

## Пищевая биотехнология

## Food biotechnology

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-53-58>

Оригинальная статья/Research article

УДК 664.6/.7:665.334

Open Access

Available online at [vestnik-vsuet.ru](http://vestnik-vsuet.ru)

## Влияние дозировки кукурузного масла на показатели качества теста и хлебобулочного изделия с пророщенными семенами льна

|                                  |                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Елена И. Пономарева <sup>1</sup> | <a href="mailto:elena6815@yandex.ru">elena6815@yandex.ru</a>         |  0000-00023-2310-2838 |
| Надежда Н. Алехина <sup>1</sup>  | <a href="mailto:nadinat@yandex.ru">nadinat@yandex.ru</a>             |  0000-0002-3317-9858  |
| Юлия П. Губарева <sup>1</sup>    | <a href="mailto:yuliya.gubareva@mail.ru">yuliya.gubareva@mail.ru</a> |  0000-0003-2949-2048  |
| Дарина А. Терещенко <sup>2</sup> | <a href="mailto:dasha2005@yandex.ru">dasha2005@yandex.ru</a>         |  0000-0002-4015-2485  |

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 ООО "Домодедово кэтеринг", территория аэропорта "Домодедово", строение 2, г. Домодедово, Московская область, 142015, Россия

**Аннотация.** В настоящее время в технологии хлебобулочных изделий актуально заменять маргарин на растительное масло, которое богато витаминами, провитаминами, полиненасыщенными жирными кислотами, что позволит обогатить готовое изделие не только полезными веществами, но и выровнять соотношение омега-3 и омега-6, повысить пищевую ценность. Цель работы – определение рациональной дозировки кукурузного масла, а также соотношения линоленовой и линолевой жирных кислот в хлебобулочном изделии. Объектом изучения являлась булочка "Семейная" с пророщенными семенами льна (ТУ 9110-500-02068108-2018) с различной дозировкой кукурузного масла. В работе применяли общепринятые методы исследования свойств готовых изделий. Рациональную дозировку устанавливали путем изучения органолептических (форма, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах), физико-химических (влажность, кислотность, формоустойчивость, удельный объем) и структурно-механических показателей (общая деформация, пластичность, упругость, относительная пластичность и упругость). Результатом исследования является разработка новой рецептуры булочки с пророщенными семенами льна с добавлением 4% кукурузного масла к массе муки. Добавление обогатителя способствовало увеличению удельного объема изделия на 14%, общей деформации – на 22 ед. прибора, пластичности – на 13 ед. прибора, упругости – на 9 ед. прибора. Соотношение омега-3 и омега-6 в булочке составило 1:2, что находится в пределах методических рекомендаций (ФГБНУ ФИЦ Питания и биотехнологии). По результатам исследований можно охарактеризовать булочку как сбалансированное изделие полиненасыщенными жирными кислотами, предназначенное для функционального питания, что позволит расширить ассортимент хлебобулочной продукции.

**Ключевые слова:** хлебобулочное изделие, кукурузное масло, пророщенные семена льна, омега-3, омега-6.

## The influence of the dosage of corn oil on the quality indicators of the dough and products with germinated flax seeds

|                                     |                                                                      |                                                                                                            |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elena I. Ponomareva <sup>1</sup>    | <a href="mailto:elena6815@yandex.ru">elena6815@yandex.ru</a>         |  0000-00023-2310-2838 |
| Nadezhda N. Alekhina <sup>1</sup>   | <a href="mailto:nadinat@yandex.ru">nadinat@yandex.ru</a>             |  0000-0002-3317-9858  |
| Julia P. Gubareva <sup>1</sup>      | <a href="mailto:yuliya.gubareva@mail.ru">yuliya.gubareva@mail.ru</a> |  0000-0003-2949-2048  |
| Darina A. Tereshchenko <sup>2</sup> | <a href="mailto:dasha2005@yandex.ru">dasha2005@yandex.ru</a>         |  0000-0002-4015-2485  |

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 LLC "Domodedovo Catering", territory of the airport Domodedovo, building 2, Domodedovo, Moscow Region, 142015, Russia

**Abstract.** Currently, in the technology of bakery products, it is important to replace margarine with vegetable oil, which is rich in vitamins, provitamins, polyunsaturated fatty acids, which will enrich the finished product not only with useful substances, but also equalize the ratio of omega-3 and omega-6, increase nutritional value. The purpose of the work is to determine the rational dosage of corn oil, as well as the ratio of linolenic and linoleic fatty acids in a bakery product. The object of study was a bun "Family" with germinated flax seeds (TU 9110-500-02068108-2018) with a different dosage of corn oil. In the work, generally accepted methods for studying the properties of finished products were used. The rational dosage was established by studying the organoleptic (shape, color, baking, promess, porosity, taste, smell), physicochemical (moisture, acidity, form stability, specific volume) and structural-mechanical indicators (general deformation, ductility, elasticity, relative ductility and elasticity). The result of the study is the development of a new bun recipe with sprouted flax seeds with the addition of 4% corn oil to the mass of flour. The addition of an enrichment agent contributed to an increase in the specific volume of the product by 14%, total deformation – by 22 units. instrument, plasticity – by 13 units. device, elasticity – by 9 units. device. The ratio of omega-3 and omega-6 in the bun was 1:2, which is within the guidelines (FGBNU FITS Nutrition and Biotechnology). According to the research results, the bun can be characterized as a balanced product with polyunsaturated fatty acids, intended for functional nutrition, which will expand the range of bakery products.

**Keywords:** bakery product, corn oil, germinated flax seeds, omega-3, omega-6.

## Для цитирования

Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Губарева Ю.П., Терещенко Д.А. Влияние дозировки кукурузного масла на показатели качества теста и хлебобулочного изделия с пророщенными семенами льна // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 53–58. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-53-58

## For citation

Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Gubareva Ju.P., Tereshchenko D.A. The influence of the dosage of corn oil on the quality indicators of the dough and products with germinated flax seeds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 53–58. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-53-58

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Хлебобулочные изделия занимают важное место в питании человека. Эти продукты входят в ежедневный рацион употребления людей и являются главным источником энергии и пищевых веществ. Придание им функциональных свойств в настоящее время происходит за счет обогащения натуральными компонентами [1–3].

В рецептуру хлебобулочных изделий, кроме основных ингредиентов, входят дополнительные, одним из них является жировой продукт. В хлебопекарной отрасли для массовых видов хлеба применяют в основном маргарин и растительное масло в дозировке от 1,5 до 8,0% к массе муки. Они являются технологически значимыми компонентами и необходимы для создания определенных структурно-механических свойств теста и готовых изделий [4].

В последнее время все чаще отдается предпочтение замене маргарина на растительные масла, так как в жирах твердой консистенции содержатся трансизомеры жирных кислот, которые плохо усваиваются в организме человека [5].

Полиненасыщенные жирные кислоты групп омега-3 и омега-6 в продуктах выполняют жизненно важные функции и входят в состав мембранных структур клеток. В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения и ФГБУН "ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи" оптимальным соотношением омега-3:омега-6 в рационе здорового человека является от 1:1 до 1:10 [6].

В работе использовали кукурузное масло, которое богато витаминами E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, провитаминами A, что является основным фактором, определяющим его диетические свойства. В данном обогатителе содержатся полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 и омега-6 в соотношении 1:46), которые повышают сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям и способствуют выведению из организма избытка холестерина, оказывают спазмолитическое и противовоспалительное действие, улучшают работу мозга. Кроме кукурузного масла, в рецептуру булочки входили семена льна (омега-3: омега-6 в соотношении 3,9:1,0), пророщенные в омагниченной воде, которая была получена путем пропускания водопроводной воды через магнитнотрековый фильтр типа ФМТО (ТУ 3697–001–73201199–2014) [7–9].

**Цель работы** – определение рациональной дозировки кукурузного масла в производстве булочки "Семейная" с пророщенными семенами льна путем исследования органолептических, физико-химических и структурно-механических показателей качества теста и готового изделия, а также соотношения полиненасыщенных линоленовой и линолевой жирных кислот.

## Материалы и методы

Тесто готовили безопасным способом из пшеничной хлебопекарной муки первого сорта по рецептуре булочки "Семейная" с пророщенными семенами льна (РЦ к ТУ 9110–500–02068108–2018) (контрольный образец). Кукурузное масло вносили в дозировке 3, 4 и 5% взамен маргарина.

Полуфабрикат замешивали в тестомесильной машине, далее направляли в термостат для брожения при температуре 30 °С. Выброженное тесто делили на куски, разделявали, формовали и отправляли на окончательную расстойку в расстойный шкаф при температуре 40 °С и относительной влажности воздуха 80–85% в течение 40 мин. После изделие выпекали и охлаждали.

В процессе брожения теста исследовали изменение титруемой кислотности (град) методом титрования, газодерживающей способности (см<sup>3</sup>) – волюмометрическим методом и реологические свойства – по расплываемости шарика (мм). В готовых изделиях определяли органолептические (цвет, форму, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах), физико-химические показатели (влажность (%) по ГОСТ 5670–96, кислотность (град) по ГОСТ 21094–75, формоустойчивость и удельный объем (см<sup>3</sup>/100 г) объемным методом) и структурно-механические (общая деформация сжатия мякиша (ед. прибора), пластичность мякиша (ед. прибора), упругость мякиша (ед. прибора), относительная пластичность и упругость (%) на автоматизированном пенетрометре АП-4/2) [10].

## Результаты и обсуждение

Определено, что наибольшая газодерживающая способность теста наблюдалась в образце с дозировкой обогатителя 4% (130 см<sup>3</sup>), наименьшая – в контроле (105 см<sup>3</sup>). Это объясняется тем, что в процессе брожения жировой продукт вступает во взаимодействие с белками клейковины и крахмалом муки (рисунок 1).

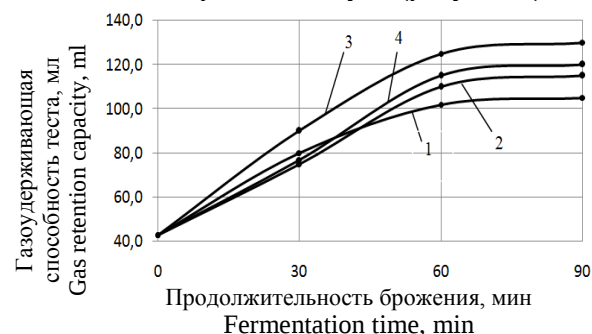


Рисунок 1. Изменение газодерживающей способности теста в процессе брожения в зависимости от дозировки кукурузного масла, %: 1 – 0 (контроль); 2 – 3; 3 – 4; 4 – 5  
Figure 1. Change in the gas retention capacity of the dough during fermentation, depending on the dosage of corn oil, %: 1 – 0 (control); 2 – 3; 3 – 4; 4 – 5

Выявлено, что при внесении обогатителя наблюдалось увеличение кислотности теста. Максимальным значением характеризовались образцы с дозировкой масла 4 и 5% (3,0 град), минимальным – контрольный образец (2,6 град). Это обусловлено дополнительным внесением высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот, находящихся в обогатителе, которые способствуют кислотонакоплению в тесте.

Установлено, что внесение кукурузного масла в дозировке 5% способствовало увеличению

распываемости шарика (104 мм). Минимальное конечное значение наблюдалось в контрольном образце (98 мм) (таблица 1).

Анализ качества готовых изделий проводили через 3 ч после выпечки. Определили, что применение кукурузного масла способствовало улучшению органолептических, физико-химических и структурно-механических показателей изделий (таблица 2).

Таблица 1.

Значения титруемой кислотности и распываемости шарика теста в процессе его брожения

Table 1.

Values of titratable acidity and spreadability of a dough ball during its fermentation

| Продолжительность брожения, мин<br>Fermentation time, min            | Значения показателей теста при дозировке кукурузного масла, %<br>Values of test indicators for dosage of corn oil, % |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                                                      | 0 (контроль   control)                                                                                               | 3   | 4   | 5   |
| Титруемая кислотность теста, град   Titratable test acidity, degrees |                                                                                                                      |     |     |     |
| 0                                                                    | 2,0                                                                                                                  | 2,2 | 2,4 | 2,4 |
| 30                                                                   | 2,2                                                                                                                  | 2,6 | 2,6 | 2,8 |
| 60                                                                   | 2,4                                                                                                                  | 2,8 | 2,6 | 2,8 |
| 90                                                                   | 2,6                                                                                                                  | 2,8 | 3,0 | 3,0 |
| Распываемость шарика, мм   Ballfuzziness                             |                                                                                                                      |     |     |     |
| 0                                                                    | 60                                                                                                                   | 60  | 60  | 60  |
| 30                                                                   | 73                                                                                                                   | 76  | 78  | 73  |
| 60                                                                   | 85                                                                                                                   | 92  | 94  | 90  |
| 90                                                                   | 98                                                                                                                   | 100 | 102 | 104 |

Таблица 2.

Влияние дозировки кукурузного масла на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели качества готового изделия

Table 2.

The effect of the dosage of corn oil on the organoleptic, physico-chemical and structural-mechanical indicators of the quality of the finished product

| Наименование<br>показателей<br>The name of indicators | Значения показателей в готовых изделиях в зависимости от дозировки кукурузного<br>масла, %   Values in finished products, depending on the dosage of corn oil, %                                                              |   |                                                                                                        |   |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                       | 0 (контроль   control)                                                                                                                                                                                                        | 3 | 4                                                                                                      | 5 |
| 1                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 4                                                                                                      | 5 |
| Органолептические   Organoleptic                      |                                                                                                                                                                                                                               |   |                                                                                                        |   |
| Внешний вид:   Appearance:                            |                                                                                                                                                                                                                               |   |                                                                                                        |   |
| форма   the form                                      | Правильная, соответствует форме, в которой производилась выпечка<br>Correct, corresponds to the baking form in which the baking was made                                                                                      |   |                                                                                                        |   |
| цвет   Colour                                         | Светло-коричневая с<br>вкраплениями<br>Light brown with blotches                                                                                                                                                              |   | Светло-коричневая с вкраплениями с желтоватым<br>оттенком   Light brown with a touch of yellowish tint |   |
| Состояние мякиша:   Crumb condition:                  |                                                                                                                                                                                                                               |   |                                                                                                        |   |
| пропеченность   bakedness                             | Пропеченный, не влажный на ощупь.<br>Эластичный, после легкого надавливания<br>пальцами принимает первоначальную форму<br>Baked, not wet to the touch. Elastic, after light<br>pressure with fingers takes its original shape |   | Пропеченный, не влажный на ощупь,<br>менее эластичный<br>Baked, not moist to the touch, less elastic   |   |
| промес   prom                                         | Без комочков и следов непромеса   Without lumps and traces of unclean                                                                                                                                                         |   |                                                                                                        |   |
| пористость   porosity                                 | Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals                                                                                                                                                        |   |                                                                                                        |   |
| Вкус и запах  <br>Taste and smell                     | Приятный, свойственный данному виду изделия, без посторонних привкусов и запахов  <br>Pleasant, characteristic of this type of product, without extraneous smacks and odors                                                   |   |                                                                                                        |   |

Продолжение табл. 2 | Continuation of table 2 |

| 1                                                                                                                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Физико-химические   Physicochemical                                                                                       |      |      |      |      |
| Влажность, %   Humidity, %                                                                                                | 38,0 | 38,0 | 38,0 | 38,0 |
| Кислотность, град   Acidity, degrees                                                                                      | 2,4  | 2,4  | 2,6  | 2,6  |
| Формоустойчивость   Shape stability                                                                                       | 1,42 | 1,34 | 1,36 | 1,37 |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /100г   Specific volume, cm <sup>3</sup> /100g                                            | 344  | 324  | 377  | 360  |
| Структурно-механические   Structural mechanical                                                                           |      |      |      |      |
| Общая деформация сжатия мякиша, ед. прибора<br>The total deformation of the compression of the crumb, units of the device | 75,0 | 66,0 | 88,0 | 81,0 |
| Пластичность мякиша, ед. прибора<br>The plasticity of the crumb, units of the device                                      | 49,0 | 43,0 | 56,0 | 54,0 |
| Упругость мякиша, ед. прибора<br>The elasticity of the crumb, units of the device                                         | 26,0 | 23,0 | 32,0 | 27,0 |
| Относительная пластичность, %<br>The relative plasticity, %                                                               | 65,3 | 65,1 | 63,6 | 67,5 |
| Относительная упругость, %<br>The relative elasticity, %                                                                  | 34,7 | 34,8 | 36,4 | 33,7 |

Анализ результатов показал, что при добавлении кукурузного масла наблюдалась интенсификация цвета мякиша изделия. Он приобретал приятный желтоватый оттенок.

Все физико-химические показатели качества находились в пределах требований ТУ 9110–500–02068108–2018. Влажность образцов не изменялась при внесении обогатителя по сравнению с контрольным образцом, кислотность готовых изделий увеличивалась с ростом дозировки кукурузного масла. В контрольном образце наблюдали наибольшее значение формоустойчивости, в образце с дозировкой 3% – наименьшее, далее происходило увеличение показателя с повышением дозировки. Максимальным удельным объемом характеризовался образец с дозировкой 4% – 377 см<sup>3</sup>/100 г.

### Заключение

Установлено, что наилучшими структурно-механическими свойствами мякиша обладал образец, приготовленный с дозировкой кукурузного масла 4%. В нем наблюдалось максимальное

значение общей деформации сжатия (88,0 ед. прибора), пластичности (56,0 ед. прибора) и упругости (32,0 ед. прибора). Это обусловлено внесением в полуфабрикат жирового продукта с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, которые под действием липоксигеназы муки превращаются в пероксидные соединения. При этом усиливается окисление в тесте сульфгидрильных групп белково-протеиназного комплекса муки [11, 12].

Расчетным путем определили, что соотношение полиненасыщенных жирных кислот омега-3:омега-6 в образцах было: в контроле – 1,0:0,25; с 3% кукурузного масла – 1,0:1,6; с 4% обогатителя – 1:2; с 5% – 1,0:2,4.

Полученные результаты доказывают перспективность расширения ассортимента хлебобулочных изделий за счет внесения кукурузного масла в дозировке 4%, так как полуфабрикат и готовое изделие характеризовались наилучшими показателями качества и соотношением омега-3:омега-6 – 1:2.

### Литература

- 1 Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., Попов В.И. и др. Разработка рецептуры сбивного бездрожжевого хлеба в лечебном питании онкологических больных // Хлебопродукты. 2016. № 9. С. 52–54.
- 2 Боташева Х.Ю., Лукина С.И., Пономарева Е.И. и др. Влияние нетрадиционных видов сырья на технологические показатели теста и качество хлеба // Пищевая технология. 2016. № 4. С. 21–24.
- 3 Костюченко М.Н., Тюрина О.Е., Тюрина И.А. и др. Формирование рецептурного состава хлебопекарных композитных смесей для здорового питания // Хлебопечение России. 2018. № 3. С. 20–23.

- 4 Мажулина И.В., Тertyчная Т.Н., Андрианов Е.А. разработка рецептуры кекса функционального назначения с продуктами переработки боярышника и льна // Хлебопродукты. 2018. № 5. С. 45-47.
- 5 Фролова Л.Н., Василенко В.Н., Шевцов А.А. и др. Стабилизация качества семян льна для использования их в хлебопечении // Хлебопродукты. 2018. № 7. С. 47-49.
- 6 Афанасьева В.А., Алферов С.В. Определение соотношения полиненасыщенных жирных кислот в пищевых маслах // Естественные науки. 2018. № 4. С. 76-83.
- 7 Невский А.А., Дремучева Г.Ф., Косован А.П. Влияние растительных масел нетрадиционных видов на качество и жирнокислотный состав хлеба из пшеничной муки // Хлебопечение России. 2016. № 3. С. 21-24.
- 8 Тertyчная Т.Н., Агibalова В.С., Мажулина И.В. Использование перспективных добавок растительного происхождения для повышенной биологической ценности хлеба // Хлебопродукты. 2016. № 10. С. 54-55.
- 9 Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Губарева Ю.П. и др. Обоснование применения омагниченной воды в производстве хлебобулочных изделий // Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной памяти Р.Д. Поландовой. Москва: ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности». 2019. С. 265-269.
- 10 Kiczorowska B., Samolinska W., Kiczorowski P., Antoszkiewicz Z. et al. Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, xanthophyll, lycopene, phenols) and basic nutrients in raw and thermally processed camelia, sunflower, and flax seeds // J Food Sci Technol. 2019. № 9. P. 4296-4310.
- 11 Cadina G., Mironeasa S. Use of response surface methodology to investigate the effects of brown and golden flax seed on wheat flour dough microstructure and rheological properties // J Food Sci Technol. 2016. № 12. P. 4149-4158.
- 12 Заикин В.П., Рябова И.В. Исследование баланса ресурсов и использования зерна // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9 (76). С. 88-102.

### References

- 1 Magomedov G.O., Zatsopilina N.P., Popov V.I. et al. Development of a formula for whipped yeast-free bread in the clinical nutrition of cancer patients. Bread Products. 2016. no. 9. pp. 52-54. (in Russian).
- 2 Botasheva Kh.Yu., Lukina S.I., Ponomareva E.I. et al. The influence of non-traditional types of raw materials on the technological parameters of the test and the quality of bread. Food Technology. 2016. no. 4. pp. 21-24. (in Russian).
- 3 Kostyuchenko M.N., Tyurina O.E., Tyurina I.A. et al. Formation of the recipe composition of baking composite mixtures for a healthy diet. Bakery in Russia. 2018. no. 3. pp. 20-23. (in Russian).
- 4 Mazhulina I.V., Tertychnaya T.N., Andrianov E.A. Formulation of a functional purpose cake with processing products of hawthorn and flax. Bread products. 2018. no. 5. pp. 45-47. (in Russian).
- 5 Frolova L.N., Vasilenko V.N., Shevtsov A.A. et al. Stabilization of the quality of flax seeds for use in baking. Bread products. 2018. no. 7. pp. 47-49. (in Russian).
- 6 Afanasyeva V.A., Alferov S.V. Determination of the ratio of polyunsaturated fatty acids in edible oils. Natural Sciences. 2018. no. 4. pp. 76-83. (in Russian).
- 7 Nevsky A.A., Dremucheva G.F., Kosovan A.P. The influence of vegetable oils of non-traditional species on the quality and fatty acid composition of wheat flour bread. Bakery of Russia. 2016. no. 3. pp. 21-24. (in Russian).
- 8 Tertychnaya T.N., Agibalova V.S., Mazhulina I.V. The use of promising additives of plant origin for the increased biological value of bread. Bread products. 2016. no. 10. pp. 54-55. (in Russian).
- 9 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Gubareva Yu.P. and other Justification for the use of magnetized water in the production of bakery products. Collection of materials of the International scientific and practical youth conference dedicated to the memory of R.D. Polandova. Moscow, FGANU "Research Institute of the Baking Industry". 2019. pp. 265-269. (in Russian).
- 10 Kiczorowska B., Samolinska W., Kiczorowski P., Antoszkiewicz Z. et al. Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, xanthophyll, lycopene, phenols) and basic nutrients in raw and thermally processed camelia, sunflower, and flax seeds. J Food Sci Technol. 2019. no. 9. pp. 4296-4310.
- 11 Cadina G., Mironeasa S. Use of response surface methodology to investigate the effects of brown and golden flax seed on wheat flour dough microstructure and rheological properties. J Food Sci Technol. 2016. no. 12. pp. 4149-4158.
- 12 Zaikin V.P., Ryabova I.V. The study of the balance of resources and the use of grain. Bulletin NGIEI. 2017. no. 9 (76). pp. 88-102. (in Russian).

### Сведения об авторах

**Елена И. Пономарева** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elena6815@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-00023-2310-2838>

**Надежда Н. Алехина** к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nadinat@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

### Information about authors

**Elena I. Ponomareva** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena6815@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-00023-2310-2838>

**Nadezhda N. Alekhina** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, nadinat@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

**Юлия П. Губарева** магистр, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающих производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yuliya.gubareva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2949-2048>

**Дарина А. Терещенко** технолог, ООО "Домодедово кэтеринг", территория аэропорта "Домодедово", строение 2, г. Домодедово, московская область, 142015, Россия, dasha2005@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4015-2485>

#### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Julia P. Gubareva** master student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, yuliya.gubareva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2949-2048>

**Darina A. Tereshchenko** technologist, LLC Domodedovo Catering, territory of the airport Domodedovo, building 2, Domodedovo, Moscow Region, 142015, Russia, dasha2005@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4015-2485>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

|                             |                                       |                                    |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Поступила</b> 29/07/2019 | <b>После редакции</b> 09/08/2019      | <b>Принята в печать</b> 18/08/2019 |
| <b>Received</b> 29/07/2019  | <b>Accepted in revised</b> 09/08/2019 | <b>Accepted</b> 18/08/2019         |