6. Tutelian V.A., Mazo V.K., Shirina L.I. Znachenie selena v polnotsennom pitanii cheloveka [Significance of selenium in the full human nutrition]. *Ginekologija* [Gynecology], 2002, vol. 4, no. 2, pp. 24–29.

7. Shagova M.V. *Gigienicheskaia otsenka obespechennosti selenom beremennykh zhenshchin i detei Rossii*. Avtoref. diss. kand. med. nauk [Hygienic assessment of security selenium pregnant women and children Russia: Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 2000. 26 p.

8. Stewart R.D., Grifliths N.M., Thomson C.D., and other. Quantitative selenium metabolism in normal New Zealand women. *Br. J. Nutr.*, 1978, vol. 40, pp. 45–54.

9. Thomson C.D. Selenium speciation in human body fluids. *Ibid*, 1998, vol. 123, pp. 827–831.

South Ural State University (Research University),
Institute of Economy, Trade, Technology,
76, avenue of Lenina, Chelyabinsk, 454080, Russia.
Phone/fax: +7 (351) 267-97-33,
e-mail: admin@susu.ac.ru

*Дата поступления: 22.12.2014*

УДК 664.665

**Е.В. Невская[1], Л.А. Шлеленко[1], Д.М. Бородулин[2]**

# ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Правильное нутриентно-адаптированное питание, учитывающее специфику вида спорта, пол и индивидуальные особенности спортсменов, необходимо для достижения высоких спортивных результатов. В связи с чем, разработка хлебобулочных изделий нутриентно-адаптированных к специфике питания спортсменов, оптимизация ингредиентного состава хлебобулочных изделий с учетом технологических свойств сырья и медико-биологических рекомендаций к питанию будет способствовать не только достижению наилучших спортивных результатов, но и позволит предотвратить ряд алиментарно-зависимых заболеваний и состояний данной категории населения, что является актуальной задачей. В статье приведены данные по оптимизации ингредиентного состава хлебобулочных изделий с учетом технологических свойств сырья и медико-биологических рекомендаций к питанию спортсменов. Научно обоснован перечень ингредиентов, обладающих иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами и возможность их применения при приготовлении специализированных хлебобулочных изделий спортивного питания. Оптимизация проводилась с использованием современных программ, предусматривающих математическое моделирование рецептур изделий в реализованном диапазоне изменения параметров. Смоделирован качественный и количественный рецептурный состав в соответствии с медико-биологическими требованиями, предъявляемыми к продуктам питания спортсменов с учетом их физических нагрузок. Установлена взаимосвязь между массовой долей белковых компонентов (нутовая мука и яичный альбумин) и физико-химическими показателями качества хлебобулочных изделий для питания спортсменов. Экспериментально обосновано, что использование разработанных рецептурных композиций будет способствовать увеличению содержания белка, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, повысит биологическую ценность и суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в хлебобулочных изделиях для питания спортсменов силовых видов спорта в период их активной подготовки перед соревнованиями.

Спортивное питание, хлебобулочные изделия, композиционно униформ-рототабельное планирование эксперимента, антиоксидантная активность, пищевая и биологическая ценность.

**Введение**

Современные виды спорта характеризуются длительными интенсивными физическими и психоэмоциональными нагрузками, частыми стрессовыми ситуациями, сложными климатическими условиями и другими факторами. Важнейшим требованием при организации тренировочного процесса является грамотное построение рациона питания с обязательным восполнением затрат энергии, макро- и микронутриентов и поддержанием водного баланса организма [1, 2].

Средняя калорийность дневного рациона спортсменов в возрасте 18–25 лет, занимающихся тяжелой атлетикой, в подготовительном периоде должна составлять 3500–4500 ккал для мужчин и 3000–4000 ккал для женщин при соотношении: белок 18–20 %; жир 31–32 %; углеводы 49–50 %.

По данным НИИ спортивной медицины (РГУФКСМиТ) в структуре питания спортсменов хлебобулочные изделия составляют 760–820 ккал энергетической ценности и являются наиболее доступными и высокоусвояемыми пищевыми продуктами, с помощью которых возможна корректировка пищевой ценности.

Поэтому разработка хлебобулочных изделий, нутриентно-адаптированных специфике питания спортсменов, является актуальной задачей. Включение таких изделий в рацион будет способствовать не только достижению наилучших спортивных результатов, но и позволит предотвратить ряд алиментарно-зависимых заболеваний и состояний.

**Цель работы**

Создание оптимизированной рецептурной композиции по качественному и количественному составу с учетом технологических свойств сырья и медико-биологических требований, предъявляемых к питанию спортсменов.

**Объект и методы исследования**

Структурно-механические свойства мякиша изделий определены по величине общей деформации на автоматизированном пенетрометре АП-4/1.

Математическое моделирование рецептур изделий проводилось с использованием композиционно униформ-ротатабельного планирования эксперимента (программа «MATSTAT»), графическую интерпретацию результатов исследований получали с помощью программы «STATISTICA 6.0».

Измерение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов проводилась согласно «Методике выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом». Статистическая обработка результатов и определение отклонения стандартных ошибок рассчитывали, используя функции Microsoft Excel 2010.

Расчет пищевой ценности и аминокислотного скора белков осуществляли в соответствии с методикой, разработанной в ГОСНИИХП с использованием программы Microsoft Excel 2003.

Массовая доля витамина РР определена по ГОСТ 29140-91, витамина В1 – по ГОСТ 29138-91, витамина В6 – МВИ-04-2002, витамина D – МВИ-03-2002, витамина Е – МВИ-03-2002, кальция – ГОСТ 30178-96, железа – ГОСТ 30178-96, меди – ГОСТ 30178-96

**Результаты и их обсуждение**

Оптимизация качественного состава проводилась в соответствии с химическим составом рецептурных компонентов, обеспечивающих адекватность медико-биологическим требованиям, предъявляемым к рациону питания спортсменов силовых видов спорта. Для этого исследована возможность использования ингредиентов, способствующих снижению содержания углеводов, повышающих количество белка и жира в хлебобулочных изделиях: овсяные отруби (источник растительного белка и пищевых волокон), сухая пшеничная клейковина (источник растительного белка), нутовая мука (источник растительного белка), сухой куриный белок (источник животного белка), семена подсолнечника (источник растительного белка и полиненасыщенных жирных кислот), БАД «Эраконд» (источник антиоксидантов), кукурузное масло (источник полиненасыщенных жирных кислот и антиоксидантов), семена кунжута (источник растительного белка) и семена льна (источник растительного белка).

Оптимизацию количественного состава обогащающих ингредиентов проводили на основании технологических свойств сырья, рекомендуемого суточного потребления хлебобулочных изделий (300–350 г) и соотношения белков, жиров и углеводов в рационе питания спортсменов силовых видов спорта с использованием метода математического моделирования (композиционно униформ-ротатабельного планирования (КУРП) эксперимента). Исследовано комплексное влияние нутовой муки и сухого яичного белка на удельный объем, пористость, общую деформацию сжатия и кислотность хлеба.

Для этого спланирован эксперимент и проведена серия пробных лабораторных выпечек хлебобулочных изделий с применением в различных соотношениях нутовой муки (от 2 до 12 % взамен пшеничной муки) и сухого яичного белка (от 1 до 5 % к массе муки).

В результате были получены регрессионные уравнения, адекватно описывающие зависимость показателей качества хлеба в реализованном диапазоне изменения параметров, и построены поверхности отклика (рис. 1), позволяющие моделировать рецептуры хлебобулочных изделий:

*Удельный объем* $= +2{,}86 - 0{,}138388 \cdot x_1 - 0{,}0396447 \cdot x_2 - 0{,}01125 \cdot x_1^2$,

*Пористость* $= +79{,}2 - 1{,}33211 \cdot x_1 - 1{,}1 \cdot x_2^2$

*Общая деформация* $= +45{,}8 - 1{,}08211 \cdot x_1 + 1{,}18566 \cdot x_2 + 3{,}75 \cdot x_1 \cdot x_2 + 4{,}4125 \cdot x_1^2 + 1{,}9125 \cdot x_2^2$

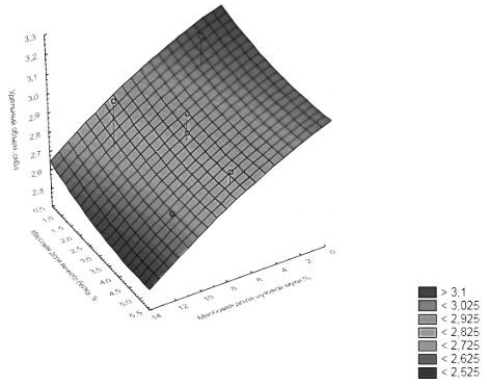
*Кислотность* $= +2{,}82 - 0{,}216421 \cdot x_2 + 0{,}09 \cdot x1^2 + 0{,}14 \cdot x_2^2$,

где $x_1$ – массовая доля нутовой муки, $x_2$ – массовая доля сухого яичного белка.

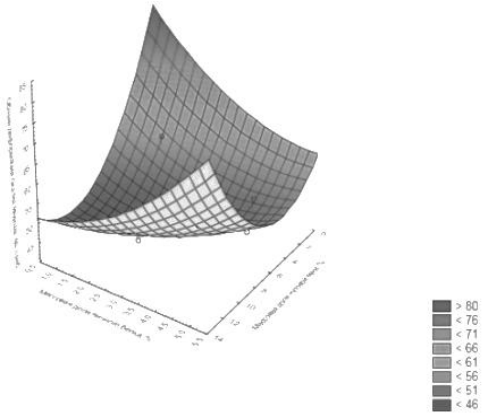
В результате установлено оптимальное количество нутовой муки 7 % (взамен пшеничной муки 1 сорта) и сухого яичного белка – 2 % (к массе муки) в рецептуре хлебобулочных изделий, характеризующихся высокими потребительскими свойствами (физико-химическими и органолептическими показателями). Также в рецептуру изделий добавляли овсяные отруби в количестве 5 %, кукурузное масло в количестве 5 %, БАД «Эраконд» в количестве 0,6 %, сухую пшеничную клейковину в количестве 2 %.

Один из критериев эффективности хлебобулочных изделий для питания спортсменов – их антиоксидантная активность.

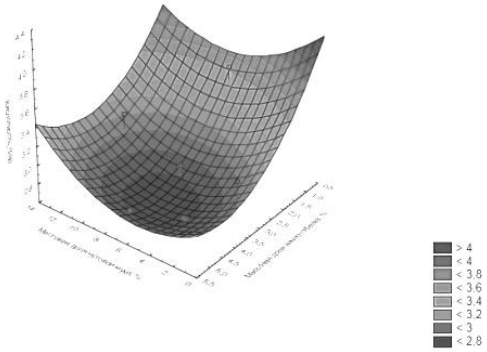
В исследуемых образцах измерено суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов. Проведена статистическая обработка результатов анализа и по средним значениям построено графическое отображение экспериментальных данных суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов с планками погрешности стандартных ошибок. По расчетным данным стандартное отклонение составило +4,2 мг/100 г.



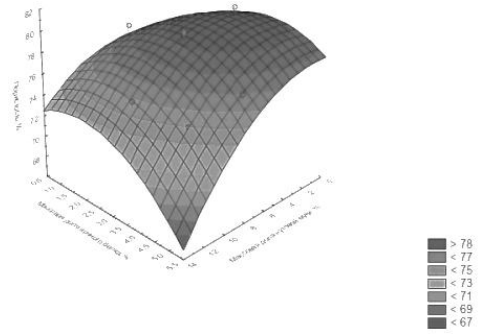

а)




б)




в)




г)

Рис. 1. Влияние массовой доли нутовой муки и сухого яичного белка на удельный объем (а), общую деформацию сжатия (б), кислотность (в) и пористость (г)

Установлено, что внесение исследуемых рецептурных компонентов способствует увеличению антиоксидантной активности изделий на 77 % по сравнению с контрольным образцом (без добавок).

Анализ результатов расчета аминокислотного скора показал, что содержание лимитирующих для хлеба незаменимых аминокислот увеличилось. В зависимости от вида изделия по сравнению с контролем аминокислотный скор изолейцина, увеличился на 22,5 %, лейцина – на 8 %, лизина – на 32 %, валина – на 27 %, треонина – на 17 %, метионина и цистина – на 262 %, фенилаланина и тирозина– на 18 %, что свидетельствует о повышении биологической ценности данных изделий (рис. 2).

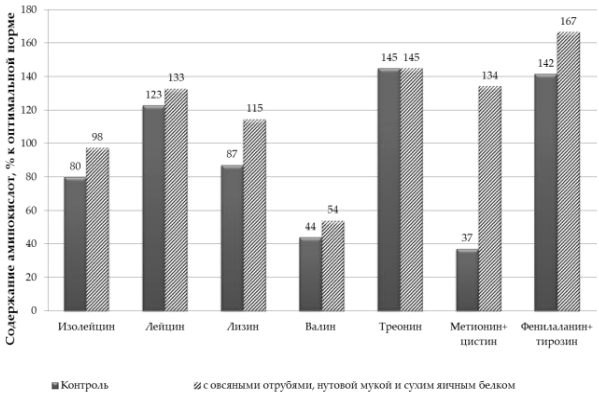



Рис. 2. Аминокислотный скор хлебобулочных изделий для спортсменов силовых видов спорта

Выявлено, что содержание глутаминовой кислоты, которая способствует восстановлению мышечной ткани после тренировок, увеличивалось по сравнению с контрольным образцом на 80 %.

Расчет пищевой ценности показал, что при введении в рецептуру хлеба исследуемых ингредиентов увеличилось содержание белка на 16 %, жиров – на 38 %, железа – на 19 %, пищевых волокон – на 19 %, кальция – на 60 %, витаминов: $B_1$ – на 50 %, $B_2$ – на 10 %, PP – на 7 % по сравнению с контрольным образцом без добавок [3, 4].

Рассчитана степень покрытия суточной потребности за счет употребления разработанных хлебобулочных изделий. Установлено, что за счет употребления 300 г изделий суточная потребность в белке покрывается на 13–15 %, в углеводах – на 30–38 %, в жирах – на 9–12 %.

На базе ГНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова определено фактическое содержание витаминов ($B_1$, $B_6$, PP, D, E) и минеральных веществ (Ca, Cu, Fe) в 100 г контрольного образца без добавок и разработанных хлебобулочных изделиях для питания спортсменов.

В сравнении с контрольным образцом в разработанных изделиях больше витаминов ($B_1$ – на 62 %, $B_6$ – на 54 %, PP – на 28 %, D – на 175 %) и минеральных веществ (кальция – на 12 %, меди – на 29 %, железа – на 20 %).

Полученные данные положены в основу методологии создания хлебобулочных изделий, нутриентно-адекватных питанию спортсменов силовых видов спорта в подготовительном периоде перед соревнованиями.

## Список литературы

1. Щепина, В.М. Оценка адаптационных возможностей спортсменов / В.М. Щепина и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2009. – №1. – С. 27–30.

2. Полиевский, С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов / С.А. Полиевский. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – С. 384.

3. Косован, А.П. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий / А.П. Косован, Г.Ф. Дремучева, Р.Д. Поландова. – М: Московская типография № 2. – 2008. – С. 216.

4. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. член–корр. МААИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – С. 236.

[1]ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
хлебопекарной промышленности»,
107553, Россия, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, 26А.
Тел.: +7 (499)780-72-92,
e-mail: info@gosniihp.ru

[2]ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

## SUMMARY

**E.V. Nevskaya[1], L.A. Shlelenko[1], D.M. Borodulin[2]**

# OPTIMIZATION OF THE RECIPE COMPOSITION OF BAKERY PRODUCTS FOR SPORTS NUTRITION

A proper nutrient adapted diet considering the specific kind of sport, sex and individual characteristics of sportsmen is necessary for achieving high sports results. Therefore, the development of bakery products, which are nutrient adapted to the sportsmen nutrition, optimization of ingredient composition of bakery products with regard to technological properties of raw materials and biomedical recommendations will not only contribute to the achievement of better athletic results, but also prevent a number of alimentary-dependent diseases and conditions of this population category, that is a significant task. The article presents the data on the optimization of ingredient composition of bakery products with regard to technological properties of raw materials and biomedical recommendations for sportsmen nutrition. The list of ingredients with immunomodulating and antioxidant properties and their application in the production of specialized bakery products of sports nutrition have been scientifically proved. The optimization has been performed with the use of modern programs involving mathematical modeling of product recipes in the implemented range of parameter changes. Qualitative and quantitative recipe composition has been modeled in accordance with the biomedical requirements to foods for sportsmen taking into account their physical activities. The interconnection between the mass fraction of protein components (garbanzo bean flour and egg albumin) and physical and chemical quality indices of bakery products for sportsmen nutrition has been established. It has been experimentally proved that the use of the developed recipe compositions helps to increase the content of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, minerals. It will increase the biological value and total content of water-soluble antioxidants in bakery products for the nutrition of sportsmen during their active training before competitions.

Sports nutrition, bakery products, composite uniform-rotatable planning of the experiment, antioxidant activity, nutritive and biological value.

## References

1. Schepina G.M., Gorovits E.S., Karpunina T.I., Sirotin A.B., Afanasyevskaya E.V., Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostei sportsmenov [On assessment of adaptive abilities of athletes]. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2009, no. 1, pp. 27-30.

2. Polievskii S.A. *Osnovy individual'nogo i kollektivnogo pitaniya sportsmenov* [Bases of individual and collective food of athletes]. Moscow, Fizkul'tura i sport, 2005. 384 p.

3. Kosovan A.P., Dremucheva G.F., Polandova R.D. *Metodicheskoe rukovodstvo po opredeleniyu himicheskogo sostava i energeticheskoi cennosti hlebobulochnyh izdelii* [Methodical guide to definition of a chemical composition and power value of bakery products]. Moscow, Moskovskaya tipografiya № 2, 2008. 216 p.

4. Skurihin I.M., Tutelyan V.A. *Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov: Spravochnik* [Chemical composition of Russian food: Reference]. Moscow, DeLee print, 2002. 236 p.

[1]State Scientific Institution
Research Institute of the Baking Industry,
26A, B. Cherkizovskaya, Moscow, 107553, Russia.
Phone: +7 (499) 780-72-92,
e-mail: info@gosniihp.ru

[2]Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 14.12.2014*

УДК 664.66:631.561.4:66.014

**Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева,
Ю.В. Юнаковская, Е.А. Левшина**

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ БИОАКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Вовлечение в оборот сырьевых ресурсов растительного происхождения и разработка оптимальных способов их переработки могут решить основные проблемы пищевой промышленности в обеспечении населения продуктами функционального назначения. В данной работе была проведена сравнительная оценка качества полуфабрикатов из биоактивированного зерна пшеницы и изделий на их основе, исследованы их органолептические, физико-химические показатели, интенсивность расщепления углеводов и изменение уровня сахара в крови после употребления хлеба, перевариваемость белков его мякиша, микробиологические показатели. Установлено, что наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями обладал хлеб «Экохмель» и «Элит», это объясняется свойствами дополнительного сырья (композиции хмелевой и муки из жмыха пшеничных зародышей). Более высокий гликемический индекс наблюдался в изделии с мукой из жмыха зародышей пшеницы, что связано с ее химическим составом; наименьшим значением перевариваемости белков мякиша отличался хлеб «Лучик». Образцы на закваске, приготовленной с хмелевой композицией, имели большую микробиологическую чистоту, что объясняется антибактериальными свойствами хмеля, вносимого на стадии приготовления густой закваски, которая также содержит в своем составе молочную и уксусную кислоты, обладающие бактериостатическим и фунгицидным эффектами. Результаты расчета химического состава, энергетической ценности и степени удовлетворения суточной потребности в веществах показали, что все изделия богаты минеральными веществами и витаминами. Внесение муки из жмыха пшеничных зародышей способствовало дополнительному повышению биологической ценности зернового хлеба за счет полноценного аминокислотного состава содержащихся в ней белков. Данные исследования положены в основу разработки технологии, расширения ассортимента изделий повышенной пищевой ценности из биоактивированного зерна пшеницы.

Биоактивированное зерно пшеницы, композиция хмелевая, мука из жмыха пшеничных зародышей, хлеб, показатели качества, гликемический индекс.

**Введение**

К основным задачам программы, разработанной в рамках реализации «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.», относятся обеспечение расширения производства продуктов на злаковой основе и вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, позволяющих увеличить выход готовой продукции [1].

Хлебобулочные изделия являются продуктом массового потребления, поэтому их обогащение с целью формирования здорового типа питания является актуальной задачей. Научные исследования, проводившиеся в последние десятилетия, доказали, что зерновой хлеб – это наиболее богатый и доступный источник полезных веществ, который может служить для обогащения рациона человека. Он обладает не только хорошими вкусовыми качествами, но также содержит на 40–55 % больше белков, жиров и пищевых волокон, на 60–80 % витаминов Е, РР, группы В по сравнению с хлебом из пшеничной муки второго сорта. Доказано, что все цельнозерновые продукты способствуют снижению уровня холестерина в крови, а люди, включающие их в свой ежедневный рацион, менее подвержены риску возникновения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, реже страдают от диабета второго типа.