

## Использование муки из семян льна в производстве кекса повышенной пищевой ценности

К. С. Каменева, К. В. Щевьева, Н. Л. Наумова\*

\*Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия;  
e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9797-2583>

### Информация о статье      Реферат

Поступила в редакцию  
01.02.2020;

получена  
после доработки  
02.08.2020

### Ключевые слова:

мучные кондитерские  
изделия,  
кекс,  
мука льняная,  
пищевая ценность

Состав кексов перегружен жирами и быстрыми углеводами, беден пищевыми волокнами, витаминами и минеральными компонентами, в то же время ассортимент требует совершенствования с точки зрения повышения пищевой и биологической ценности, с этой целью производители используют различные виды нетрадиционного растительного сырья. Общеизвестно, что семена льна и продукты их переработки по составу функциональных веществ являются универсальными обогатителями пищевых систем. В этой связи целью исследований стало усовершенствование рецептуры кекса в направлении повышения его пищевой ценности путем применения льняной муки. Исследована сенсорная сочетаемость, физико-химические показатели и пищевая ценность сырья – муки пшеничной высшего сорта, муки из семян льна. Выявлено превосходство льняной муки над пшеничным сырьем по количеству отдельных макро- и микронутриентов. Испытано несколько вариантов модификации рецептуры кекса "Европейский" путем выпечки модельных образцов. Установлена практическая возможность замещения 20 % пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта на льняную муку в технологии кекса "Европейский", что способствует формированию новых вкусовых, ароматических и цветовых оттенков, увеличению количества минеральных элементов (магния – в 3,9 раза, меди – в 2,9 раза, селена – в 2,4 раза, марганца – в 1,9 раза, цинка – в 1,7 раза, кальция – на 20,9 %, фосфора – на 24,5 %, железа – на 17,6 %, белка (на 13,4 %) и пищевых волокон (на 12,6 %) в продукции при снижении закладки растительного масла в рецептуру кекса.

### Для цитирования

Каменева К. С. и др. Использование муки из семян льна в производстве кекса повышенной пищевой ценности. Вестник МГТУ. 2020. Т. 23, № 3. С. 195–204. DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-195-204.

## The use of flour from flax seeds in the production of cake of high nutritional value

Kseniya S. Kameneva, Kseniya V. Shcheveva, Nataliya L. Naumova\*

\*South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia;  
e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9797-2583>

### Article info

Received 01.02.2020;

received in revised  
02.08.2020

### Key words:

flour confectionery,  
cake,  
flaxseed flour,  
nutritional value

### Abstract

The composition of the cake is overloaded with fats and fast carbohydrates, poor in dietary fiber, vitamins and minerals, and the assortment requires improvement in terms of increasing nutritional and biological value, for this purpose, manufacturers use various types of non-traditional plant materials. It is well known that flax seeds and their processed products, by the composition of functional and biologically active substances, are universal enrichment agents for food products. In this regard, the aim of the research is to optimize the classic formulation of cake in the direction of increasing its nutritional value through the use of flax flour. Sensory compatibility, physicochemical parameters and nutritional value of raw materials – wheat flour, flax seed flour – have been studied. The superiority of flour from flax seeds over wheat raw materials in the number of nutrients has been revealed. Several modifications of the European Cupcake recipe have been tested by baking model samples. The practical possibility of replacing 20 % premium wheat flour with linseed flour in the European Cupcake technology has been established, which contributes to the formation of new taste, aromatic and color shades, an increase in the number of mineral elements (magnesium – 3.9 times, copper – 2.9 times, selenium – 2.4 times, manganese – 1.9 times, zinc – 1.7 times, calcium – 20.9 %, phosphorus – 24.5 %, iron – 17.6 %), protein (by 13.4 %) and dietary fiber (by 12.6 %) in products with a decrease in the laying of vegetable oil in the cake formulation.

### For citation

Kameneva, K. S. et al. 2020. The use of flour from flax seeds in the production of cake of high nutritional value. *Vestnik of MSTU*, 23(3), pp. 195–204. (In Russ.) DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-195-204.

## Введение

Ассортимент мучных кондитерских изделий достаточно широк и составляет несколько тысяч наименований. В общем объеме производства и потребления по разным регионам Российской Федерации им принадлежит первое место. Благодаря неизменным вкусовым предпочтениям потребителей, доступной ценовой политике и высокому качеству потребление мучных кондитерских изделий неуклонно растет из года в год. При этом каждый восьмой потребитель покупает, любит и активно употребляет кексы (Ливинская и др., 2016; Лиханова и др., 2016; Плотникова и др., 2017). Однако их состав перегружен жирами и быстрыми углеводами, беден пищевыми волокнами, витаминами и минеральными компонентами. Вместе с тем ассортимент требует совершенствования с точки зрения повышения пищевой и биологической ценности, для этого используют различные виды нетрадиционного растительного сырья (Пономарева и др., 2017; Миневиц и др., 2018): существуют технологии применения порошка из сушеных яблок, томатов, пшеничных отрубей, порошка из плодов шиповника и капусты брокколи, фруктовых компонентов, амарантовой и черемуховой муки, семян льна в технологии производства кексов (Белова, 2015; Воронина, 2016; Мажулина и др., 2017; Панина и др., 2018; Плужникова и др., 2019; Пирожкова и др., 2019).

Общеизвестно, что продукты переработки семян льна по составу функциональных веществ являются универсальными обогатителями пищевых систем. В льняной муке по сравнению с пшеничной содержится в 6–8 раз больше пищевых волокон, в 2,5 раза – белков, в 5 раз – жиров, а крахмала в 100 г содержится лишь 10,9 г. Белки льняной муки обладают высокой биологической ценностью (НАК = 41,1). Содержание растворимых и нерастворимых волокон варьирует в пределах 20:80–40:60. Баланс  $\alpha$ -линоленовой и линолевой кислот, содержащихся в больших количествах в муке из семян льна, важен для гомеостаза и нормального развития организма человека, так как способствует работе кишечника, снижает риск развития атеросклероза и липодемических отложений. В минеральном комплексе обезжиренной льняной муки преобладают калий, фосфор, магний, также содержатся железо, цинк, марганец (Цыганова и др., 2017; Красина и др., 2014; Лаврова и др., 2016; Мельникова и др., 2016; Заруба и др., 2015; Барсукова и др., 2016; Воронова и др., 2016; Фазылова и др., 2020). Льняная мука богата витаминами А, Е, К, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>. В составе семени льна обнаружены линокофеин, линоцинамарин и гликозид линамарин, 30 % каротиноидов и 50 % токоферолов, а также уникальные полифенолы (лигнаны), способные выступать в роли антиоксидантов и действовать как фитоэстрогены. В стериновой фракции льняного масла содержится 41 %  $\beta$ -ситостерина, 26 % кампостерина, 13 %  $\delta$ -авенастерина, 9 % циклоартенола, 2 % метилциклоартенола и 2 % холестерина (Курдюков и др., 2019; Борисова, 2015).

Целью исследования стало усовершенствование рецептуры кекса в направлении повышения его пищевой ценности путем применения муки из семян льна.

## Материалы и методы

Объектами для испытаний выступили пробы сырья и модельных образцов полуфабрикатов:

- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017) производства АО "МАКФА" (Россия, Челябинская область, Сосновский р-он, п. Рошино);
- мука из семян льна производства ООО "Специалист" (Россия, Алтайский край, г. Бийск);
- образцы теста и выпеченных полуфабрикатов кекса "Европейский" производили базового (контроль) и модифицированного составов (с замещением 15 % (опыт 1), 20 % (опыт 2) и 25 % (опыт 3) пшеничной муки на льняную и соответствующим снижением закладки растительного масла с целью соответствия модельных образцов кекса по сумме жиров продукции унифицированной рецептуры) (табл. 1). Температура выпечки составила 190 °С, продолжительность – 30 мин, масса нетто выпеченных образцов – 0,05 кг.

Таблица 1. Рецепт кекса "Европейский" (ТУ 9139-006-66312853-11)

Table 1. Recipe of the cake "European" (TU 9139-006-66312853-11)

Сырьевые компоненты	Содержание сухих веществ, %	Расход на 1 т готовой продукции	
		в натуре, кг	в сухих веществах, %
Яйца куриные пищевые	27,00	308,12	83,19
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	100,00	252,10	252,10
Сахар-песок	99,85	224,09	223,75
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	85,50	196,08	167,65
Смесь "Астри Маффин концентрат"	87,00	140,06	121,85
Итого	–	1 176,47	848,54
Выход	80,30	1 000,00	681,38

Органолептическую оценку муки проводили по ГОСТ 27558-87, кекса – по ГОСТ 5897-90 (дегустационную оценку – по ГОСТ 31986-2012). Массовые доли веществ определяли: влаги – по ГОСТ 9404-88, белка – по ГОСТ 10846-81, сахара – по ГОСТ 5903-89, жира и золы – по МУ 4237-86. Содержание пищевых волокон определяли классическим методом (*Руководство...*, 1998), содержание кальция, марганца и магния – по Р 4.1.1672-03, железа, меди, цинка – по ГОСТ 30178-96, фосфора – по ГОСТ 30615-99, селена – по М 04-33-2004. В выпеченных полуфабрикатах исследовали щелочность – по ГОСТ 5898-87, влажность – по ГОСТ 5900-2014, намокаемость – по ГОСТ 10114-80.

### Результаты и обсуждение

При производстве мучных кондитерских изделий с применением сырья, имеющего высокий биотехнологический потенциал, необходимо обеспечить хорошие показатели качества и высокую пищевую ценность (*Пономарева и др.*, 2017). В этой связи изучали органолептическую совместимость (рис. 1) и пищевую ценность (табл. 2) нетрадиционного растительного материала.

Мука из семян льна отличается от пшеничной муки ярко выраженным коричнево-серым цветом, обильным запахом, сладковатым свойственным привкусом. Установлена приемлемая сенсорная сочетаемость изучаемого сырья, позволяющая использовать его в составе сложных пищевых систем.

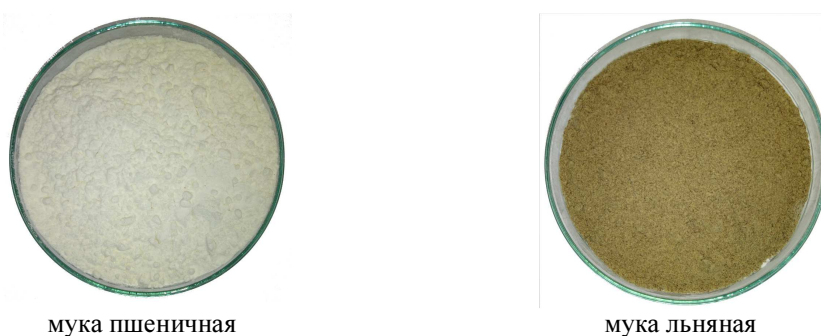


Рис. 1. Внешний вид сырья  
Fig. 1. Appearance of raw materials

Дальнейшие испытания физико-химических характеристик изучаемого сырья позволили подтвердить общеизвестное превосходство льняной муки по показателям пищевой ценности над пшеничной хлебопекарной мукой высшего сорта. Так, нетрадиционный сырьевой компонент отличается высоким содержанием липидов (в 11,6 раза), пищевых волокон (в 3,4 раза), белка (в 3,3 раза), минеральных элементов (магния – в 31,9 раза, меди – в 14,8 раза, марганца – в 11 раз, кальция и цинка – в 10,9 раза, фосфора – в 9,6 раза, селена – в 5,4 раза, железа – в 2,3 раза).

Таблица 2. Физико-химические показатели и пищевая ценность сырья  
Table 2. Physical and chemical indicators and nutritional value of raw materials

Показатель	Результаты испытаний		
	мука пшеничная	мука льняная	
Массовая доля влаги, %	11,3 ± 0,3	8,0 ± 0,4	
Массовая доля белка, %	10,1 ± 0,4	32,9 ± 0,3	
Массовая доля жира, %	1,10 ± 0,02	12,8 ± 0,4	
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т. ч.:	3,91 ± 0,03	13,12 ± 0,04	
	растворимых	1,00 ± 0,02	4,70 ± 0,03
	нерастворимых	2,91 ± 0,03	8,42 ± 0,04
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,51 ± 0,02	3,09 ± 0,05	
Минеральные элементы, мг/кг, в т. ч.:			
P	860,32 ± 67,22	8 281,20 ± 517,45	
Ca	208,64 ± 18,13	2 265,72 ± 188,31	
Cu	1,29 ± 0,11	19,06 ± 1,53	
Fe	54,19 ± 0,37	123,24 ± 10,67	
Mg	180,77 ± 15,21	5 761,55 ± 433,45	
Zn	12,3 ± 1,14	134,72 ± 12,38	
Mn	3,28 ± 0,26	36,09 ± 2,75	
Se	0,16 ± 0,06	0,87 ± 0,03	

Известно, что в масле высоколиноленовых сортов льна доля  $\alpha$ -линоленовой кислоты может достигать 64–66 %, олеиновой – 14,3–22,4 %, линолевой – 12,4–13,4 %. В масле низколиноленовых сортов льна доля  $\alpha$ -линоленовой кислоты составляет 2–6 %, олеиновой – 16,0–23,5 %, линолевой – 62,6–66,9 % (Инатова и др., 2004). Полиненасыщенные жирные кислоты обладают широким спектром противовоспалительных и кардиопротекторных эффектов, участвуют в регуляции различных процессов, протекающих в митохондриях (Rohrbach, 2009). Однако обогащение рациона  $\alpha$ -линоленовой кислотой льняного масла может приводить к снижению обеспеченности организма витамином Е и ухудшению общего витаминного статуса (Коденцова и др., 2014).

Из литературных данных известно, что белки льняной муки отличаются высоким содержанием наиболее ценных водорастворимых фракций – альбуминов (до 45,3 %) и практически не содержат спирторастворимой фракции (до 1,1 %), что подтверждает целесообразность ее применения для питания людей, страдающих целиакией (Барсукова и др., 2016). Установленные уровни минеральных элементов позволяют рассматривать льняную муку как социально значимый функциональный компонент в рецептурах мучных изделий. При этом необходимо помнить, что избыток магния в организме человека может вызывать нарушения артериального давления, осмотического баланса, синтеза цитотоксических антител, избыток меди – расстройств функции печени, почек, нервной системы, нарушения обмена цинка и молибдена (Скальный и др., 2002). Высокое содержание пищевых волокон дополнительно определяет технологические свойства льняной муки, главным образом, обуславливающие вязкость теста (Красильников и др., 2014). В этой связи используются ее рекомендуемые дозировки по применению в технологиях мучных изделий (% от массы пшеничной муки): при производстве хлеба и сдобы – 7,5–10 % (Миневич и др., 2018; Конева и др., 2019; Маркарян и др., 2019), при производстве печенья, кексов, маффинов – 5–15 % (Миневич и др., 2018; Цыганова и др., 2017; Мельникова и др., 2016; Снегирева и др., 2019; Садыгова и др., 2018).

Из опросов потребителей известно, что для кексов желаемыми показателями качества являются: внешний вид, состав, гармоничность вкуса, интенсивность аромата, сохранность формы и др. (Лиханова и др., 2016). В этой связи определенный интерес представляло изучение влияния различных дозировок муки из семян льна на формирование органолептических свойств полуфабрикатов и выпеченных образцов кекса "Европейский" (рис. 2). Результаты органолептической оценки качества контрольных и опытных проб показали положительное влияние применяемых решений только на вкусоароматические характеристики готовых изделий. Так, в опытных образцах выпеченного кекса появились ореховые тона, усиливающиеся по мере увеличения дозировки льняной муки (в экспериментальных пробах теста данные характеристики не установлены).

Цветовая гамма опытных проб полуфабрикатов и выпеченных изделий также изменялась с повышением закладки льняного сырья – от серого с коричневым оттенком (опыт 1) до коричневого (опыт 3) цвета на фоне светло-желтого контроля. Консистенция экспериментальных образцов теста и готовых изделий имела тенденцию к уплотнению при повышении закладки нетрадиционного сырья. У выпеченных кексов – структура мягкая, разрыхленная. Форма модельных образцов выпеченных полуфабрикатов была свойственной, правильной, без деформаций, поверхность – выпуклой, с характерными трещинами, шероховатой (высота изделий снижалась с 5,3 см (контроль) до 4,5 см (опыт 3)), состояние мякиша – хорошо пропеченный полуфабрикат без следов непромеса, эластичный, с развитой пористостью, без посторонних включений.

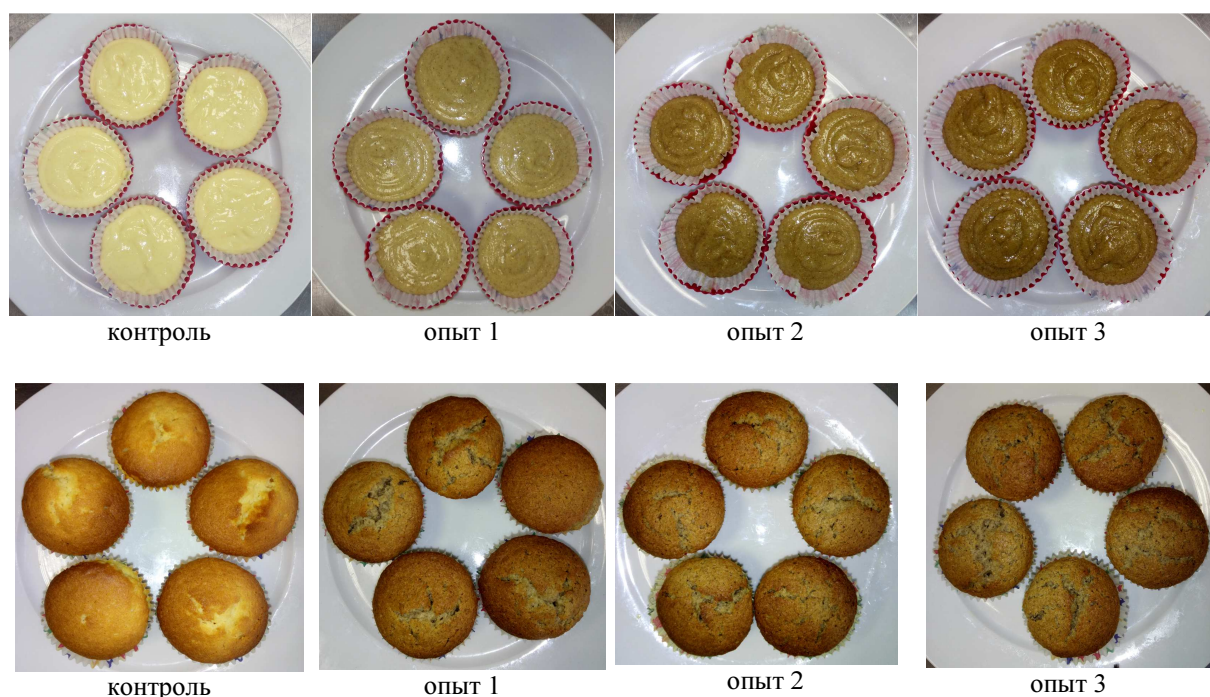


Рис. 2. Внешний вид модельных образцов теста и выпеченных полуфабрикатов

Fig. 2. Appearance of model dough samples and baked semi-finished products

Для детального изучения потребительских свойств модельных образцов выпеченных полуфабрикатов использовали дегустационную оценку, результаты которой представлены на рис. 3. Определено, что максимально отличные от контрольного образца характеристики имела модель с 25 %-м замещением пшеничной муки. Так, из-за присутствия коричневого цвета оценка за показатель была снижена до  $3,2 \pm 0,3$  балла, из-за уплотнения мякиша – до  $4,0 \pm 0,2$  балла, за излишнее растрескивание поверхности – до  $4,1 \pm 0,2$  балла. В результате в качестве рекомендуемой для замещения пшеничной муки на льняную в технологии кекса "Европейский" была выбрана дозировка в количестве до 20 %. В этой связи в дальнейших испытаниях принимали участие контроль и опыт 2.

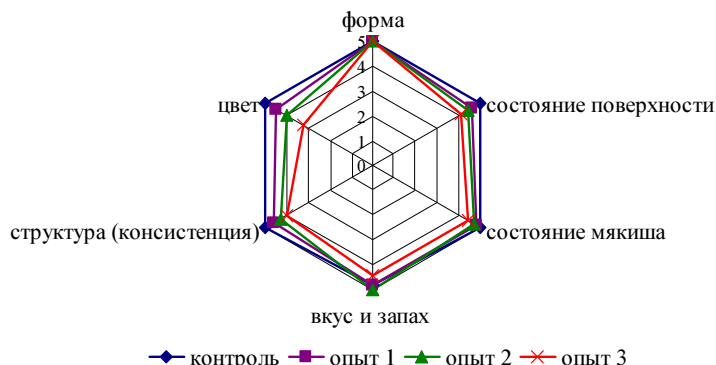


Рис. 3. Профилограмма выпеченных полуфабрикатов  
Fig. 3. Profilogram of baked semi-finished products

Выявлено положительное влияние применяемой льняной муки на пищевую ценность готовой продукции. Так, содержание белка в модифицированной разработке увеличилось на 13,4 %, пищевых волокон – на 12,6 %, магния – в 3,9 раза, меди – в 2,9 раза, селена – в 2,4 раза, марганца – в 1,9 раза, цинка – в 1,7 раза, кальция – на 20,9 %, фосфора – на 24,5 %, железа – на 17,6 % (табл. 3).

В соответствии с МР 2.3.1.2432-08 употребление 1 порции, состоящей из 2 кексов "Европейский" базовой рецептуры, способно удовлетворить суточную норму потребления взрослым человеком пищевых волокон на 14,5 %, селена – 27,1 % (для мужчин) и 34,5 % (для женщин), фосфора – 20 %, железа – 12,8 % (для мужчин) и 7,1 % (для женщин), цинка – 4,5 %, кальция – 3,7 %, магния – 2,2 %. Для сравнения, употребление аналогичного количества кекса измененного состава позволяет покрыть несколько больший уровень потребности в пищевых волокнах (16,5 %), селене (65 % – для мужчин и 83,6 % – для женщин), фосфоре (24,8 %), железе (15,1 % – для мужчин и 8,4 % – для женщин), меди (10 %), магнии (8,3 %), цинке (8,4 %), марганце (6,5 %), кальции (4,5 %).

Таблица 3. Показатели качества и нутриентный состав модельных образцов выпеченных полуфабрикатов  
Table 3. Quality indicators and nutrient composition of model samples of baked semi-finished products

Показатель	Результаты испытаний		
	контроль	опыт 2	
Массовая доля влаги, %	$19,1 \pm 1,3$	$19,9 \pm 1,2$	
Массовая доля белка, %	$8,2 \pm 0,4$	$9,3 \pm 0,5$	
Массовая доля сахара, %	$20,9 \pm 0,7$	$20,8 \pm 0,9$	
Массовая доля жира, %	$32,9 \pm 1,7$	$32,7 \pm 1,8$	
Массовая доля золы, нерастворимой в 10 %-м растворе соляной кислоты, %	$0,053 \pm 0,002$	$0,058 \pm 0,002$	
Щелочность, градусы	$1,4 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,2$	
Намокаемость, %	$183,6 \pm 1,9$	$190,3 \pm 1,7$	
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т. ч.:	$2,93 \pm 0,03$ (14,5*)	$3,30 \pm 0,04$ (16,5*)	
	$1,22 \pm 0,02$	$1,44 \pm 0,04$	
	$1,71 \pm 0,03$	$1,86 \pm 0,03$	
Содержание минеральных элементов, мг/кг, в т. ч.:			
	P	$1\ 595,03 \pm 141,70$ (20*)	$1\ 985,30 \pm 183,22$ (24,8*)
	Ca	$370,79 \pm 25,31$ (3,7*)	$448,22 \pm 40,07$ (4,5*)
	Cu	менее 0,5	$1,01 \pm 0,12$ (10*)
	Fe	$12,85 \pm 1,14$ (м/ж – 12,8/7,1*)	$15,11 \pm 1,44$ (м/ж – 15,1/8,4*)
	Mg	$85,88 \pm 7,61$ (2,2*)	$332,75 \pm 27,34$ (8,3*)
	Mn	менее 0,1	$1,35 \pm 0,12$ (6,5*)
	Zn	$5,84 \pm 0,41$ (4,5*)	$10,11 \pm 0,72$ (8,4*)
	Se	$0,19 \pm 0,07$ (м/ж – 27,1/34,5*)	$0,46 \pm 0,05$ (м/ж – 65/83,6*)

Примечание. \* – удовлетворение суточной потребности при употреблении 100 г кекса, %.



Намокаемость экспериментальных проб кекса увеличилась на 3,6 %, что свидетельствует о их несколько большем влиянии на скорость переваривания в желудочно-кишечном тракте. Значение остальных показателей не превысило регламентированных норм.

### **Заключение**

Установлено, что использование муки из семян льна в производстве кекса повышенной пищевой ценности возможно при замещении ею пшеничного сырья в количестве до 20 %. Это способствует формированию новых вкусовых, ароматических и цветовых оттенков, некоторому повышению намокаемости, увеличению количества пищевых волокон, минеральных элементов и белка при снижении закладки растительного масла в рецептуру кекса.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011.

### **Библиографический список**

- Барсукова Н. В., Тырлова О. Ю. Использование льняной муки в производстве кулинарных изделий специализированного назначения // *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2016. № 1–2(14–15). С. 71–74.
- Белова И. Л. Влияние яблочных продуктов на качество кекса // *Студенческая наука и XXI век*. 2015. № 12. С. 3–5.
- Борисова А. Г. Лен масличный – перспективная культура агропромышленного комплекса юга России // *Новая наука: от идеи к результату*. 2015. № 5–2. С. 3–5.
- Воронина П. К. Применение сушеных томатов в технологии приготовления кексов // *Инновационная техника и технология*. 2016. № 2(7). С. 9–14.
- Воронова Н. С., Бередина Л. С., Устименко А. В. Исследование витаминного и минерального комплекса обезжиренной льняной муки, как нового функционального ингредиента // *International Scientific and Practical Conference World Science*. 2016. Т. 1, № 1(5). С. 15–17.
- Заруба А. С., Мустафаев С. К., Калиенко Е. А., Андржайчак А. А. Изучение качества льняных масла и жмыха, полученных по новой технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием // *Научные труды Кубанского государственного технологического университета*. 2015. № 2. С. 69–78.
- Ипатов О. М., Прозоровская Н. Н., Баранова В. С., Гусева Д. А. Биологическая активность льняного масла как источника омега-3-альфа-линоленовой кислоты // *Биомедицинская химия*. 2004. Т. 50, № 1. С. 25–43.
- Коденцова В. М., Кочеткова А. А., Смирнова Е. А., Саркисян В. А. [и др.]. Состав жирового компонента рациона и обеспеченность организма жирорастворимыми витаминами // *Вопросы питания*. 2014. Т. 83, № 6. С. 4–17.
- Конева С. И., Егорова Е. Ю., Козубаева Л. А., Резниченко И. Ю. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49. № 1. С. 85–96. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>.
- Красильников В. Н., Тырлова О. Ю., Доморошенкова, М. Л., Демьяненко Т. Ф. Технологические свойства полуобезжиренной муки и перспективы ее использования в производстве мучных изделий // *Актуальная биотехнология*. 2014. № 2(9). С. 38–42.
- Красина И. Б., Хашпакянц Е. А., Акимова К. С. Использование пищевых волокон при производстве маффинов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2014. № 2–3(338–339). С. 72–75.
- Курдюков Е. Е., Семенова Е. Ф., Гаврилова Н. А., Пономарева Т. А. [и др.]. Особенности химического состава льна семян // *Вестник Пензенского государственного университета*. 2019. № 4(28). С. 81–84.
- Лаврова Л. Ю., Сахаутдинова Э. Н. Использование льняной муки при производстве изделий из пшеничной муки // *Кондитерское и хлебопекарное производство*. 2016. № 9–10(167). С. 14–15.
- Ливинская С. А., Сайтова М. Э., Порожнюк Т. О., Дубцов Г. Г. Оптимизация рецептуры кексов на основе регулирования потребительских свойств, пищевой ценности и гликемического индекса продукции // *Вопросы питания*. 2016. Т. 85, № S2. С. 107.
- Лиханова Я. П., Красина И. Б. Потребительские предпочтения на современном рынке мучных кондитерских изделий в отношении кексов // *Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды Кубанского государственного технологического университета"*. 2016. № 15. С. 247–254.
- Мажулина И. В., Тертычная Т. Н., Андрианов Е. А., Кривцова С. Н. Разработка рецептуры кексов функционального назначения с шиповником и брокколи // *Хлебопродукты*. 2017. № 6. С. 40–42.
- Маркарян С. К., Гареева И. Т., Кощина Е. И., Фахретдинов И. Р. Совершенствование рецептуры булочек для бутербродов на основе льняной муки // *Сурский вестник*. 2019. № 4(8). С. 62–64.

- Мельникова Л. А., Гурновская Е. Н., Томашевич С. Е. Характеристика льняной муки как перспективного ингредиента при изготовлении сахарного печенья с повышенной пищевой ценностью // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2016. № 4(34). С. 68–74.
- Миневич И. Э., Осипова Л. Л., Цыганова Т. Б. Использование семян льна и льняной муки в технологии мучных кондитерских изделий // *Хлебопечение России*. 2018. № 3. С. 38–41.
- Панина Е. В., Руденко А. А. Применение пшеничных отрубей в приготовлении традиционных кексов // *Технология и товароведение сельскохозяйственной продукции*. 2018. № 2(11). С. 153–156.
- Пирожкова П. О., Терентьев В. А. Разработка рецептуры кекса с добавлением черемуховой муки // *Проблемы науки*. 2019. № 7(43). С. 49–52.
- Плотникова И. В., Бордунова М. М. Сравнительный анализ производства кексов и маффинов // *Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России : материалы V междунар. науч.-практ. интернет-конф., Орёл, 15 ноября – 15 декабря 2017 г. Орёл : Изд-во ОГУ им. И. С. Тургенева, 2017. С. 260–263.*
- Плужникова П. А., Егорова Е. Ю. Влияние фруктовых компонентов на качество и пищевую ценность кексов с амарантовой мукой // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2019. № 1(367). С. 46–50.
- Пономарева Е. И., Лукина С. И., Скворцова О. Б. Разработка новой рецептуры кексов повышенной пищевой ценности // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2017. Т. 79, № 4(74). С. 114–118. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-114-118>.
- Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. М. : Брандес, Медицина, 1998. 341 с.
- Садыгова М. К., Белова М. В., Дмитриев А. А., Филонова Н. Н. [и др.]. Технологические решения при производстве песочного печенья с обогащающими добавками // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2018. № 3(39). С. 113–118.
- Скальный А. В., Яцык Г. В., Одинаева Н. Д. Микроэлементозы у детей. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2002. 151 с.
- Снегирева Н. В., Марченко Л. В. Использование льняной муки и семян льна в рецептурах мучных кондитерских изделий // *Вестник КрасГАУ*. 2019. № 11(152). С. 143–150. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-11-143-150>.
- Фазылова Е. С., Наумова Н. Л., Еремина Ю. К. Французский багет с добавлением льняной муки // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2020. № 51. С. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2020-51-40-45>.
- Цыганова Т. Б., Миневич И. Э., Осипова Л. Л., Зубцов В. А. Влияние гидроколлоидов семян льна на качество маффинов // *Хлебопечение России*. 2017. № 6. С. 32–35.
- Rohrbach S. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on mitochondria // *Current Pharmaceutical Design*. 2009. Vol. 15, Iss. 36. P. 4103–4116. DOI: <https://doi.org/10.2174/138161209789909692>.

## References

- Barsukova, N. V., Tyrlova, O. Yu. 2016. The use of flax flour in the production of culinary products for specialized purposes. *Agrarian Reporter of South-East*, 1–2(14–15), pp. 71–74. (In Russ.)
- Belova, I. L. 2015. The effect of apple products on cake quality. *Studencheskaya nauka i XXI vek*, 12, pp. 3–5. (In Russ.)
- Borisova, A. G. 2015. Oil flax – a promising culture of the agro-industrial complex of the south of Russia. *Novaya nauka: Ot idee k rezultatu*, 5–2, pp. 3–5. (In Russ.)
- Voronina, P. K. 2016. The use of dried tomatoes in the technology of making muffins. *Innovative Machinery and Technology*, 2(7), pp. 9–14. (In Russ.)
- Voronova, N. S., Beredina, L. S., Ustimenko, A. V. 2016. Study of the vitamin and mineral complex of nonfat flaxseed flour as a new functional ingredient. *International Scientific and Practical Conference World Science*, 1(1–5), pp. 15–17. (In Russ.)
- Zaruba, A. S., Mustafaev, S. K., Kalienko, E. A., Andrzhachak, A. A. 2015. Studying the quality of linseed oil and oilcake obtained by the new technology of double pressing of flax seeds with extrusion. *Scientific Works of the Kuban State Technological University*, 2, pp. 69–78. (In Russ.)
- Ipatova, O. M., Prozorovskaya, N. N., Baranova, V. S., Guseva, D. A. 2004. The biological activity of linseed oil as a source of omega-3-alpha-linolenic acid. *Biomeditsinskaya himiya*, 50(1), pp. 25–43. (In Russ.)

- Kodencova, V. M., Kochetkova, A. A., Smirnova, E. A., Sarkisyan, V. A. 2014. The composition of the fat component of the diet and the provision of the body with fat-soluble vitamins. *Problems of Nutrition*, 83(6), pp. 4–17. (In Russ.)
- Koneva, S. I., Egorova, E. Yu., Kozubaeva, L. A., Reznichenko, I. Yu. 2019. Influence of flaxseed flour on the rheological properties of dough from a mixture of wheat and flaxseed flour and the quality of bread. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(1), pp. 85–96. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>. (In Russ.)
- Krasil'nikov, V. N., Tyrlova, O. Yu., Domoroshchenkova, M. L., Dem'yanenko, T. F. 2014. Technological properties of semi-fat-free flour and prospects for its use in the production of flour products. *Aktual'naya biotekhnologiya*, 2(9), pp. 38–42. (In Russ.)
- Krasina, I. B., Hashpakyanc, E. A., Akimova, K. S. 2014. Use of dietary fiber in the production of muffins. *Food Technology*, 2–3(338–339), pp. 72–75. (In Russ.)
- Kurdyukov, E. E., Semenova, E. F., Gavrilova, N. A., Ponomareva, T. A. et al. 2019. Features of the chemical composition of flax seeds. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 4(28), pp. 81–84. (In Russ.)
- Lavrova, L. Yu., Sahautdinova, E. N. 2016. The use of flax flour in the production of wheat flour. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo*, 9–10(167), pp. 14–15. (In Russ.)
- Livinskaya, S. A., Saitova, M. E., Porozhnyuk, T. O., Dubtsov, G. G. 2016. Optimization of cake recipes based on regulation of consumer properties, nutritional value and glycemic index of products. *Problems of Nutrition*, 85(S2), pp. 107. (In Russ.)
- Likhanova, Ya. P., Krasina, I. B. 2016. Consumer preferences in the modern market for flour confectionery in relation to muffins. *"Scientific works of the Kuban State Technological University", an electronic network polythematic journal*, 15, pp. 247–254. (In Russ.)
- Mazhulina, I. V., Tertychnaya, T. N., Andrianov, E. A., Krivtsova, S. N. 2017. Formulation of functional cupcakes with rose hips and broccoli. *Hleboprodukty*, 6, pp. 40–42. (In Russ.)
- Markaryan, S. K., Gareeva, I. T., Koshchina, E. I., Fakhretdinov, I. R. 2019. Improving the recipe for sandwich buns based on flaxseed flour. *Surskij vestnik*, 4(8), pp. 62–64. (In Russ.)
- Mel'nikova, L. A., Gurnovskaya, E. N., Tomashevich, S. E. 2016. Characteristics of flax flour as a promising ingredient in the manufacture of sugar cookies with high nutritional value. *Food Industry: Science and Technology*, 4(34), pp. 68–74. (In Russ.)
- Minevich, I. E., Osipova, L. L., Tsyganova, T. B. 2018. The use of flax seeds and flax flour in the technology of flour confectionery. *Baking in Russia*, 3, pp. 38–41. (In Russ.)
- Panina, E. V., Rudenko, A. A. 2018. The use of wheat bran in the preparation of traditional muffins. *Tekhnologiya i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii*, 2(11), pp. 153–156. (In Russ.)
- Pirozhkova, P. O., Terent'ev, V. A. 2019. Formulation of a cake with the addition of bird cherry flour. *Problemy nauki*, 7(43), pp. 49–52. (In Russ.)
- Plotnikova, I. V., Bordunova, M. M. 2017. Comparative analysis of the production of different types of muffins. *Proceedings of V Intern. Internet-conf. Priorities and scientific support for the implementation of the state policy of healthy nutrition in Russia*, 15 November – 15 December 2017. Oryol, pp. 260–263. (In Russ.)
- Pluzhnikova, P. A., Egorova, E. Yu. 2019. The influence of fruit components on the quality and nutritional value of muffins with amaranth flour. *Food Technology*, 1(367), pp. 46–50. (In Russ.)
- Ponomareva, E. I., Lukina, S. I., Skvortsova, O. B. 2017. Development of a new recipe for cupcakes of increased nutritional value. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(4–74), pp. 114–118. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-114-118>. (In Russ.)
- Guide to food quality and safety analysis methods. 1998. Eds. Skurihin I. M., Tutel'yan V. A. Moscow. (In Russ.)
- Sadygova, M. K., Belova, M. V., Dmitriev, A. A., Filonova, N. N. et al. 2018. Technological solutions for the production of shortbread biscuits with enriching additives. *Herald of Kostychev Ryazan State Agrotechnological University*, 3(39), pp. 113–118. (In Russ.)
- Skal'ny, A. V., Yatsyk, G. V., Odinaeva, N. D. 2002. Microelementosis in children. Moscow. (In Russ.)
- Snegireva, N. V., Marchenko, L. V. 2019. The use of flax flour and flax seeds in the formulations of flour confectionery products. *Bulletin of KSAU*, 11(152), pp. 143–150. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-11-143-150>. (In Russ.)
- Fazylova, E. S., Naumova, N. L., Eremina, Yu. K. 2020. French baguette with flaxseed flour. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*, 51, pp. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2020-51-40-45>. (In Russ.)
- Tsyganova, T. B., Minevich, I. E., Osipova, L. L., Zubtsov, V. A. 2017. The effect of flax seed hydrocolloids on the quality of muffins. *Baking in Russia*, 6, pp. 32–35. (In Russ.)
- Rohrbach, S. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on mitochondria. 2009. *Current Pharmaceutical Design*, 15(36), pp. 4103–4116. DOI: <https://doi.org/10.2174/138161209789909692>.



#### Сведения об авторах

**Каменева Ксения Сергеевна** – пр. Ленина, 76, г. Челябинск, Россия, 454080; Южно-Уральский государственный университет (НИУ), студент; e-mail: [olgatzareva@rambler.ru](mailto:olgatzareva@rambler.ru)

**Kseniya S. Kameneva** – 76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Russia, 454080; South Ural State University (National Research University), Student; e-mail: [olgatzareva@rambler.ru](mailto:olgatzareva@rambler.ru)

**Щевьева Ксения Викторовна** – пр. Ленина, 76, г. Челябинск, Россия, 454080; Южно-Уральский государственный университет (НИУ), студент; e-mail: [x.shcheveva@yandex.ru](mailto:x.shcheveva@yandex.ru)

**Kseniya V. Shcheveva** – 76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Russia, 454080; South Ural State University (National Research University), Student; e-mail: [x.shcheveva@yandex.ru](mailto:x.shcheveva@yandex.ru)

**Наумова Наталья Леонидовна** – пр. Ленина, 76, г. Челябинск, Россия, 454080; Южно-Уральский государственный университет (НИУ), д-р техн. наук, доцент; e-mail: [n.naumova@inbox.ru](mailto:n.naumova@inbox.ru),  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9797-2583>

**Nataliya L. Naumova** – 76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Russia, 454080; South Ural State University (National Research University), Dr Sci. (Engineering), Associate Professor; e-mail: [n.naumova@inbox.ru](mailto:n.naumova@inbox.ru),  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9797-2583>

**Приложение**

**Список ГОСТов, используемых в статье**

ТУ 9139-006-66312853-11	Полуфабрикаты выпеченные для мучных кондитерских изделий. Технические условия. М., ООО "ТРИЭР", 2011. 28 с.
ГОСТ 27558-87	Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста. М., Стандартинформ, 2007. 4 с.
ГОСТ 5897-90	Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. М., Стандартинформ, 2012. 16 с.
ГОСТ 31986-2012	Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. М., Стандартинформ, 2014. 12 с.
ГОСТ 9404-88	Мука и отруби. Метод определения влажности. М., Стандартинформ, 2007. 4 с.
ГОСТ 10846-81	Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М., Стандартинформ, 2009. 8 с.
ГОСТ 5903-89	Изделия кондитерские. Методы определения сахара. М., Стандартинформ, 2012. 102 с.
МУ 4237-86	Методические указания по гигиеническому контролю за питанием в организованных коллективах. М., Минздрав РСФСР, 1986. 26 с.
Р 4.1.1672-03	Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М., Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 240 с.
ГОСТ 30178-96	Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М., Стандартинформ, 2010. 32 с.
М 04-33-2004	Пищевые продукты и продовольственное сырье, комбикорма и комбикормовое сырье. Методика измерений массовой доли селена флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02". СПб., ЛЮМЭКС, 2013. 14 с.
ГОСТ 10114-80	Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости. М., Стандартинформ, 2012. 116 с.
ГОСТ 5898-87	Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. М., Стандартинформ, 2012. 26 с.
ГОСТ 5900-2014	Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. М., Стандартинформ, 2015. 10 с.
ГОСТ 5901-87	Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. М., Стандартинформ, 2012. 60 с.