

## Исследование взаимосвязи гранулометрического состава образцов гречневой муки, представленных в торговых сетях г. Москва, и их технологических свойств

Светлана А. Ливинская<sup>1</sup> livinskaya@mgupp.ru  
Маргарита Э. Сайтова<sup>1</sup> rita.s@list.ru  
Алексей А. Ливинский<sup>2</sup> send2alexey@mail.ru

<sup>1</sup> МГУПП, Волоколамское ш., д. 11, Москва, 125080, Россия

<sup>2</sup> ТД «Нефтьмагистраль», Волгоградский пр-т, 26, стр. 1, Москва, 109316, Россия

**Реферат.** При установлении стандартных показателей качества гречневой муки из пропаренной (коричневой) и непропаренной (зеленой) гречихи выявлены различия по органолептическим, физико-химическим свойствам для 5 образцов производственных помолов разных производителей. При оценке стандартным способом «проход через шелковое сито №38» составил более 60% для всех образцов. Образцы, изготовленные по собственным ТУ, не соответствовали требованиям действующего ГОСТ и имели в своем составе более 2% крупных частиц. При изучении гранулометрического состава микроскопическим методом было выявлено присутствие в интервале размера 205–250 мкм у всех образцов от 0.5 до 3.56% частиц. При обработке математическими методами экспериментальных данных выявлено, что крупные частицы выступают в качестве «грубых ошибок» и должны быть отброшены, хотя и определяют ее технологические свойства. Водоудерживающая способность у образцов гречневой муки из пропаренной крупы в среднем 2.3 раза выше, чем у пшеничной муки в/с, в 4.5 раза чем у ржаной муки и в 1.7 раза выше чем у муки из не пропаренной крупы. Жироудерживающая способность всех образцов лежит в интервале 58–83% и сопоставима со значениями ржаной и пшеничной муки в/с. Изучение структуры муки при микроскопировании, показало, что мука характеризуется также разным состоянием крахмала, обусловленным технологическим воздействием. Таким образом, стандартные показатели не в полной мере характеризуют качество гречневой муки. Было показано, что гранулометрический состав, выраженный распределением частиц по размеру для гречневой муки, как и для пшеничной является самостоятельным необходимым методом, позволяющим более полно охарактеризовать муку и его следует ввести в нормируемые показатели ее качества.

**Ключевые слова:** пропаренная, непропаренная, органолептические, пищевая ценность, размер частиц, микрофотографии, жирудерживание, влагоудерживание

## Study of the effect of size composition of buckwheat flour, presented in the trade networks of Moscow, on their technological properties

Svetlana A. Livinskaya<sup>1</sup> livinskaya@mgupp.ru  
Margarita E. Saitova<sup>1</sup> rita.s@list.ru  
Aleksei A. Livinskii<sup>2</sup> send2alexey@mail.ru

<sup>1</sup> Moscow University of Food Production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia

<sup>2</sup> ТД "Нефтьмагистраль", Volgogradskiy Av., 26/1, Moscow, 109316, Russia

**Summary.** Quality attributes of buckwheat of steamed (brown) and unsteamed (green) buckwheat and differences between organoleptic, physicochemical characteristics for 5 samples by different producers were drawn out. During the estimation using the common technique «passage through silk cloth №38» made up more than 60% for all the samples. Some samples did not fill the requirements of National State Standard and contained more than 2% of large-sized grains. Investigation of granulometric structure with microscopical method showed that 0.5 – 3.56% of grains sized 205 – 250 micrometers in all the samples. While processing empirical data with mathematical methods it was proven that large-sized grains appear for «major mistake» and must be set aside, yet to determine its technological features. Water-holding capacity of steamed buckwheat is on the average 2.3 times higher than dark wheat flour has, 4.5 times higher than rye flour has and 1.7 times higher than unsteamed buckwheat has. Fat-holding capacity of all the samples is in the interval of 56 – 83% matches the description of rye and wheat flour. Investigation of flour structure during microscopic examination showed that flour can be defined by starch conditions according to technological effect. Consequently, standard indicators do not characterize the quality of buckwheat to the full extent. It has been shown, that granulometric structure, expressed by distribution grains due to size for buckwheat and wheat flour is an autonomous necessary method, allowing to characterize wheat in a more complex manner and this method is worth being added to its' quality specified parameters.

**Keywords:** steamed, unpaired, organoleptic, nutritional value, particle size, microphotography, fat retention, moisture retention

Для цитирования

Ливинская С.А., Сайтова М.Э., Ливинский А.А. Исследование взаимосвязи гранулометрического состава образцов гречневой муки, представленных в торговых сетях г. Москва, и их технологических свойств // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 228–235. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-228-235

For citation

Livinskaya S.A., Saitova M.E., Livinskii A.A. Study of the effect of size composition of buckwheat flour, presented in the trade networks of Moscow, on their technological properties. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 228–235. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-228-235

### **Введение**

В настоящее время широко распространены мучные кондитерские и кулинарные изделия с заменой пшеничной муки в рецептурах нетрадиционными видами муки из зерновых, крупяных, бобовых, масличных культур и другим растительным сырьем. Популярно в последнее время использование гречихи. В этом смысле гречиха обыкновенная – традиционная зерновая культура для нашей страны. Ее достоинства общепризнанны для диетического питания. Гречневая мука широко используется в различных областях пищевой промышленности. Разработан широкий ассортимент рецептур пищевой продукции с использованием гречневой муки. В настоящее время в промышленной практике российских предприятий гречневой мукой заменяют от 10 до 20% муки в составе рецептур бисквитов, печенья, хлебобулочных изделий, а также кулинарной продукции, но новый интерес во всем мире обусловлен наличием в ней ряда соединений с антиоксидантными свойствами, а также возможностью изготавливать безглютеновые и продукты с низким гликемическим индексом [1, 2, 6–10].

Наилучшими хлебопекарными свойствами обладает пшеничная хлебопекарная мука высшего сорта (ГОСТ 52189-2003) дисперсность которой характеризуется средневзвешенным размером частиц не менее 100 мкм, а содержание фракций частиц размером менее 80 мкм составляет не более 30%, фракций частиц размером более 120 мкм составляет не менее 30% [3].

В РФ из зерна гречихи традиционно получают муку для диетического и детского питания. Мука должна иметь светло-бежевый, кремовый, бежевый с сероватым оттенком цвет и слегка горьковатый (ореховый) вкусом. В настоящее время в торговых сетях г. Москва представлена традиционная мука гречневая из из пропаренной крупы и новый вид муки гречневой из непропаренной крупы.

При выработке гречневой муки в промышленных масштабах из зерна, подвергнутого термической обработке получают муку коричневого цвета. Мука из непропаренной гречихи характеризуется бледно зеленым цветом и ее называют зеленой. Технологические особенности гречихи, как крупяной культуры исследовали многие отечественные и зарубежные ученые. Традиционно при производстве коричневой гречневой муки используют стадии очистки

от растительных примесей и оболочек, гидротермической обработки (ГТО), разделения на фракции, отдельного размельчения, помола, просеивания. Многолетние исследования в МГУПП были направлены на установление критериев процесса измельчения зерна с целью получения муки с заданной дисперсностью. Было изучено влияние вида используемого оборудования и его компоновки в технологических схемах, технологических режимов измельчения и влаготепловой обработки на выход, качество муки [3].

На разных заводах используют разные технологические схемы получения муки. Одна из традиционных стадий получения коричневой муки – увлажнение и пропаривание при давлении пара 0,3 МПа, в течение 3–5 мин, и высушивание до влажности 12–14%. измельчения. Используется технологическая схема, состоящая из стадий: прожаривание при 170–200°C в течение 3–5 мин, увлажнение водой при 100 С, пропаривание, затем подсушивание. Цель совершенствования технологии на заводах – улучшение качества крупы, увеличение выхода муки, сокращение энергозатрат на производство [3, 5]. Но при изменении технологии производства муки меняется гранулометрический состав муки. Так, при увеличении давления пара от 0,05 МПа до 0,25 МПа и одновременном снижении длительности обработки с 15 мин до 2 мин меняется фракционный состав муки так, что доля крупных частиц увеличивается с 20,6 до 27,4%; средних с 6,2 до 7,1%, а мелких уменьшается с 43,7 до 37,6% [3].

Биохимические особенности зерна, все виды механических воздействий, типы используемого оборудования и технологических режимов определяют структурно-механические свойства муки, которые увязывают с дисперсностью муки. Размеры частиц муки характеризуют сорт муки. Размеры частиц в значительной мере оказывают влияние на биохимические и коллоидные процессы на стадии приготовления теста, а также на качество и выход готовых изделий. В трудах [3,5] указаны размеры частиц, характеризующие муку с лучшими хлебопекарными свойствами: средневзвешенный размер частиц не менее 0,1000 мм, а содержание фракции менее 0,0800 мм не более 30%, при этом частиц с размером 0,1200 мм не менее 30%.

Широко гречневая мука используется в хлебопекарной отрасли, обогащая хлеб более полноценным белком, витаминами и минеральными веществами, позволяет улучшить вкусовые

качества и ароматизировать хлеб. В МГУПП изучена возможность производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и гречневой муки. Показано, что ввод до 20% гречневой муки в рецептуру хлебобулочных изделий не сказывается на пористости, удельном объеме хлеба [1]. Предложено использовать в рецептурах мучных кондитерских изделий [2, 6]. Важнейшей областью применения гречневой муки является ее использование в лечебном, детском и диетическом питании.

Тем не менее, технологические достоинства и пищевая ценность различных видов гречневой муки как сырья для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий изучены недостаточно, в действующих в настоящее время нормативных документах не приведены необходимые показатели. Отсутствуют сравнительные данные о физико-химических показателях гречневой муки, полученной в условиях различных производств из пропаренной (коричневой) и непропаренной (зеленой) гречихи.

**Цель работы** – совершенствование системы оценки качества гречневой муки из пропаренной (коричневой) и непропаренной – (зеленой). Для реализации поставленной цели исследовали гранулометрический состав гречневой муки стандартным методом и на основе микроскопирования для образцов, изготовленных по разным нормативной документации; сравнивали микрофотографии образцов муки, а также жиро- и влагоудерживание.

#### **Материалы и методы**

При проведении исследований использовали муку гречневую «Гарнец» – ТУ 9293-002-43175543-03; муку гречневую «Старожитная» – ТУ РБ 600024008.084-2002; муку гречневую «Крупно» – ТУ 9293-005-00932169-96; муку гречневую для детского питания – ГОСТ Р 31645-2012; муку гречневую из зеленой гречки «Гарнец» – ТУ 9293-002-43175543-03. Органолептическую оценку гречневой муки проводили в соответствии с ГОСТ Р 31645-2012. Оценку осуществляли на соответствие действующей нормативно-технической информации и профильным методом с предварительным выявлением необходимых дескрипторов, а затем по интенсивности их проявления. Изделия оценивала комиссия из 7 отобранных дегустаторов. Для оценки качества изделия приняли 10-бальную шкалу интенсивности без коэффициентов весомости. Влажность муки определяли по ГОСТ 9404–88. Крупность помола гречневой муки определяли

по ГОСТ Р 31645-2012, а также оценивали по гранулометрическому составу. Гранулометрический состав гречневой муки определяли на информационно-измерительной системе «ГИУ-1-РС». Водоудерживающая способность (ЖУС) характеризовали количеством воды, удерживаемой продуктом против силы тяжести. Навеску муки в количестве 1 г помещали в градуированную центрифужную пробирку, добавляли 5 см<sup>3</sup> воды, перемешивали в течение 1 мин при скорости вращения электрической мешалки 100 об/мин и оставляли в покое на 30 минут. Затем смесь центрифугировали в течение 25 мин со скоростью 5000 об/мин. Взвешивали пробирку с навеской и водой. Замеряли общий объем смеси в пробирке и объем воды, оставшейся не адсорбированной. Сливали не адсорбированную воду и устанавливали пробирки в наклонном положении на 10 минут для удаления оставшейся воды. Взвешивали пробирки. Обработку результатов осуществляли по формуле (1)

$$\text{ВУС} = (a - b) \times 100/c \quad (1)$$

где  $a$  – вес пробирки с навеской и связанной водой, г;  $b$  – вес пробирки с навеской, г;  $c$  – навеска, г

Жироудерживающую способность (ЖУС) определяли вышеизложенным методом с заменой воды растительным рафинированным дезодорированным маслом. Микрофотографии выполнены на микроскоп с установленной в нем видеокамерой, входящей в комплект оборудования «Гранулометр ГИУ-1» [4].

#### **Результаты и обсуждение**

Для проведения сравнительного анализа показателей качества в работе были использованы пять образцов гречневой муки производственных помолов разных производителей: четыре образца гречневой муки из пропаренной крупы (образцы 1–4) и один образец гречневой муки из непропаренной крупы (образец 5). Для возможности сравнения изучали комплекс показателей: органолептические, физико-химические, технологические свойства и крупность помола (таблицы 1–4).

По органолептическим показателям образцы 1–4 отличались по всем показателям. Цвет лежал в интервале интенсивности от светло-до темно-бежевого. Были выявлены различия в интенсивности гречишного вкуса и запаха. Образец 5, полученный из крупы зеленой, характеризовался светло-серым цветом и имел слабо-выраженный аромат, характерный для гречихи.

Таблица 1.

Органолептические показатели гречневой муки

Table 1.

## Organoleptic Characteristics of buckwheat flour

| Показатели оценки   Assessment indicators |  |  |
|---|--|--|
| Цвет   Color                              | Вкус   Taste   | Запах   Smell  |
| Темно-бежевый   Dark beige                | Некислый, не горький, сильно-выраженный гречишный   Not sour, not bitter, strongly expressed buckwheat             | Сильно-выраженный гречишный, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый   Strongly pronounced buckwheat, without foreign smell, not frowsy, not musty |
| Светло-серый   Light grey                 | Некислый, слегка сладковатый, выраженный гречишный   Not sour, slightly sweet, pronounced buckwheat                | Выраженный гречишный, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый   Pronounced buckwheat, without foreign smell, not frowsy, not musty                 |
| Светло-бежевый   Light beige              | Некислый, не горький, выраженный гречишный   Not sour, not bitter, pronounced buckwheat                            | Выраженный гречишный, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый.   Pronounced buckwheat, no foreign odors, not musty, not moldy.                     |
| Серовато-бежевый   Grayish-beige          | Некислый, не горький, сильно выраженный гречишный   Not sour, not bitter, strongly expressed buckwheat             | Сильно-выраженный гречишный, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый   Strongly pronounced buckwheat, without foreign smell, not frowsy, not musty |
| Светло-серый   Light grey                 | Некислый, слегка сладковатый, слабо выраженный гречишный   Not sour, slightly sweet, slightly pronounced buckwheat | Слабо выраженный гречишный, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый   Weakly expressed buckwheat, without foreign smells, not musty, not moldy     |

Таблица 2.

Химический состав образцов муки (%)

Table 2.

## Chemical composition of flour samples (%)

| Образец Sample       | Белки Proteins | Жиры Fats | Углеводы Carbohydrates | Влажность Humidity |
|----------------------|----------------|-----------|------------------------|--------------------|
| 1                    | 12,5           | 2,5       | 70,0                   | 9,4                |
| 2                    | 10,9           | 2,6       | 70,0                   | 8,8                |
| 3                    | 12,3           | 2,0       | 70,0                   | 8,4                |
| 4                    | 9,0            | 2,0       | 79,0                   | 10,0               |
| 5                    | 12,6           | 3,3       | 57,1                   | 10,2               |
| Мука ржаная обдирная | 8,9            | 1,7       | 61,8                   | 13,5               |
| Мука пшеничная в/с   | 10,3           | 1,1       | 69,6                   | 14,4               |

По информации, вынесенной на этикетку, пищевая ценность, выражающая содержание основных веществ (таблица 2) была также различной. Образцы гречневой муки различались по количеству белков, которое варьировало от 9,0 до 12,6%, углеводов – от 57,1 до 79%, жиров – от 2,0 до 3,3%, влажность в интервале 8,4–10,0%. Во всех образцах гречневой муки содержание белков, жиров, углеводов было несколько выше, по сравнению с пшеничной и ржаной, исключение составил образец муки гречневой из непропаренной крупы (образец 5) содержание углеводов в котором составило 57,1%. Таким образом, отсутствие единой схемы выработки гречневой муки обуславливает то,

что представленная на отечественном рынке гречневая мука отличается неоднородностью состава. Также, образцы характеризовались разным гранулометрическим составом. Гранулометрический состав образцов гречневой муки из пропаренной муки оценивали двумя методами – ситовым и микроскопическим (таблица 3).

Для всех образцов «проход через шелковое сито № 38» составил не менее 60%. По показателю «остаток муки на сите» образец 4 соответствовал требованиям ГОСТ 31645-2012 – 0,5%. Остальные образцы, выработанные по собственным НТД имели в своем составе более 2% крупных частиц.

Таблица 3.

Гранулометрический состав образцов гречневой муки

Table 3.

Size composition of buckwheat flour samples

| Образец<br>Sample | Ситовой анализ   Sieve analysis  |  | ГИУ-1   |   |
|-------------------|--|--|---|---|
|                   | Сход с сита № 27, %<br>240 мкм и более<br>Gathering with sieve № 27, %<br>240 Microns and More | Проход через сито № 38, %<br>150 мкм и менее<br>Pass through a sieve № 38, %<br>150 microns and Less | % частиц размером<br>240 мкм и более<br>% particle size<br>240 microns and More | % частиц размером<br>150 мкм и менее<br>% particle size<br>150 microns and Less |
| 1                 | 5,6 ± 0,3  | 75,4 ± 3,7   | 0,35 ± 0,003  | 94,98 ± 0,94  |
| 2                 | 12,2 ± 0,6   | 65,6 ± 3,3   | 0,12 ± 0,001  | 94,87 ± 0,94  |
| 3                 | 8,4 ± 0,4  | 72,8 ± 3,6   | 0,45 ± 0,004  | 95,73 ± 0,95  |
| 4                 | 0,5 ± 0,2  | 69,3 ± 3,4   | 1,74 ± 0,005  | 92,39 ± 0,92  |

Распределение частиц муки по размерам (таблица 3), полученные ситовым методом не совпадают с размером частиц, полученных микроскопическим методом, поскольку физико-химические процессы адгезии способствуют агрегации мелких частиц в более крупные и данный эффект не позволяет получить точные результаты. Аналогичные результаты были получены ранее для пшеничной муки [7, 8, 15]. Таким образом, контроль микроскопическим методом предоставляет больше информации для сравнения отдельных партий муки.

Очевидно, что для гречневой муки должна существовать оптимальная дисперсность, которая определяет ее технологические свойства. По результатам исследования гранулометрического состава образцов (1–4) гречневой муки из пропаренной гречихи микроскопическим методом на информационно-измерительной системе «ГИУ-1-РС», рассчитан суммарный объем всех фракций, среднееэквивалентный объему размер частиц (таблица 4).

Таблица 4.

Распределение частиц образцов гречневой муки различных производителей по размерам фракций, %

Table 4.

Distribution of sample particles buckwheat flour of different manufacturers by size of fractions, %

| Размер частиц, мм   Particle size, mm  | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 | Образец 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| От числа частиц   From the number of particles   |           |           |           |           |
| 0,0050–0,0500<br>в т. ч.   | 58,69     | 85,56     | 82,84     | 73,21     |
| 0,0050–0,0100  | 30,33     | 50,21     | 39,49     | 29,44     |
| 0,0550–0,1000  | 21,51     | 6,52      | 6,38      | 8,79      |
| 0,1050–0,1500  | 14,18     | 5,79      | 6,51      | 10,09     |
| 0,1550–0,2000  | 4,39      | 1,63      | 3,13      | 4,36      |
| 0,2050–0,2500  | 1,23      | 0,5       | 1,16      | 3,56      |
| От объема   of volume  |           |           |           |           |
| 0,0150–0,0500<br>в т. ч.   | 0,89      | 1,58      | 1,38      | 0,6       |
| 0,0050–0,0100  | 0,01      | 0,05      | 0,03      | 0,01      |
| 0,0550–0,1000  | 14,11     | 11,5      | 5,57      | 3,95      |
| 0,1050–0,1500  | 36,56     | 38,5      | 28,21     | 17,26     |
| 0,1550–0,2000  | 29,18     | 28,18     | 33,85     | 19,69     |
| 0,2050–0,2500  | 19,25     | 20,27     | 31        | 58,49     |
| Среднееэквивалентный объему размер частиц $d_{\text{экв}}$ , мм<br>Volume particle size $d_{\text{Eq}}$ mm | 0,179     | 0,131     | 0,149     | 0,179     |
| Суммарный объем всех фракций, мм <sup>3</sup><br>Total volume of all fractions, mm <sup>3</sup>            | 45,18     | 18,43     | 25,39     | 46,80     |

В интервале размера 205–250 мкм у всех образцов присутствует от 0,5 до 3,56% частиц, размер которых не согласуется с нормальным распределением частиц по размеру.

При доказательстве нормальности распределения частиц по размерам математическими методами обработки экспериментальных данных выявлено, что крупные частицы выступают в качестве

«грубых ошибок», которые должны быть отброшены. Однако эти частицы присутствуют в образцах муки, определяют ее поверхностные свойства, участвуют в формировании свойств теста и готовой продукции, поэтому, на дальнейшем этапе исследований были сравнены поверхностные свойства образцов муки производственных помолов.

Несмотря на то, что образец 1 и образец 4 имеют одинаковый  $d_{эв} = 0,179$  мм, у них имеются отличия в распределении частиц по размерам: крупных частиц в интервале размера 0,201–0,250 мм в образце 1 содержится 1,23%, а образце 4 – 3,56%, следовательно, всего частиц с размером с размером 0,005–0,200 мм в образце 1 – 99,36%, а в образце 4 – 96,75%. Самых мелких частиц с размером 0,005–0,010 мм в образцах 1 и 4 сходное количества – 30,33% и 29,44%, тогда как суммарное количество частиц с размером до 0,050 мм у образца 1 – 58,69%, а в образце 4 – 73,21%. Такое распределение частиц объясняет больший суммарный объем у образца 4 (46,80 мм<sup>3</sup>) по сравнению с образцом 1 (45,18 мм<sup>3</sup>). Образцу 2 соответствует самые маленькие  $d_{эв} = 0,131$  мм и суммарный объем всех фракций – 18,43 мм<sup>3</sup>, так же самое большое количество частиц в интервале с размерами 0,005–0,010 мм – 50,21% и до 0,050 мм соответственно 85,56%. Следовательно, для гречневой муки, как и для пшеничной муки [15] установление гранулометрического состава микроскопическим методом также является самостоятельным необходимым методом, позволяющим более полно охарактеризовать муку.

Технологические свойства исследуемых образцов гречневой муки сравнивали по их

жиро- (ЖУС) и влагоудерживающим (ВУС) способностям по типовой методике. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5.  
Жиро- и влагоудерживающие (ВУС) способности (%) муки

Table 5.  
Fat- Water-Retention (WRA) ability (%) Flour

| Образец   Sample                        | ЖУС, % | ВУС, %   |
|---|--------|----------|
| 1                                       | 69 ± 3 | 329 ± 16 |
| 2                                       | 83 ± 4 | 335 ± 12 |
| 3                                       | 58 ± 3 | 309 ± 15 |
| 4                                       | 83 ± 4 | 335 ± 16 |
| 5                                       | 61 ± 5 | 195 ± 7  |
| Мука ржаная обдирная<br>Rye flour Flour | 82 ± 4 | 140 ± 7  |
| Мука пшеничная в/с<br>Wheat flour       | 79 ± 4 | 72 ± 4   |
| n = 3 P = 0,95 R > 95%                  |        |          |

По данным таблицы 5 водоудерживающая способность у образцов гречневой муки из пропаренной крупы в среднем 2,3 раза выше, чем у пшеничной муки в/с, в 4,5 раза чем у ржаной муки и в среднем 1,7 раза выше чем у муки из непропаренной крупы. Жирудерживающая способность образцов 1–5 лежат в интервале 58–83% и сопоставима со значениями ржаной и пшеничной муки в/с. Такие свойства гречневой муки обусловлены, вероятно тем, что при пропаривании гречихи, в зависимости от режимов теплового воздействия происходит изменение свойств крахмала, которое выявлено изучением структуры муки при микроскопировании представлено на микрофотографиях (рисунки 1–5).

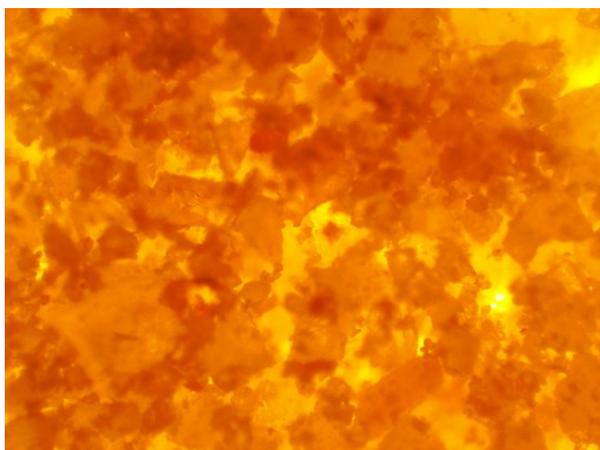


Рисунок 1. Микрофотографии образца 1  
Figure1. Sample 1 microphoto



Рисунок 2. Микрофотографии образца 2  
Figure2. Sample 2 microphoto

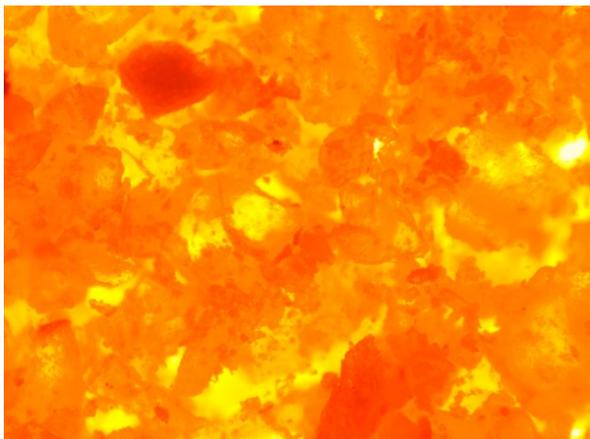


Рисунок 3. Микрофотографии образца 3 (слева)  
Figure3. Sample 1 microphoto (left)

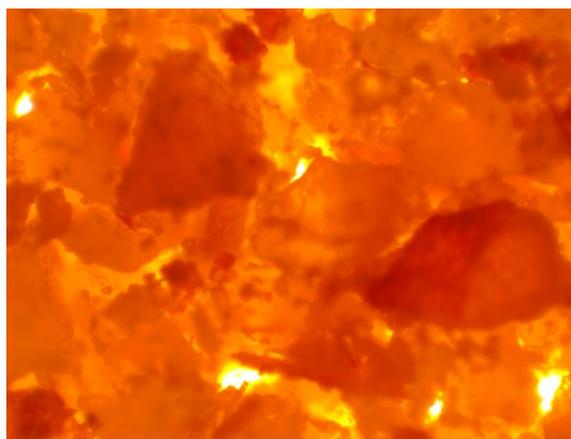


Рисунок 4. Микрофотографии образца 4  
Figure4. Sample 4 microphoto

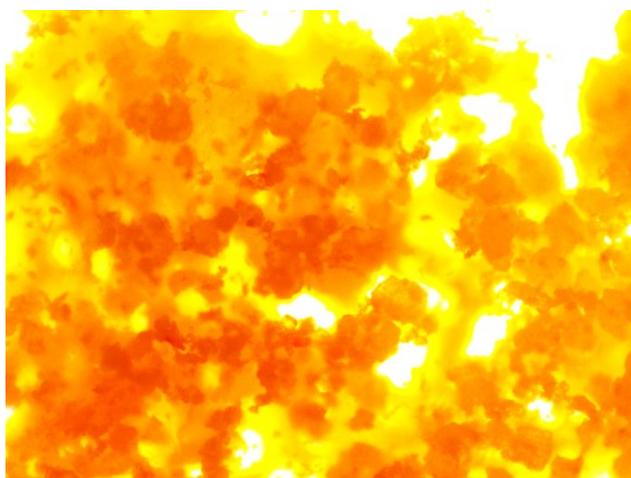


Рисунок 5. Микрофотографии образца 5  
Figure5. Sample5 microphoto

При сравнении микрофотографий образцов видно (рисунки 1–5), что во всех образцах муки из пропаренной гречки появляются темно-коричневые агломераты (рисунок 1–4) разного размера, в то время, как в муке из непропаренной гречихи (рисунок 5) присутствуют более мелкие и бледно окрашенные частицы.

Таким образом, исследованные образцы гречневой муки разных производителей отличаются как гранулометрическим составом, характеризующимся различным размером частиц муки и их количеством, так и степенью интенсивности коричневого цвета, что свидетельствует о различных технологических режимах производства муки и влияет на ее технологические свойства, выраженные жиром-, влагоудерживанием.

#### Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что образцы гречневой муки производственных помолов разных производителей

имеют отличия: по органолептическим показателям; по химическому составу (по содержанию белков, жиров и углеводов); по технологическим свойствам (жиро- и водоудерживающей способности); по гранулометрическому составу (выход фракций в% от общего количества частиц и от объема у образцов муки производственного помола различен, а среднеэквивалентный объемный размер частиц ( $d_{эkv}$ ) лежит в интервале 0,131–0,179 мм); данные гранулометрического состава полученные ситовым методом не совпадают с установленным микроскопическим методом; микрофотографии свидетельствуют о различных физико-химических процессах при производстве муки.

Таким образом, гранулометрический состав, выраженный распределением частиц по размеру, является самостоятельным методом, позволяющим более полно охарактеризовать гречневую муку, и его следует ввести в нормируемые показатели ее качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гаврилова О.М., Матвеева И.В., Юдина Т.А., Ломакин А.А. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки // Хлебопечение России. 2008. № 3. С. 18–20.

2 Ливинская С.А., Сaitова 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.

3 Панкратов, Г.Н. Гранулометрический состав продуктов размола // Хлебопродукты. 2015. № 5. С. 46–49.

4 Черных В.Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Гранулометр ГИУ-1» для определения гранулометрического состава порошкообразных пищевых продуктов. М.: МГУПП, 2012. 65 с.

5 Черных В.Я. Современная методология управления технологическими свойствами хлебопекарной муки // Материалы 3 международной конференции «Современное хлебопечение – 2003»: МПА. М.: Пищепромиздат, 2003. С. 58–59.

6 Baljeet S.Y., Yadav R.B., Yadav R. Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for bickuit making // International Food Research Journal. 2010. № 117 (4). P.1067-1076.

7 Christa K. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review // Czech J. Food Sci. 2008. V. 26. № 3. P. 153–162

8 Campbell C.G. Present state and future prospects for buckwheat // Proc. 9th Int. Symp. Buckwheat. 2004. P. 26–29.

9 Chen D., Berhow M., Lee S. Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions // Food Chemistry. 2011. V. 125. № 3. P.923–929.

10 Guo X., Ma Y., Parry J., Gao J. et al. Phenolics Content and Antioxidant Activity of Buckwheat from Different Locations // Molecules. 2011. № 16. P. 9850–9867.

#### REFERENCES

1 Gavrilova O.M., Matveeva I.V., Yudina T.A., Lomakin A.A. Saving freshness of the bread of mixture of flours wheat and buckwheat. *Khlebopechenie Rossii*. [Russian bakery] 2008. no. 3. pp. 18–20. (in Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Светлана А. Ливинская** к.т.н., доцент, кафедра, МГУПП, Волоколамское ш., д. 11, Москва, 125080, Россия, livinskaya@mgupp.ru

**Мargarita Э. Сaitова** старший преподаватель, кафедра, МГУПП, Волоколамское ш., д. 11, Москва, 125080, Россия, rita.s@list.ru

**Алексей А. Ливинский** к.т.н., инженер, ТД «Нефтьмагистраль», Волгоградский пр-т, 26, стр. 1, Москва, 109316, Россия, send2alexey@mail.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Светлана А. Ливинская** обзор литературных источников, предложила методику проведения эксперимента

**Мargarita Э. Сaitова** провела эксперимент, выполнила часть расчётов

**Алексей А. Ливинский** выполнил часть расчетов, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.06.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.08.2018

2 Livinskaya S.A., Saitova M.E., Porozhniuk T.O., Dubtsov G.G. Optimization of cake recipes based on adjustment of consumer properties, nutritional value and glycemic index of products. *Voprosy pitaniya*. [Nutrition issues] 2016. vol. 85. no. S2. pp. 107. (in Russian)

3 Pankratov G.N. Granulometric composition of grinded products. *Khleboprodukty*. [Bakery] 2015. no. 5. pp. 46–49. (in Russian)

4 Tchernykh V.Y. Informatsionno-izmeritelnaia sistema na baze pribora Granulometr GIU 1 dlia opredeleniia granulometricheskogo sostava poroshkoobraznykh pishchevykh produktov [Information-measuring system on the basis of "Granulometer GIU 1" device for determining the granulometric composition of powdered food products] Moscow, MGUPP, 2012. 65 p. (in Russian)

5 Tchernykh V.Y. Materialy 3 mezhdunarodnoi konferentsii Sovremennoe khlebopechenie 2003 [Modern methodology for managing of the baking properties of flour. The third international conference «Sovremennoyekhlebopechenie –2003»: MPA] Moscow, Pischepromizdat, 2003. pp. 58–59. (in Russian)

6 Baljeet S.Y., Yadav R.B., Yadav R. Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for bickuit making. *International Food Research Journal*. 2010. no. 117 (4). pp.1067-1076.

7 Christa K. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci.* 2008. vol. 26. no. 3. pp. 153–162

8 Campbell C.G. Present state and future prospects for buckwheat. *Proc. 9th Int. Symp. Buckwheat*. 2004. pp. 26–29.

9 Chen D., Berhow M., Lee S. Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions. *Food Chemistry*. 2011. vol. 125. no. 3. pp. 923–929.

10 Guo X., Ma Y., Parry J., Gao J. et al. Phenolics Content and Antioxidant Activity of Buckwheat from Different Locations. *Molecules*. 2011. no. 16. pp. 9850–9867.

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Svetlana A. Livinskaya** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department, MSUFP, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia, livinskaya@mgupp.ru

**Margarita E. Saitova** Dr. Sci. (Chem.), professor, department, MSUFP, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, 125080, Russia, rita.s@list.ru

**Aleksei A. Livinskii** Cand. Sci. (Engin.), engineer, TD "Neftmagistral", Volgogradskiy Av, 26/1, Moscow, 109316, Russia, send2alexey@mail.ru

#### CONTRIBUTION

**Svetlana A. Livinskaya** review of literature on investigated problem, proposed a scheme of the experiment and organized production trials

**Margarita E. Saitova** conducted an experiment, performed the part of computations

**Aleksei A. Livinskii** performed the part of computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 6.4.2018

ACCEPTED 8.15.2018