vol. 5, Is. 11, pp. 821–826. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/321342781\\_Bread\\_and\\_Health](https://www.researchgate.net/publication/321342781_Bread_and_Health) (accessed: 25.01.2019).
15. Cauvain S.P., Young L.S. *Baked Products: Science, Technology and Practice* [S. l.]: John Wiley & Sons, 2008, 240 p. Available at: [https://books.google.ru/books?id=Gj1bKrE\\_tf8C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=Gj1bKrE_tf8C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) (accessed: 22.01.2019).
16. Chen, Hai-ming. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water / Chen Hai-ming, Fu Xiong, Luo Zhi-gang. *Food Chemistry*, 2015, vol. 168, pp. 302–310.
17. Concha Olmos J., Zьсiga Hansen M.E. Enzymatic depolymerization of sugar beet pulp: Production and characterization of pectin and pectic-oligosaccharides as a potential source for functional carbohydrates. *Chemical Engineering Journal*, 2012, vol. 192, pp. 29–36.
18. Нгуьковб М., Ёвс I. Cookie Making Potential of Composite Flour Containing Wheat, Barley and Hemp. *Czech J. Food Sci.*, 2015, vol. 33, no. 6, pp. 545–555. Available at: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/169029.pdf> (accessed: 25.01.2019).

## Контактная информация:

**Березина** Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продуктов питания и организации ресторанного дела, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
e-mail: jrdan@yandex.ru

## Contact information:

**Berezina** Natalia, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Organization of Restaurant Business of Orel State University named after I.S. Turgenev  
e-mail: jrdan@yandex.ru

