УДК 664

DOI:10.31677/2311-0651-2020-28-2-22-27

БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ МИНЕРАЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ

¹**И.Н. Минашина,** кандидат ветеринарных наук, доцент ²**Н.Л. Наумова**, доктор технических наук, профессор

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет ²Южно-Уральский государственный университет (НИУ) E-mail: iraminashina@mail.ru E-mail: n.naumova@inbox.ru

Ключевые слова: мука пшеничная, мука льняная, плоды рябины красной, химический состав сырья.

Реферат. Пшеничная высокосортная мука, применяемая в технологии мучных изделий, бедна в отношении некоторых минеральных веществ (железа, кальция и др.), поэтому повышение их минеральной ценности осуществляют использованием нетрадиционного для производства сырья, в частности льняной муки и плодов рябины красной, в рецептуре хлеба, сдобы, кексов, маффинов, пряников, печенья и т.д. Цель исследований – изучение минерального состава пшеничного, льняного и рябинового сырья в сравнительном аспекте для установления его безопасности и эффективности использования. Объектами испытаний явились: мука пшеничная хлебопекарная первого сорта (АО «Шадринский комбинат хлебопродуктов», Курганская обл., г. Шадринск), мука льняная (ООО НПО «Компас здоровья», г. Новосибирск), плоды рябины красной (ООО «Старослав», Новосибирская обл., г. Бердск). Изучены физико-химические показатели и минеральный состав сырья. Определено превосходство муки льняной над пшеничной по количеству калия (больше в 33,3 раза), кальция (в 27,2 раза), магния (в 16,2 раза), железа (в 8,5 раза), меди (в 6,1 раза), фосфора и цинка (в 4,8-4,9 раза), марганца (в 4,3 раза); плодов рябины – по содержанию марганца (в 12,5 раз) и железа (в 3,9 раза). Установлено превышение верхнего предела в обоих видах муки по количеству свинца, что является нарушением регламентированных требований ТР ТС 021/2011. Выявлена эффективность применения плодов рябины красной при замещении пшеничной муки с целью повышения уровня пищевых волокон, марганца и железа в готовых мучных изделиях.

SAFETY OF VEGETABLE RAW MATERIALS USED IN THE PRODUCTION OF FLOUR PRODUCTS IN ORDER TO INCREASE THEIR MINERAL VALUE

¹I.N. Minashina, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor ²N.L. Naumova, Doctor of Technical Sciences, Professor

¹South Ural State Agrarian University ²South Ural State University (National Research University)

Keywords: wheat flour, linseed flour, fruits of red mountain ash, chemical composition of raw materials.

Abstract. Wheat high-grade flour used in the technology of flour products is poor in respect of certain minerals (iron, calcium, etc.), so their mineral value is increased by using non-traditional raw materials for production, in particular flax flour and red mountain ash fruits, in the recipe of bread, muffins, muffins, gingerbread, cookies, etc. the Purpose of research is to study the mineral composition of wheat, flax and mountain ash raw materials in a comparative aspect to establish its safety and effectiveness usage. The objects of tests were: wheat flour baking of the first grade (JSC "Shadrinsky combine of bread products", Kurgan region, Shadrinsk), flax flour (LLC NPO "Compass of health", Novosibirsk), red mountain ash fruit (LLC

"Staroslav", Novosibirsk region, Berdsk). Physical and chemical parameters and mineral composition of raw materials were studied. The superiority of Flaxseed flour over wheat in the amount of potassium (33.3 times more), calcium (27.2 times more), magnesium (16.2 times more), iron (8.5 times more), copper (6.1 times more), phosphorus and zinc (4.8-4.9 times more), and manganese (4.3 times more); Rowan fruit – by the content of manganese (12.5 times) and iron (3.9 times). The upper limit was exceeded in both types of flour by the amount of lead, which is a violation of the regulated requirements of TR CU 021/2011. The effectiveness of the use of red Rowan fruit in replacing wheat flour in order to increase the level of dietary fiber, manganese and iron in ready-made flour products was shown.

В силу того, что пшеничная высокосортная мука, применяемая в технологии мучных изделий, бедна в отношении некоторых минеральных веществ, например, железа, кальция и других макро- и микроэлементов, повышение минеральной ценности хлебобулочных и мучных кондитерских изделий можно осуществлять регулированием их химического состава посредством применения нетрадиционного для производства сырья [1, 2]. Так, известно, что в минеральном комплексе обезжиренной льняной муки преобладают калий, фосфор, магний, содержатся также железо, цинк, марганец. К тому же в ней по сравнению с пшеничной мукой в 6–8 раз больше пищевых волокон, в 2,5 раза – белков, в 5 раз – жиров [3, 4]. Плоды рябины богаты макро- и микроэлементами, в них содержится до 24,9 мг% марганца, до 17 мг% цинка и до 0,46 мг% меди. По содержанию в плодах каротиноидов, витамина С, Р-активных веществ и сорбита рябина занимает одно из первых мест среди плодовых и ягодных растений [5, 6]. В этой связи указанные виды нетрадиционных материалов широко применяются в технологиях обогащения мучных изделий: хлеба, сдобы, кексов, маффинов, пряников, печенья и др. [7–15].

Целью исследований явилось изучение минерального состава пшеничного, льняного и рябинового сырья в сравнительном аспекте для установления его безопасности и эффективности использования.

Объектами испытаний являлись (рисунок):

- мука пшеничная хлебопекарная первого сорта (ГОСТ 26574-2017) производства АО «Шадринский комбинат хлебопродуктов» (Курганская обл., г. Шадринск);
- мука льняная с селеном, калием, магнием (СТО 68311059-005-2011) производства ООО НПО «Компас здоровья» (г. Новосибирск);
- плоды рябины красной (СТО 68299335-003-2011) производства ООО «Старослав» (Новосибирская обл., г. Бердск).



Мука пшеничная



Мука льняная Внешний вид упаковки исследуемого сырья



Плоды рябины красной

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 9404-88, белка — по ГОСТ 10846-91, жира и золы — по МУ 4237-86, содержание пищевых волокон —классическим методом [16], минеральных элементов — на эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP 7200 DUO с программным обеспечением iTEVA iCAP Software.

Испытания физико-химических характеристик изучаемого сырья позволили подтвердить общеизвестное превосходство льняной муки по отдельным показателям пищевой ценности над пшеничной хлебопекарной мукой первого сорта. Так, в отношении макронутриентов нетрадиционная мука содержала существенно больше жира (в 8,5 раза), белка (в 4,3 раза), пищевых волокон (в 3,2 раза) из них нерастворимых — в 2,8, растворимых — в 4,4 раза (таблица). Плоды рябины красной не отличались повышенным содержанием белка и жира, но имели относительно более высокий уровень пищевых волокон (в 2,6 раза).

Физико-химические показатели и пищевая ценность изучаемого сырья

Физико-химические показатели и пищевая ценность изучаемого сырья			
Показатель	Пшеничная мука	Льняная мука	Плоды рябины
Влажность, %	12,50±0,30	8,10±0,30	9,30±0,40
Содержание белка, %	7,90±0,40	34,30±0,40	4,80±0,20
Содержание жира, %	1,50±0,10	12,80±0,30	0,42±0,03
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т.ч.	3,91±0,03	12,51±0,03	10,22±0,03
растворимых	1,00±0,02	$4,41\pm0,03$	2,62±0,04
нерастворимых	2,91±0,03	$8,10\pm0,03$	7,60±0,03
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,58±0,02	3,01±0,04	0,34±0,02
Минеральные элементы, мг/кг		· · · ·	
Ag	0,11±0,01	$0,06\pm0,02$	$0,06\pm0,02$
Al	-	$4,66\pm0,35$	1,99±0,16
В	-	$14,7\pm1,38$	-
Ca	11,24±0,10	$306,00\pm24,66$	-
Co	-	$0,10\pm0,01$	-
Cr	1,51±0,03	$2,99\pm0,27$	_
Cu	2,20±0,07	$13,39\pm1,13$	1,19±0,13
Fe	2,49±0,08	$21,09\pm1,92$	9,72±0,83
In	10,53±0,81	$10,01\pm0,77$	-
K	302,02±25,85	$10052,00\pm783,22$	-
Li	18,72±1,62	$20,02\pm1,82$	-
Mg	20,86±1,77	$339,00\pm28,44$	-
Mn	1,72±0,13	$7,48\pm0,61$	19,80±1,17
Mo	-	-	$0,08\pm0,03$
Na	-	$81,00\pm7,11$	-
Ni	1,03±0,04	$1,82\pm0,17$	-
P	1238,04±109,54	5901,24±432,41	_
Pb	1,56±0,11	$1,63\pm0,12$	-
Se	1,03±0,10	$0,87\pm0,03$	$0,44\pm0,03$
Si	1,88±0,16	$8,18\pm0,74$	7,29±0,68
Sn	1,15±0,11	$2,05\pm0,13$	_
Sr	0,23±0,02	$3,91\pm0,32$	_
Те	8,07±0,71	$7,68\pm0,60$	_
Ti	- '	- -	1,07±0,12
V	-	-	0,021±0,003
Zn	6,70±0,58	33,11±2,39	3,37±0,22

Зольность сырья из семян льна была в 5,2 раза выше аналогичного показателя пшеничной муки, плодов рябины красной — напротив, в 1,7 раза ниже, что проявилось при изучении их элементного состава. Мука льняная с селеном, калием, магнием выгодно отличалась количеством следующих жизненно необходимых минеральных элементов: К (больше в 33,3 раза), Са (в 27,2 раза), Мg (в 16,2 раза), Fe (в 8,5 раза), Си (в 6,1 раза), Р и Zn (в 4,8—4,9 раза), Мn (в 4,3 раза), а также Na и Co, однако по содержанию Se уступала пшеничному сырью. Плоды рябины имели повышенные уровни содержания только трех жизненно важных микроэлементов: Мn (в 12,5 раза), Fe (в 3,9 раза) и Мо.

Из условно необходимых для жизнедеятельности минеральных веществ льняная мука имела приоритет по Cr (в 2 раза), Ni (в 1,4 раза), Sr (в 17 раз), Si (в 4,3 раза), плоды рябины – по Ti и V.

По элементам с малоизученной ролью для организма человека также можно отметить муку из семян льна, которая содержала Al, B, Li, Sn в относительно больших количествах, чем пшеничная хлебопекарная, но несколько уступала последней по уровню Ag.

Уровни In, Pb и Te находились в одном количественном диапазоне в различных видах муки и не были обнаружены в плодах рябины.

Существующее в литературе деление микроэлементов на эссенциальные и токсичные очень условно, т.к. некоторые токсичные элементы в малых количествах могут относиться к эссенциальным, а некоторые эссенциальные в больших концентрациях способны вызывать интоксикацию [17]. Поэтому нельзя не уделить внимания количеству Pb, обнаруженному в мучном сырье. Согласно нормам ТР ТС 021/2011, уровень этого элемента не должен превышать 0,5 мг/кг в пшеничной муке и 1,0 мг/кг – в льняной. По результатам исследований установлено превышение верхнего предела в обоих видах муки, что является нарушением регламентированных требований действующего нормативного документа. При этом содержание других предполагаемых токсикантов (As, Cd, Hg) во всех видах сырья не выявлено.

Известно, что эссенциальные микро- (B, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Si и др.) и ультрамикроэлементы (Se, Co, V, Cr, Ni, Ti, Li и др.) наряду с макроэлементами являются необходимыми для жизнедеятельности компонентами пищи. Они входят в структуру и являются кофакторами огромного множества белков. При дефиците одного или нескольких из них значительно нарушаются процессы жизнедеятельности организма, повышаются риски многих заболеваний, становятся невозможными рост и размножение [18, 19].

Неравномерность распределения эссенциальных элементов в пище повышает риск развития их дефицита в организме человека. В этой связи установлена эффективность применения льняной муки производства ООО НПО «Компас здоровья» в технологиях продукции из пшеничного сырья в направлении повышения в готовых изделиях уровней следующих элементов: К, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn; плодов рябины красной производства ООО «Старослав» – Fe, Mn.

Таким образом, по результатам изучения минерального состава традиционных и нетрадиционных материалов для производства мучных изделий установлена возможность использования в пищевых технологиях только для одного сырьевого ингредиента — плодов рябины красной. Выявлена эффективность ее применения при замещении пшеничной муки с целью повышения уровней пищевых волокон, Fe и Mn в готовых мучных изделиях.

Исследования выполнены при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. *Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.* Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий. Орел, 2012. 947 с.
- 2. Белокурова Е.С., Дмитриченко М.И. Качество и конкурентоспособность продовольственного сырья и пищевых продуктов: монография. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2009. 119 с.
- 3. Новицкая E.A. Теоретическое обоснование использования муки льна в производстве мучных изделий // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: сб. науч. тр. 2016. C. 166-168.
- 4. *Влияние* льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / С.И. Конева, Е.Ю. Егорова, Л.А. Козубова, И.Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых продуктов. − 2018. − T. 49, № 1. − C. 85−96.

Контроль качества и безопасность пищевой продукции Quality control and food safety

- 5. Xимический состав и биологическое действие экстракта из плодов рябины / С.Е. Фоменко, Н.Ф. Кушнерова, В.Г. Спрыгин, Е.С. Другова, Т.В. Момот // Химия растительного сырья. 2015. № 2. C. 161–168. DOI: 10.14258/jcprm.201502571.
- 6. Содержание каротиноидов в плодах некоторых видов и сортов рябин / Р.Г. Абдуллина, Р.В. Вафин, Н.С. Гуськова, Р.М. Баширова, В.П. Путенихин // Вестник Воронежского государственного университета. -2010. -№ 2. C. 40–42.
- 7. Паськова Е.М., Рысмухамбетова Г.Е. Разработка печенья функционального назначения с добавлением льняной муки // Инновационные технологии производства пищевых продуктов: сб. науч. тр. Саратов: Изд—во ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. С. 79—83.
- 8. Пат. 2647505 Российская Федерация, МПК A21D 13/066 (2017.01). Способ производства безглютеновых кексов / Н.С. Радионова, Я.П. Домбровская, С.И. Аралова. № 2017114105/17; заявл. 24.04.2017; опубл. 16.03.2018; Бюл. № 8. 6 с.
- 9. Пат. 2706543 Российская Федерация, МПК A21D 13/066 (2017.01). A21D 13/80 (2017.01). Способ производства заварных безглютеновых пряников / Н.Г. Иванова, И.А. Никитин, С.В. Тефикова. № 2019102766/19; заявл. 31.01.2019; опубл. 19.11.2019; Бюл. № 32. 6 с.
- 10. *Прокопец Ж.Г., Федотова Е.Е.* Разработка технологии безглютенового маффина на основе льняной муки и ламинарии японской (*Laminaria saccharina*) // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: сб. науч. тр. Владивосток: Изд–во Дальневост. гос. техн. рыбохозяйств. ун–та, 2018. С. 100–103.
- 11. *Хабибуллина Е.А.*, *Марченко Л.В.*, *Снегирева Н.В.* Физико–химические показатели пшеничного хлеба с добавлением льняной муки // Научные записки ОРЕЛГИЭТ. 2018. № 3(27). С. 57–60.
- 12. Ларионова Е.И., Козубаева Л.А., Ларионова И.А. Оптимизация рецептуры сахарного печенья с красной и черноплодной рябиной // Ползуновский вестник. -2017. -№ 2. -ℂ. 37–40.
- 13. *Применение* плодовых и овощных порошков в производстве хлеба / Э.Ш. Манеева, А.В. Быков, Э.Ш. Халитова [и др.] // Хлебопродукты. 2018. № 11. С. 51–53.
- 14. Ларионова Е.И., Козубаева Л.А. Кексы с красной и черноплодной рябиной // Горизонты образования. −2017. − № 19. − C. 13−16.
- 15. *Рыбакова Н.Н.* Применение в рецептуре сдобных булочных изделий нетрадиционного растительного сырья // Молодой исследователь: от идеи к проекту: материалы III студенч. науч.—практ. конф. / отв. ред. Д.А. Михеева. 2019. С. 73—74.
- 16. *Руководство* по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под. ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Брандес, Медицина, 1998. 342 с.
- 17. *Гальченко А.В., Назарова А.М.* Эссенциальные микро— и ультрамикроэлементы в питании вегетарианцев и веганов. Ч. 1: Железо, цинк, медь, марганец // Микроэлементы в медицине. -2019. Т. 20, № 4. С. 14–23. DOI: 10.19112/2413–6174–2019–20–4–14–23.
- 18. Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 1. С. 5–13. DOI: 10.19112/2413–6174–2018–19–1-5–13.
- 19. *Влияние* ряда микроэлементов в почвах и природных водах Дагестана на здоровье населения / С.Г. Луганова, М.А. Яхияев, Ш.К. Салихов, А.У. Гамзаева // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 3. С. 41–48. DOI: 10.19112/2413–6174–2018–19–3–41–48.

REFERENCES

- 1. Matveeva T.V., Koryachkina S.YA. Fiziologicheski funkcional'nye pishchevye ingredienty dlya hlebobulochnyh i konditerskih izdelij Orel, 2012. 947 s.
- 2. Belokurova E.S., Dmitrichenko M.I. Kachestvo i konkurentosposob-nost' prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyh produktov: monografiya. SPb.: Izd-vo SPbGUSE, 2009. 119 s.

Контроль качества и безопасность пищевой продукции Quality control and food safety

- 3. Novickaya E.A. Teoreticheskoe obosnovanie ispol'zovaniya muki l'na v proizvodstve muchnyh izdelij // Strategiya razvitiya industrii gostepri-imstva i turizma: sb. nauch. tr. 2016. S. 166-168.
- 4. Vliyanie l'nyanoj muki na reologicheskie svojstva testa iz smesi pshenichnoj i l'nyanoj muki i kachestvo hleba / S.I. Koneva, E.YU. Egorova, L.A. Kozubova, I.YU. Reznichenko // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh produk-tov. − 2018. − T. 49, № 1. − S. 85-96.
- 5. Himicheskij sostav i biologicheskoe dejstvie ekstrakta iz plodov ryabiny / S.E. Fomenko, N.F. Kushnerova, V.G. Sprygin, E.S. Drugova, T.V. Momot // Himiya rastitel'nogo syr'ya. − 2015. − № 2. − S. 161-168. DOI: 10.14258/jcprm.201502571.
- 6. Soderzhanie karotinoidov v plodah nekotoryh vidov i sortov rya-bin / R.G. Abdullina, R.V. Vafin, N.S. Gus'kova, R.M. Bashirova, V.P. Pu-tenihin//Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. − 2010. − №2. − S. 40-42.
- 7. Pas'kova E.M., Rysmuhambetova G.E. Razrabotka pechen'ya funkcio-nal'nogo naznacheniya s dobavleniem l'nyanoj muki // Innovacionnye tekhno-logii proizvodstva pishchevyh produktov: sb. nauch. tr. Saratov: Izd-vo OOO «Centr social'nyh agroinnovacij SGAU», 2016. S. 79-83.
- 8. Pat. 2647505 Rossijskaya Federaciya, MPK A21D 13/066 (2017.01). Sposob proizvodstva bezglyutenovyh keksov / N.S. Radionova, YA.P. Dom-brovskaya, S.I. Aralova. № 2017114105/17; zayavl. 24.04.2017; opubl. 16.03.2018; Byul. № 8. 6 s.
- 9. Pat. 2706543 Rossijskaya Federaciya, MPK A21D 13/066 (2017.01). A21D 13/80 (2017.01). Sposob proizvodstva zavarnyh bezglyutenovyh prya-nikov/N.G. Ivanova, I.A. Nikitin, S.V. Tefikova. № 2019102766/19; za-yavl. 31.01.2019; opubl. 19.11.2019; Byul. № 32. 6 s.
- 10. Prokopec ZH.G., Fedotova E.E. Razrabotka tekhnologii bezglyutenovogo maffina na osnove l'nyanoj muki i laminarii yaponskoj (Laminaria saccharina) // Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskih re-sursov mirovogo okeana: sb. nauch. tr. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. gos. tekhn. Rybohozyajstv. un-ta, 2018. S. 100-103.
- 11. Habibullina E.A., Marchenko L.V., Snegireva N.V. Fizi-ko-himicheskie pokazateli pshenichnogo hleba s dobavleniem l'nyanoj muki // Nauchnye zapiski ORELGIET. − 2018. − № 3(27). − S. 57-60.
- 12. Larionova E.I., Kozubaeva L.A., Larionova I.A. Opti-mizaciya receptury saharnogo pechen'ya s krasnoj i chernoplodnoj ryabinoj // Polzunovskij vestnik. − 2017. − № 2. − S. 37-40.
- 13. Primenenie plodovyh i ovoshchnyh poroshkov v proizvodstve hle-ba / E.SH. Maneeva, A.V. Bykov, E.SH. Halitova [i dr.] // Hleboprodukty. − 2018. − № 11. − S. 51-53.
- 14. Larionova E.I., Kozubaeva L.A. Keksy s krasnoj i chernoplod-noj ryabinoj // Gorizonty obrazovaniya. 2017. № 19. S. 13-16.
- 15. Rybakova N.N. Primenenie v recepture sdobnyh bulochnyh iz-delij netradicionnogo rastitel'nogo syr'ya // Molodoj issledovatel': ot idei k proektu: materialy III studench. nauch.-prakt. konf. / otv. red. D.A. Miheeva. 2019. S. 73-74.
- 16. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishche-vyh produktov / pod. red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'yana. M.: Brandes, Medicina, 1998. 342 s.
- 17. Gal'chenko A.V., Nazarova A.M. Essencial'nye mikro- i ul'tra-mikroelementy v pitanii vegetariancev i veganov. CH. 1: ZHelezo, cink, med', marganec // Mikroelementy v medicine. − 2019. − T. 20, № 4. − S. 14-23. − DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-4-14-23.
- 18. Skal'nyj A.V. Ocenka i korrekciya elementnogo statusa naseleniya perspektivnoe napravlenie otechestvennogo zdravoohraneniya i ekologiche-skogo monitoringa // Mikroelementy v medicine. − 2018. − T. 19, № 1. − S. 5-13. − DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13.
- 19. Vliyanie ryada mikroelementov v pochvah i prirodnyh vodah Dage-stana na zdorov'e naseleniya / S.G. Luganova, M.A. YAhiyaev, SH.K. Salihov, A.U. Gamzaeva // Mikroelementy v medicine. 2018. − T. 19, № 3. − S. 41-48. − DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-3-41-48.