

**Лодыгин Алексей Дмитриевич**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии, Института живых систем, ФГБАУ ВО «Северо-Кавказский Федеральный университет», (8652) 33-03-18, 33-08-49, E-mail: allodygin@yandex.ru

**Lodygin Alexey Dmitrievich**, doctor of technical Sciences, associate Professor, head of the Department of applied biotechnology, Institute of living systems, North Caucasus Federal University, (8652) 33-03-18, 33-08-49, E-mail: allodygin@yandex.ru

**Климов Леонид Яковлевич**, кандидат медицинских наук, доцент, декан педиатрического факультета, Ставропольский государственный медицинский университет  
**Klimov Leonid Yakovlevich**, PhD, associate Professor, Dean of the pediatric faculty, Stavropol state medical University

**Евдокимов Иван Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой Института живых систем, Ставропольский медицинский университет, (8652) 33-03-51, E-mail: ievdokimov@ncfu.ru  
**Evdokimov Ivan Alekseevich**, doctor of technical Sciences, Professor, head of the basic Department Institute of living systems, Stavropol medical University, (8652) 33-03-51, E-mail: ievdokimov@ncfu.ru

**Печенкин Евгений Владимирович**, кандидат медицинских наук, доцент, секретарь ЦМК по хирургическим болезням Ставропольский государственный медицинский университет  
**Pechenkin Yevgeny Vladimirovich**, candidate of medical Sciences, associate Professor, Secretary of the CMC for surgical diseases Stavropol state medical University

**Храмцов Андрей Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, академик Российской академии наук  
**Khramtsov Andrey Georgievich**, doctor of technical Sciences, Professor, academician of the Russian Academy of Sciences

**Анисимов Георгий Сергеевич**, канд. техн. наук, директор Центра биотехнологического инжиниринга СКФУ, тел. +7-962-447-84-25, e-mail: ags88@mail.ru  
**Anisimov Georgy Sergeevich**, Cand. Techn. Director of the center for biotechnological engineering of NCFU, tel. +7-962-447-84-25, e-mail: ags88@mail.ru

**Школа Сергей Сергеевич**, инженер-технолог Центра биотехнологического инжиниринга СКФУ, тел. +7-928-971-68-55, e-mail: skifklad@yandex.ru  
**Schoola Sergey Sergeevich**, technology engineer of the center for biotechnological engineering of NCFU, tel. +7-928-971-68-55, e-mail: skifklad@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 01.02.2019

После рецензирования: 05.08.2019

Дата принятия к публикации: 01.09.2019

С. С. Гурьев [S. S. Gur'ev]<sup>1</sup>  
 Э. Э. Сафонова [E. E. Safonova]<sup>1</sup>  
 Л. Л. Малышев [L. L. Malyshev]<sup>2</sup>  
 В. И. Хорева [V. I. Khoreva]<sup>2</sup>  
 А. Е. Смоленская [A. Ye. Smolenskaya]<sup>2</sup>  
 В. С. Попов [V. S. Popov]<sup>2</sup>

УДК 664.83

**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ МУКИ**  
**STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION UNCONVENTIONAL SPECIES OF FLOUR**

<sup>1</sup>ВШБТИПТ СПбПУ Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: sergeyjurev@gmail.com

<sup>2</sup>Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург / <sup>1</sup>GSBFS of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, -mail: sergeyjurev@gmail.com; <sup>2</sup>Agricultural Sciences, Leading researcher, N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg

**Аннотация.** Мучные изделия – одни из самых потребляемых продуктов. Повышение пищевой и биологической ценности мучных изделий относится к одним из актуальных направлений в мучной и хлебобулочной промышленности.

**Материалы и методы.** Целью исследования являлось повышение пищевой и биологической ценности мучных изделий путем включения сырья с повышенным содержанием белка и аминокислот.

**Результаты и обсуждения.** В работе представлены результаты изучения биохимических профилей трех видов нетрадиционной муки (кокосовой, чечевичной и из зелёной гречихи) по сравнению с пшеничной мукой. Приведена характеристика идентифицированных групп биологически активных веществ. Описана достоверность различий между минорными компонентами нетрадиционных видов муки, определена их биологическая ценность. Даны рекомендации по использованию нетрадиционных видов муки в производстве мучных изделий для лечебно-профилактического и функционального питания.

**Заключение.** В результате проведённых исследований получены новые данные о химическом составе нетрадиционных видов муки, каждый из видов исследуемой муки, благодаря уникальному составу, может послужить для создания продуктов лечебно-профилактической и функциональной направленности. Каждый из исследуемых образцов муки обладает уникальным составом. Богатые клетчаткой мука из зелёной гречихи и кокосовая мука будут полезны для диет при проблемах с перистальтикой кишечника, сахарном диабете, в спортивном питании, а также при склонности к полноте.

В составе мучных изделий мука из зелёной гречихи будет способствовать снижению калорийности и повышению пищевой ценности, антиоксидантной активности.

Чечевичную муку, богатую белками, можно рекомендовать при формировании диет с повышенным содержанием белка, используемых, например, при диабете. В составе мучных изделий чечевичная мука будет способствовать повышению их пищевой ценности.

**Ключевые слова:** кокосовая мука; чечевичная мука, мука зелёной гречихи; пшеничная мука; химический состав; хроматография.

**Abstract.** Flour products are one of the most consumed products. Increasing the nutritional and biological value of flour products is one of the priority areas in the flour and bakery industry.

**Materials and methods.** The aim of the study was to increase the nutritional and biological value of flour products by including raw materials with an increased content of protein and amino acids.

**Results and discussions.** The paper presents the results of the study of the biochemical profiles of three types of unconventional flour (coconut, lentil and green buckwheat) compared to wheat flour. The characteristic of the identified groups of biologically active substances. Reliability of differences between minor components of non-traditional flour types is described, their biological value is determined. Recommendations on the use of non-traditional types of flour in the production of flour products for therapeutic and prophylactic and functional nutrition are given.

**Conclusion.** As a result of the conducted research, new data on the chemical composition of non-traditional types of flour were obtained. Each of the types of flour under study, due to its unique composition, can serve to create products of therapeutic and functional orientation. Each of the flour samples studied has a unique composition. Rich in fiber, green buckwheat flour and coconut flour will be useful for diets with problems with intestinal peristalsis, diabetes, in sports nutrition, as well as with a tendency to fullness.

In the composition of flour products, green buckwheat flour will help reduce calories and increase nutritional value, antioxidant activity.

Lentil flour, rich in protein, can be recommended when forming diets with high protein content, used, for example, for diabetes. As a part of flour products, lentil flour will help to increase their nutritional value.

**Key words:** coconut flour; lentil flour, green buckwheat flour; Wheat flour; chemical composition; chromatography.

**Введение.** Согласно государственной политике период до 2020 года перед отечественной отраслью общественного питания и пищевой промышленностью стоит задача удовлетворить потребности различных групп населения в здоровом питании. Определены цели и задачи государственной политики в области здорового питания, механизм ее реализации, который, в частности, предусматривает комплексный подход к мероприятиям, направленным на снижение количества заболеваний, связанных с питанием [1].

Нарушения полноценного питания вызваны снижением покупательной способности населения страны, а также состоянием производства продуктового сырья и пищевых продуктов. Кроме того, имеют место быть проблемы качества пищевых продуктов. При этом уровень грамотности населения в вопросах питания остается низким.

По данным государственной службы статистики мучные изделия являются одними из самых потребляемых населением продуктов [10]. Известно, что мука высшего сорта содержит мало белков. Также известно о том, что пшеничный белок считается трудноусваиваемым и не является полноценным вследствие дефицита лизина [5]. В последние годы потребление мучных изделий из пшеничной муки данного сорта было высоко.

Пшеничная мука - калорийный продукт. При большом её употреблении она может стать причиной ожирения и сопутствующих заболеваний. Также пшеничная мука обладает высоким гликемическим индексом, что делает невозможным ее употребление неконтролируемое при диабете 2 типа. Пшеничная мука противопоказана для больных целиакией.

**Материалы и методы.** Повышение пищевой ценности пищевых мучных и мучных кондитерских изделий является перспективным направлением в индустрии общественного питания. С этой целью в рецептуры включают сырье и добавки с повышенным содержанием белка и аминокислот.

Способы повышения пищевой ценности мучных и кондитерских изделий разнообразны. С этой целью в рецептуры включают дополнительные виды сырья и добавок с повышенным, по сравнению с пшеничной мукой, содержанием белка и аминокислот из местных ресурсов.

**Объекты исследования.** В качестве объектов исследования взята мука, купленная в розничной сети города Санкт-Петербург: мука из чечевицы, мука из зеленой гречихи, кокосовая мука и пшеничная мука высшего сорта в качестве контроля.

Чечевица — ценная культура, ее белок сбалансирован. Содержание белка в ней выше в 2 раза, чем в пшеничной муке, а незаменимых аминокислот практически в 3 раза больше [4].

Чечевица обладает богатым минеральным составом (K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu и Se). Витаминный состав чечевицы включает:  $\beta$ -каротин, ниацин, а также ретинол и токоферол.

Пищевые волокна, входящие в состав чечевицы, играют важную роль при сосудистых заболеваниях и диабете 2-го типа, также в снижении уровня холестерина. Низкий гликемический индекс (25) можно также отнести к достоинствам чечевицы [7].

Мука из зеленой гречихи – ценный диетический продукт. Она богата пищевыми волокнами и в ней мало сахара. Зеленая гречиха обеспечивает организм такими минеральными веществами как Mg, K, Ca, Fe, P, Mn, Zn. Гречиха ценится за высокое содержание рутина, ниацина, токоферола и витаминов группы B. Она является источником растительного белка, который содержит 8 незаменимых аминокислот, например, лизин, триптофан и треонин [8].

Кокосовая мука – продукт весьма ценный и питательный. При этом калорийность кокосовой муки небольшая. Она содержит большое количество растительного белка, углеводы, жиры и существенное количество клетчатки, на долю которой приходится около 60 % от общего объема. Кокосовая мука не содержит глютена. Такие свойства делают ее полезным диетическим продуктом, отличным дополнением или даже альтернативой муке пшеничной. Кокосовая мука придает изделиям хорошую текстуру и природную сладость. Ею можно заменить 1/3 количества необходимой муки в большинстве стандартных рецептов. Благодаря высокому содержанию клетчатки, кокосовая мука поглощает больше жидкости, поэтому при приготовлении блюд рекомендуется увеличить количество жидкости на 1/3 [9].

Цель исследования – сравнить химические показатели пшеничной муки с показателями нетрадиционных видов муки.

**Методы исследования.** Содержание сухого вещества (влажности) определено методом, основанном на взвешивании части измельченной средней пробы до и после высушивания до постоянной массы. Содержание белка /

азота проведено по методу Кьельдаля на полуавтоматическом анализаторе Kjeltec 2200 (фирма FOSS, п-во Швеция) с автоматическим дистилляционным блоком, используя коэффициент перерасчета – для пшеницы – 5,7, гречихи – 6,0, чечевицы и кокоса – 6,25. Содержание масла – по массе сухого обезжиренного остатка с использованием аппарата Сокслета, применяя в качестве растворителя петролейный эфир (т кип = 40 - 70 °С). Содержание крахмала – по Эверсу [4, 2]. Содержание клетчатки – по методу Weende на приборе Velp Scientifica (Италия). Биохимический анализ минорных соединений проводили на хроматографе «Agilent 6850» (США) с масс-спектрометром [11].

**Результаты и обсуждения.** Изучен химический состав пшеничной муки высшего сорта и трех нетрадиционных видов муки.

Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Химический состав муки**

Table 1

**The chemical composition of flour**

Образцы	Влажность, %	Масло, %	Крахмал, %	Белок, %	Клетчатка, %
		На сухое вещество			
Мука пшеничная в/с ТМ «Лимак»	10,0	1,5	78,3	11,4	0,7
Мука из зеленой гречки ТМ «Гранец»	10,0	3,5	71,7	14,6	5,5
Мука чечевичная ТМ «Гранец»	8,4	1,3	53,1	28,8	4,5
Мука кокосовая «BIO-FOOD»	3,5	40,0	следы	15,9	12,5

Как видно из таблицы 1, влажность всех видов муки соответствует требованиям стандарта и не превышает 15 %.

Наиболее высоким содержанием белка характеризуется чечевичная мука (28,8 %), у кокосовой муки и муки из зеленой гречихи содержание белка значительно меньше (15,9 % и 14,6 % соответственно).

Наибольшее содержание масла выявлено у кокосовой муки и составило 40,0 %, у остальных видов муки значительно меньше, от 1,3 % до 3,5 %.

Максимальное количество клетчатки обнаружено в кокосовой муке (12,5 %), затем в муке из зелёной гречихи (5,5 %) и чечевичной муке (4,5 %).

По содержанию крахмала первое место занимает мука пшеничная (78,3 %). Чуть меньше крахмала в муке из зеленой гречихи (71,7 %), затем муке чечевичной (53,1 %) и кокосовой (следы).

Таблица 2

**Биохимические профили муки**

Table 2

**Biochemical profiles of flour**

Наименование веществ	Мука пшеничная в/с ТМ «Лимак», мг/100 г	Мука из зеленой гречки ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука чечевичная ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука кокосовая «BIO-FOOD», мг/100 г
<b>Кислоты</b>	<b>32,85</b>	<b>38,80</b>	<b>91,29</b>	<b>281,47</b>
Молочная кислота	2,52	3,31	4,15	78,13
Никотиновая кислота	3,74	0,85	-	0,27
Бензойная кислота	-	0,38	-	-
Фосфорная кислота	2,54	9,69	34,97	53,63
Янтарная кислота	2,22	0,41	0,56	10,47
Цитраколовая кислота	-	-	1,22	-
Фумаровая кислота	0,66	-	-	0,93
ПищекOLIHOBAЯ кислота	-	-	0,42	0,35
Яблочная кислота	9,31	4,78	5,71	131,17
Эритроповая кислота	-	-	-	1,19
Рибоповая кислота	-	-	-	2,10
Шикимовая кислота	-	-	15,73	1,77

Наименование вещества	Мука пшеничная в/с ТМ «Лимак», мг/100 г	Мука из зеленой гречки ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука чечевичная ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука кокосовая «БИО-FOOD», мг/100 г
Лимонная кислота	8,62	10,46	26,28	-
Сиреневая кислота	-	4,76	-	-
Глюконовая кислота	-	0,56	-	-
Дегидроабietиловая кислота	-	0,76	-	-
4-гидроксibenзойная кислота	-	0,79	-	-
<b>Сахара</b>	<b>934,87</b>	<b>2481,93</b>	<b>2350,97</b>	<b>6421,18</b>
<i>Моносахариды</i>	<i>42,34</i>	<i>23,12</i>	<i>20,46</i>	<i>240,39</i>
Глюкоза	15,54	12,36	5,17	25,89
Фруктоза	7,99	-	6,17	168,18
Рибоза	-	0,74	4,56	-
Галактоза	0,67	1,45	-	-
Мальтоза	14,94	8,57	4,56	8,75
Сорбоза	3,21	-	-	37,56
<i>Дисахариды</i>	<i>752,85</i>	<i>2393,47</i>	<i>2038,52</i>	<i>5973,77</i>
Сахароза	751,79	2393,47	2037,42	5973,77
Мальтоза	1,05	-	-	-
<i>Трисахариды</i>	<i>139,68</i>	<i>65,33</i>	<i>296,55</i>	<i>27,03</i>
Раффиноза	139,68	65,33	296,55	27,03
<b>Фенольные соединения</b>	<b>-</b>	<b>424,56</b>	<b>-</b>	<b>12,14</b>
Хиная кислота	-	-	-	12,14
Эпикатехин	-	172,85	-	-
Катехин	-	251,71	-	-
<b>Аминокислоты</b>	<b>8,99</b>	<b>59,86</b>	<b>18,48</b>	<b>282,37</b>
<i>Незаменимые</i>	<i>5,19</i>	<i>10,56</i>	<i>3,80</i>	<i>44,51</i>
Триптофан	3,15	3,48	1,72	3,45
Валин	0,74	2,92	0,80	10,71
Лейцин	0,47	1,47	0,21	5,18
Фенилаланин	0,33	1,37	-	4,62
Треонин	0,49	1,33	0,89	18,26
Изолейцин	-	-	0,18	0,20
Метионин	-	-	-	2,08
<i>Условно-заменимые</i>	<i>1,19</i>	<i>42,38</i>	<i>5,31</i>	<i>48,30</i>
Тирозин	-	38,18	-	2,18
Глутамин	-	4,20	4,50	13,58
Пролин	1,19	-	0,82	32,53
<i>Заменимые</i>	<i>2,62</i>	<i>6,93</i>	<i>9,37</i>	<i>189,56</i>
α-аланин	1,21	0,93	1,96	54,99
β-аланин	-	-	-	3,97
Глицин	-	0,22	0,30	3,55
Серин	0,47	0,96	0,66	26,70
Аспарагиновая кислота	-	0,36	1,35	1,28
<b>Изолейцин</b>	<b>-</b>	<b>1,64</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Оксипролин	-	2,11	2,47	3,52
Гамма-аминомасляная кислота	-	0,72	1,08	92,34
Диаминовалериановая кислота (орнитин)	-	-	-	1,39
Аспарагин	0,94	-	1,54	1,82
<b>Жирные кислоты</b>	<b>175,01</b>	<b>826,09</b>	<b>429,97</b>	<b>197,37</b>
Каприновая	-	-	-	5,01
<b>Ундециловая</b>	<b>-</b>	<b>2,27</b>	<b>0,73</b>	<b>1,51</b>
Лауриновая	-	2,50	0,82	55,55

Наименование вещества	Мука пшеничная в/с ТМ «Лимак», мг/100 г	Мука из зеленой гречки ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука чечевичная ТМ «Гранец», мг/100 г	Мука кокосовая «БИО-FOOD», мг/100 г
<b>Тридециловая</b>	-	0,66	-	-
<b>Миристиновая</b>	-	2,16	4,11	-
<b>Пальмитиновая</b>	41,58	119,80	60,17	39,95
<b>Стеариновая</b>	4,11	16,19	7,46	13,31
<b>Олеиловая</b>	27,96	294,13	127,03	65,70
<b>Линоленовая</b>	82,42	278,33	169,29	13,58
<b>Альфа-линоленовая</b>	6,03	-	37,43	-
<b>Эйкозановая</b>	0,82	7,76	2,94	-
<b>Бегеновая</b>	0,45	7,34	-	-
<b>Лигноцериновая</b>	-	4,48	-	-
<b>МАГ 1-C16:0*</b>	3,16	2,44	6,36	1,12
<b>МАГ 1-C18:0</b>	-	83,62	0,51	1,66
<b>МАГ 2-C18:2</b>	8,47	3,86	13,18	-
<b>Спирты</b>	<b>61,54</b>	<b>825,89</b>	<b>195,70</b>	<b>1922,34</b>
<i>Трёхатомные спирты</i>	<b>21,82</b>	<b>145,99</b>	<b>81,42</b>	<b>10,00</b>
Глицерол	21,82	145,99	81,42	10,00
<b>Сахароспирты</b>	<b>24,45</b>	<b>636,70</b>	<b>87,58</b>	<b>1864,07</b>
Эригритол	-	-	0,43	3,42
Арабицитол	1,41	-	-	1,39
Ксилитол	1,67	0,93	0,61	1,09
Сорбитол	3,68	0,71	1,11	10,31
Галактипол	17,69	635,07	85,46	1847,86
<b>Инозитолы</b>	<b>15,26</b>	<b>42,89</b>	<b>26,68</b>	<b>48,27</b>
<b>Хироинозитол</b>	10,51	37,46	1,47	32,91
<b>Мисинозитол</b>	4,75	5,43	25,21	15,36
<i>Аминоспирты</i>	-	<b>0,31</b>	-	-
Этаполамин	-	0,31	-	-
<b>Стероиды</b>	<b>24,97</b>	<b>6,28</b>	<b>64,42</b>	<b>50,08</b>
Кампестерол	1,01	-	5,87	5,15
Стигмастерол	-	-	6,00	10,82
Бета-ситостерол	23,96	6,28	52,55	24,76
Изофукостерол	-	-	-	9,35
Лактозы	-	-	1,70	-
Глюконовая кислота-1,4-лактон	-	-	1,70	-
<b>Фосфаты</b>	<b>5,12</b>	<b>26,54</b>	<b>47,93</b>	<b>16,42</b>
<b>Метилфосфат</b>	1,61	0,93	1,70	-
Глицерол-3-фосфат	3,51	5,37	4,45	6,70
Фосфаты	-	20,25	40,09	9,71
<b>Мисинозитол-2-фосфат</b>	-	-	1,69	-
<b>Сапонины и производные</b>	-	-	<b>4,66</b>	<b>2,87</b>
Циклоартенол	-	-	-	2,87
Бета-Амирин	-	-	4,66	-
<b>Нуклеозиды</b>	-	<b>0,54</b>	<b>1,29</b>	<b>1,32</b>
Уридин	-	-	-	1,32
Аденозин	-	0,54	1,29	-

Примечание: \*МАГ – моноацилглицерин.

В биохимических профилях образцов муки было идентифицировано 89 компонентов, которые представляли собой следующие группы соединений: органические кислоты, свободные аминокислоты, жирные кислоты,

многоатомные спирты (в том числе инозитолы), фенольные соединения, моно- и олигосахариды, лактоны, фосфаты, сапонины и нуклеозиды.

В результате анализа выявлено 20 свободных аминокислот, из них – валин, треонин, лейцин, изолейцин, триптофан, метионин и фенилаланин, являются незаменимыми. В муке из зеленой гречихи, чечевичной и кокосовой, сумма обнаруженных незаменимых аминокислот составляет не более 20 % от всего содержания свободных аминокислот. В кокосовой муке преобладает треонин, а в остальных образцах муки триптофан.

Из условно-заменимых аминокислот были идентифицированы тирозин, глутамин и пролин. Тирозин в муке из зеленой гречихи и кокосовой муке. Глутамин во всех образцах, кроме пшеничной муки, а пролин во всех образцах кроме гречневой муки. В кокосовой муке был обнаружен орнитин. Наиболее богатой по содержанию свободных аминокислот является кокосовая мука – суммарно 282,37 мг/100 г.

По общему содержанию органических кислот лидирует кокосовая мука (281,47 мг/100 г). В ней содержится значимое количество молочной, фосфорной и яблочной кислот. В чечевичной муке преобладают фосфорная, шикимовая и лимонная кислоты. В муке из зеленой гречихи молочная, яблочная и лимонная кислоты, а в пшеничной муке яблочная и лимонная.

В биохимических профилях широко представлены жирные кислоты. Из них самое высокое содержание во всех образцах приходится на ненасыщенные линоленовую, олеиновую и насыщенную пальмитиновую. У муки из зеленой гречихи самый высокий показатель суммарного содержания жирных кислот (826,09 мг/100 г).

Сумма сахаров больше в кокосовой муке, меньше в пшеничной. Из моносахаридов образцы муки содержат главным образом глюкозу и фруктозу (не обнаружена в муке из зеленой гречихи). Кроме того, все образцы содержат маннозу.

В изученных образцах присутствуют олигосахариды: рафиноза, сахароза и мальтоза. Мальтоза обнаружена только в пшеничной муке. Наибольшая доля среди сахаров приходится на сахарозу.

Фенольные соединения (ФС) выявлены только в кокосовой муке и в муке из зеленой гречихи. В кокосовой муке ФС представлены хинной кислотой, а в муке из зеленой гречихи катехинами. Лактоны присутствуют только в чечевичной муке и представлены производной глюконовой кислоты. Фосфорный эфир глицерина обнаружен во всех образцах муки, нуклеозиды также выявлены во всех образцах муки кроме пшеничной. В кокосовой и чечевичной муке обнаружены сапонины и их производные.

Статистическая обработка полученных результатов показала, что по биохимическому составу образцы муки отличаются по разным показателям и с различной степенью достоверности (таблица 3).

Таблица 3

**Величина доверительной вероятности биохимических показателей образцов муки**

Table 3

**The value of confidence probability of biochemical parameters of flour samples**

Пшеничная мука	Величина доверительной вероятности, <i>p</i>			Кокосовая мука	<i>p</i>		Чечевичная мука	<i>p</i>
	К кокосовой муке	К чечевичной муке	К муке из зеленой гречихи		К чечевичной муке	К муке из зеленой гречихи		
Молочная кислота	0,000*	0,805	0,899	«то же» (1)	0,000*	0,000*	«то же» (1)	0,905
Фосфорная кислота	0,000*	0,000*	0,135	—«—	0,001*	0,000*	—«—	0,000*
Янтарная кислота	0,000*	0,074**	0,053	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,864
Яблочная кислота	0,000*	0,722	0,656	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,928
Фруктоза	0,000*	0,808	0,678	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
Мальтоза	0,000*	0,000*	0,000	—«—	0,007*	0,124	—«—	0,000*
Глюкоза	0,012*	0,000*	0,024	—«—	0,000*	0,755	—«—	0,000*
Сахароза	0,000*	0,000*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,214
Рафиноза	0,221	0,123	0,424	—«—	0,006*	0,583	—«—	0,014*
α-аланин	0,000*	0,842	0,978	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,843
Валин	0,000*	0,992	0,716	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,682
Лейцин	0,000*	0,656	0,027	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,005*
Серин	0,000*	0,814	0,010	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,015*

Пшеничная мука	Величина доверительной вероятности, p			Кокосовая мука	P		Чечевичная мука	P
	К коксо-совой муке	К чечеви-чной муке	К муке из зеленой гречи-хи		К чечеви-чной муке	К муке из зеленой гречи-хи		К муке из зеленой гречи-хи
Треонин	0,000*	0,030*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,001*
<b>Лауриновая кислота</b>	-	-	-	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,162
Миристиновая кислота	-	-	-	—«—	-	-	—«—	0,000*
Пальмитиновая кислота	0,043*	0,001*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
Линолевая кислота	0,002*	0,000*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
Олеиновая кислота	0,165	0,000*	0,000	—«—	0,001*	0,000*	—«—	0,000*
Стеариновая кислота	0,469	0,465	0,000	—«—	0,833	0,000*	—«—	0,000*
<b>Эйкозановая кислота</b>	0,612	0,000*	0,000	—«—	0,001*	0,000*	—«—	0,000*
Глицерол	0,096**	0,000*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
Ксилитол	0,009*	0,126	0,000	—«—	0,056**	0,201	—«—	0,000*
Сорбитол	0,000*	0,000*	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,033*
Хирозитол	0,000*	0,877	0,000	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
Миоинозитол	0,000*	0,000*	0,065	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,000*
<b>β-ситостерол</b>	0,113	0,000*	0,000	—«—	0,000*	0,013*	—«—	0,000*
Глицерол-3-фосфат	0,002*	0,001*	0,000	—«—	0,522	0,895	—«—	0,418
Шикимиковая кислота	-	-	-	—«—	0,000*	-	—«—	-
Лимонная кислота	-	0,000*	0,085	—«—	-	-	—«—	0,000*
Сорбоза	0,000*			—«—	-	-	—«—	-
Галактоза			0,010	—«—	-	-	—«—	-
Аспарагин	0,001*	0,009*	-	—«—	0,142		—«—	-
Пролин	0,000*	0,909		—«—	0,000*	-	—«—	-
Глицин	-	-	-	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,814
<b>Глутамин</b>	-	-	-	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,845
Оксипролин	-	-	-	—«—	0,071**	0,021*	—«—	0,896
<b>Фенилаланин</b>	0,000*	-	0,155	—«—	-	0,000*	—«—	-
Аспарагиновая кислота	-	-	-	—«—	0,543	0,007*	—«—	0,057**
<b>γ-амино-масляная кислота</b>	-	-	-	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,974
Тирозин	-	-	-	—«—	0,000*		—«—	-
<b>α-линоленовая кислота</b>	-	0,000*	-	—«—	-	-	—«—	-
Галактиол	-	-	-	—«—	0,000*	0,000*	—«—	0,913
<b>Метилфосфат</b>	-	0,005*	0,105	—«—	-	-	—«—	-
Кампестерол	0,026*	0,012*	-	—«—	0,653	-	—«—	-
Стигмастерол	-	-	-	—«—	0,042*	-	—«—	-
Фосфаты	-	-	-	—«—	0,000*	0,015*	—«—	0,000*
Аденозин	-	-	-	—«—	-	-	—«—	0,009*

Примечание: \*p>0,05, \*\*0,1> p>0,05.

Как видно из табл. 3.12 биохимический состав всех четырех видов нетрадиционной муки с высокой степенью достоверности (p>0,05) отличался от метаболома пшеничной муки по содержанию сахаров, треонина, пальмитиновой и линолевой кислот, сорбитола, глицерол-3-фосфата. Биохимический состав кокосовой муки отличался с достоверностью p>0,05, по показателям аминокислот (аланина, валина, лейцина, серина и треонина), ксилитола,



сорбитола, инозитолов, сорбозы, пролина, фениланилаланина, аспаргина, кампастерола и альфа метил фуранозида; при доверительной вероятности  $0,1 > p > 0,05$  по показателям глицерола. Биохимический состав чечевичной муки с достоверностью  $p=0,05$  отличался показателями фосфорной кислоты, олеиновой кислоты, линоленовой кислоты, мионнозитола, бета стерола, лимонной кислоты, аспаргина, галактинола, метилфосфата, кампастерола и при более низкой доверительной вероятности  $0,1 > p > 0,05$  по янтарной кислоте. Мука из зеленой гречки выделяется показателями следующих метаболитов при  $p=0,05$  - лейцина, серина, стеариновой кислоты, ксилитола, хироннозитола, галактозы, галактинола, и при доверительной вероятности  $0,1 > p > 0,05$  – янтарной кислоты, мионнозитола, лимонной кислоты.

**Выводы.** Показано, что влажность всех исследуемых образцов муки находится в пределах нормы и не превышает 15,0 % [3]. Влажность муки – важнейший показатель ее качества и в соответствии с ней рассчитывается количество воды в используемых рецептурах.

По биохимическим показателям мука из зеленой гречихи отличается от пшеничной муки высшего сорта по ряду показателей. Определено, что масел и белка в ней содержится значительно больше. Также практически в 8 раз больше клетчатки и меньше крахмала (на 6,6 %).

Отдельно стоит выделить наличие катехинов в муке зеленой гречихи, антиоксидантные свойства которых защищают продукт от прогоркания, а также имеют большое значение в функциональном и здоровом питании. Также необходимо отметить, что в муке из зеленой гречихи, наряду с кокосовой мукой, обнаружено большое содержание инозитолов, способствующих нормализации метаболизма и улучшению работы пищеварительной системы.

Мука из зеленой гречихи наиболее богата по сравнению с контролем свободными аминокислотами. В частности, по содержанию лейцина, который является незаменимым, она превосходит пшеничную муку в несколько раз. Для синтеза белка в организме человека необходимы заменимые и незаменимые аминокислоты. И если заменимые аминокислоты могут быть образованы в самом организме, то незаменимые поступают в него только с пищей.

Среди исследуемых образцов мука из зеленой гречихи оказалась самой богатой по содержанию жирных кислот. В муке из зеленой гречихи много как насыщенных (пальмитиновая, стеариновая), так и ненасыщенных жирных кислот (линолевая, олеиновая).

Чечевичная мука по сравнению с пшеничной содержит меньший процент масла и большее количество белка среди исследованных образцов муки. Содержание крахмала в ней не превышает, а по содержанию клетчатки она превосходит пшеничную муку более чем в 6 раз.

По биохимическим показателям чечевичная мука выделяется высоким содержанием кислот, в частности лимонной и фосфорной. В чечевичной муке много ненасыщенных жирных кислот – линолевой и олеиновой.

Кокосовая мука в сравнении с пшеничной мукой обладает высоким содержанием масел и клетчатки, а также большим содержанием белков. Крахмал в кокосовой муке обнаружен лишь в следовых количествах. По биохимическим показателям кокосовая мука также во многом превосходит пшеничную и другие виды муки. В ней обнаружено высокое содержание органических кислот, в частности молочной и яблочной, сахаров, в том числе моно- и дисахаридов. По сравнению с пшеничной мукой в ней в несколько раз больше таких свободных аминокислот как валин, лейцин, треонин, фенилаланин.

Также стоит отметить наличие инозитолов и хинной кислоты в кокосовой муке. Хинная кислота ускоряет метаболизм, улучшает секрецию желудочного сока, восстанавливает и способствует нормальному функционированию нервной системы.

В результате проведенных исследований получены новые данные о химическом составе нетрадиционных видов муки, каждый из видов исследуемой муки, благодаря уникальному составу, может послужить для создания продуктов лечебно-профилактической и функциональной направленности. Каждый из исследуемых образцов муки обладает уникальным составом. Богатые клетчаткой мука из зеленой гречихи и кокосовая мука будут полезны для диет при проблемах с перистальтикой кишечника, сахарном диабете, в спортивном питании, а также при склонности к полноте.

В составе мучных изделий мука из зеленой гречихи будет способствовать снижению калорийности и повышению пищевой ценности, антиоксидантной активности.

Чечевичную муку, богатую белками, можно рекомендовать при формировании диет с повышенным содержанием белка, используемых, например, при диабете. В составе мучных изделий чечевичная мука будет способствовать повышению их пищевой ценности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Федерация. Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. N 1873-р Об утверждении Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.
2. ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. Введ. 2000-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2009. 6 с.
3. ГОСТ Р 52189-2003 Мука пшеничная. Общие технические условия. Введ. 2005-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2008. 7 с.
4. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А. И., Арасимович В. В., Н. П. Ярош; изд. 3-е, перераб. и доп. Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 430 с.
5. Хосни Р. К. Зерно и зернопереработка. Профессия, СПб, 2006. 336
6. Самченко О. Н. Разработка и оценка потребительских свойств продуктов питания с использованием йодсодержащего растительного сырья: автореферат дис. ... канд. техн. наук / О. Н. Самченко. Владивосток, 2007. 188 с.
7. Потороко И. Ю. Государственная политика России в области продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов. Современное состояние вопроса / Потороко И. Ю., Попова Н. В. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2009. № 21 (154). С. 92-98.
8. Зеленая гречиха. Статья. [Электронный ресурс] // URL: <http://grechka-zelenaya.ru/o-grechkezelenoj/sostav-grechki-zelenoj/himicheskij-sostav-grechki-zelenoj.html> (дата обращения 15.05.2019).
9. Мука кокосовая: состав, калорийность, полезные свойства, вред и противопоказания, рецепты приготовления [Электронный ресурс] // URL: <http://novoston.com/news/mukakokosovaya-38438> (дата обращения 15.05.2019).
10. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс] // URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1286360627828](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1286360627828) (дата обращения 15.05.2019).
11. The metabolomic approach to the comparative analysis of wild and cultivated species of oats (*Avena L.*) / Loskutov I. G., Shelenga T. V., Konarev A. V., Shavarda A. L., Blinova E. V., Dzubenko N. I. Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2017. T. 7. № 5. С. 501-508.

#### REFERENCES

1. Rossijskaja Federacija. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 25 oktjabrja 2010 g. N 1873-r Ob utverzhenii Osnov gosudarstvennoj politiki RF v oblasti zdorovogo pitaniya naselenija na period do 2020. [in Russian]
2. GOST 10845-98 Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredelenija krahmala. Vved. 2000-01-01. M.: Izd-vo standartov, 2009. 6 p. [in Russian]
3. GOST R 52189-2003 Muka pshenichnaja. Obshhie tehnicheckie uslovija. Vved. 2005-01-01. M.: Izd-vo standartov, 2008. 7 p. [in Russian]
4. Ermakov A. I. Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij / Ermakov A. I., Arasimovich V. V., N. P. Jarosh; izd. 3-e, pererab. i dop. Leningrad: Agropromizdat. Leningr. Otd-nie, 1987. 430 p. [in Russian]
5. Hosni R. K. Zerno i zernopererabotka. Professija, SPb, 2006. 336 s. [in Russian]
6. Samchenko O. N. Razrabotka i ocenka potrebitel'skih svojstv produktov pitaniya s ispol'zovaniem jodsoderzhashhego rastitel'nogo syr'ja [Development and evaluation of consumer properties of food products using iodine-containing vegetable raw materials]: avtoreferat dis... of PhD O. N. Samchenko. Vladivostok, 2007. 188 p. [in Russian]
7. Potoroko I. Ju. Gosudarstvennaja politika Rossii v oblasti prodovol'stvennoj bezopasnosti i bezopasnosti pishhevyh produktov. Sovremennoe sostojanie voprosa [State policy of Russia in the field of food safety and food safety. Current state of the matter] / Potoroko I. Ju., Popova N. V. // Vestnik JuUrGU. Serija «Jekonomika i menedzhment». [Bulletin of JuUrGU. Series "Economics and management"]. 2009. № 21 (154). P. 92-98. [in Russian]
8. Zelenaja grechka. Sat'ja. [Green buckwheat. Satya.] [Elektronnyj resurs] // URL: <http://grechka-zelenaya.ru/o-grechkezelenoj/sostav-grechki-zelenoj/himicheskij-sostav-grechki-zelenoj.html> (accessed: 15.05.2019). [in Russian]
9. Muka kokosovaja: sostav, kalorijnost', poleznye svojstva, vred i protivopokazanija, recepty prigotovlenija [Coconut flour: composition, calorific value, useful properties, harm, and contraindications, recipes] [Electronic resource] // URL: <http://novoston.com/news/mukakokosovaya-38438> (accessed: 15.05.2019) [in Russian]
10. Potreblenie osnovnyh produktov pitaniya naseleniem Rossijskoj Federacii [Consumption of basic food by the population of the Russian Federation] [Electronic resource] // URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1286360627828](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1286360627828) (accessed: 15.05.2019). [in Russian]

11. The metabolomic approach to the comparative analysis of wild and cultivated species of oats (*Avena L.*) / Loskutov I. G., Shelenga T. V., Konarev A. V., Shavarda A. L., Blinova E. V., Dzubenko N. I. Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2017. T. 7. № 5. P. 501-508.

#### ОБ АВТОРАХ

**Гурьев Сергей Сергеевич**, магистр, ВШБТИПТ СПбПУ Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: sergeyjurev@gmail.com

**Gur'ev Sergey Sergeevich**, master's degree student of the GSBFS of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

**Сафонова Эльвира Эмильевна**, канд. п. наук, доцент ВШБТИПТ СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, e-mail: elvira-safonova@rambler.ru

**Safonova Elvira Emilevna**, Candidate of Pedagogical Sciences, of the GSBFS of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: elvirasafonova@rambler.ru

**Малышев Леонид Леонидович**, канд. сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, e-mail: lmalyshev@vir.nw.ru

**Malyshev Leonid Leonidovich**, Candidate of of Agricultural Sciences, Leading researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, e-mail: l.malyshev@vir.nw.ru

**Хорева Валентина Ивановна**, канд. сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, e-mail: horeva43@mail.ru

**Khoreva Valentina Ivanovna**, Candidate of of Agricultural Sciences. leading researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources , St. Petersburg, e-mail: horeva43@mail.ru

**Смоленская Анастасия Евгеньевна**, ведущий специалист, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, email: horeva43@mail.ru

**Smolenskaya Anastasiya Evgenyevna**, Leading specialist, N. I., Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, e-mail: horeva43@mail.ru

**Попов Виталий Сергеевич**, канд. технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, e-mail: popovitaly@yandex.ru

**Popov Vitaly Sergeevich**, Candidate of technical sciences, N. I., Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, e-mail: popovitaly@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 01.03.2019

После рецензирования: 05.08.2019

Дата принятия к публикации: 01.09.2019