

## Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы

Татьяна Н. Малютина<sup>1</sup> tmalutina@inbox.ru

Вера Ю. Туренко<sup>1</sup> turenko.vera2013@yandex.ru

<sup>1</sup> кафедрa технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Реферат.** Макароны пользуются большой популярностью среди разных групп населения. В связи с этим они являются перспективными объектами для обогащения их функциональными ингредиентами. В качестве обогащающего сырья для производства макаронных изделий использовали муку из полбы. Полба характеризуется высоким содержанием полноценного белка, в состав которого входят незаменимые аминокислоты. Мука полбы значительно превосходит пшеничную по содержанию ненасыщенных жирных кислот, клетчатки, железа, витаминов группы В. Исследовано влияние различных дозировок муки из полбы на свойства макаронного теста, полуфабрикатов и готовых изделий. В работе были изготовлены короткорезанные макаронные изделия типа вермишели на лабораторном макаронном прессе типа АМЛ-2. В работе приняли мягкий тип замеса теста, при котором массовая доля влаги всех образцов составляла 32,5 % из-за конструктивных особенностей лабораторного макаронного пресса. Отмечено увеличение количества сырой клейковины, отмываемой из образцов макаронного теста с внесением муки из полбы за счет дополнительно вносимого количества белка. По качеству все образцы клейковины характеризовались как хорошие, эластичные. Установлено увеличение гидратационной способности клейковины и снижение значения критической влажности при сушке при введении 20 % муки из полбы. Рекомендован низкотемпературный режим конвективной сушки для макаронных полуфабрикатов с предлагаемой мукой-добавкой из-за высокого содержания в ней активных ферментов, которые могут вызвать потемнение изделий при сушке. Готовые изделия отличались однотонным ровным цветом с молочным оттенком, без темных вкраплений и следов непромеса. Варочные свойства образцов с мукой из полбы характеризовались как хорошие, все образцы сохраняли свою форму на 100 %, показатель потерь сухого вещества при варке сохранялся в пределах требований нормативной документации. В результате проведенных исследований доказана целесообразность применения муки из зерна полбы в производстве макаронных изделий.

**Ключевые слова:** полба, мука, макаронные изделия, пищевая ценность

## Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat

Tatyana N. Malyutina<sup>1</sup> tmalutina@inbox.ru

Vera Yu. Turenko<sup>1</sup> turenko.vera2013@yandex.ru

<sup>1</sup> bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Summary.** Pasta products are very popular among different population groups. Therefore they are promising objects for their enrichment with functional ingredients. As the enriching raw materials for the manufacture of pasta products spelt wheat flour was used. Spelt is characterized by a high content complete protein, which is composed of essential amino acids. Spelt flour exceeds the wheat one greatly in the content of unsaturated fatty acids, fiber, iron, B vitamins. The effect of different doses of spelt flour on the properties of pasta dough, semi-finished and finished products was studied. Short-cut macaroni products such as vermicelli were produced on a laboratory pasta press of the type AML-2. Soft type of dough, in which the mass fraction of moisture of all samples was 32.5%, was adopted in the work due to the design of the laboratory pasta press. An increasing number of wet gluten, washed from pasta dough samples with the addition of flour from spelt due to further introduced protein was defined. The quality of all of the gluten samples was characterized as good and elastic. Increased hydration of gluten ability and reducing of the critical moisture values upon drying at introduction of 20% spelt flour was found. The low temperature mode for convective drying of pasta semi-finished products with the proposed flour additive was recommended because of its high content of active enzymes that may cause browning of products during drying. Finished products had solid flat color with a touch of milk, without dark inclusions and traces of underkneading. Boiling properties of the samples of flour from spelt were characterized as good, all the samples retained their form at 100%, the rate of dry matter loss during cooking was maintained within the regulatory documentation requirements. The studies proved the feasibility of grain spelt flour application in manufacturing of pasta products..

**Keywords:** spelt wheat, flour, pasta products, nutrition value

Для цитирования

Малютина Т. Н., Туренко В. Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 166–171. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

For citation

Malyutina T. N., Turenko V. Yu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 166–171. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

## Введение

Продукты питания оказывают наиболее существенное влияние на состояние здоровья человека, его физическую и умственную работоспособность, активность и продолжительность жизни. Ухудшение экологической ситуации, социальные и экономические изменения, нарушения пищевого рациона вызвали стабильную тенденцию по ухудшению показателей здоровья среди различных возрастных и социальных групп населения РФ. В данных условиях очевидно, что продукты питания не только должны обеспечить потребности человека в энергии и основных питательных веществах, но и должны обладать лечебно-профилактическими свойствами для поддержания здоровья.

Концепция государственной политики Российской Федерации в области здорового питания определяет актуальность производства продуктов для массового потребления с лечебно-профилактической направленностью.

В связи с дефицитом макаронной муки, вырабатываемой из твердых сортов пшеницы (крупки, полукрупки), в России большая часть макаронных изделий производится из хлебопекарной муки.

К продуктам питания функционального назначения относят продукты, в процессе изготовления которых используют только продукты природного происхождения, экологически чистое сырье, не содержащее генетически модифицированные компоненты[1]. Все эти требования должны соблюдаться и при выборе обогатителей для макаронных изделий.

Основным недостатком макаронных изделий из мягких сортов пшеницы является их низкая пищевая ценность, а также высокая калорийность. Макароны из мягких сортов пшеницы содержат 11–12% белковых веществ, 70–72% углеводов (в основном крахмала), 13% влаги и 0,5–0,7% жира, содержание минеральных веществ и клетчатки очень незначительно. Поэтому при выработке макаронных изделий целесообразно применять различные обогатители для улучшения их биологической и пищевой ценности [2].

В Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств изучали возможность применения с этой целью муки из зерна полбы.

Полба – высокобелковый низкокалорийный злак, содержит 18 незаменимых аминокислот. Полба значительно превосходит пшеницу по количеству белка, ненасыщенных жирных кислот, клетчатки, железа, витаминов группы В. Содержание заменимых аминокислот в белке полбы составляет 29,7%, незаменимых – 70,3%. Содержание валина, изолейцина, лейцина, суммы метионин + цистеин приближается к «идеальному» белку; скоры этих аминокислот превышают 90%.

Регулярное употребление в пищу продуктов из полбы способствует укреплению иммунитета, нормализации уровня сахара в крови, улучшению работы сердечнососудистой, эндокринной, нервной, пищеварительной и репродуктивной систем, снижает риск развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний. Особенно полезна полба людям, страдающим от лишнего веса: в ее составе присутствует витамин B<sub>6</sub>, который способствует нормальному усвоению жиров и выводу из организма лишнего холестерина[3].

Мука из полбы характеризуется низкой водопоглощательной способностью и высоким отношением упругости теста к растяжимости. По «силе» она относится к слабым видам муки. По технологическим (варочным, мукомольным, хлебопекарным) свойствам мука из полбы приближается к муке из твердых сортов пшеницы, а по качеству превосходит муку пшеничную.

В работе готовили макаронное тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, муки из полбы и воды. Нетрадиционную муку вносили при замесе теста в дозировке 10, 15 и 20% от массы муки пшеничной.

Одним из основных этапов производства макаронных изделий является замес теста. В процессе замеса макаронного теста происходит равномерное распределение влаги по всей массе теста (пастификация), а также постепенное набухание крахмальных зерен и белковых веществ муки[4].

Макаронное тесто после замеса представляет собой равномерно увлажненную сыпучую массу, состоящую из мелких комков и крошек. Тесто с мукой из полбы хорошо заполняет приемные витки прессующего шнека, так как мука-добавка обладает низкой водопоглощательной способностью и образует пластичное мелкокомковатое тесто. Исследовали влияние муки из полбы на свойства клейковины. Результаты приведены в таблице 1.

Влияние муки из полбы на свойства клейковины, отмываемой из макаронного теста

Table 1.

Influence of flour from emmer wheat on properties of the gluten washed from macaroni dough

Показатели качества клейковины Indicators of quality of a gluten	Значение показателей / Measure value			
	Контроль Control	Дозировка муки из полбы, % Dosage of flour from emmer wheat, %		
		10,0	15,0	20,0
Содержание сырой клейковины, % Maintenance of a crude gluten	24,5	26,7	28,8	32,6
Растяжимость, см / Tensile properties, cm	12,5	13,5	14	15
Эластичность / Elastance	Хорошая / Good			
N <sub>def</sub> , ед. пр. ИДК/группа / N <sub>def</sub> , IDK/group	84,3/II	90,9/II	96,8/II	115,2/III
Гидратационная способность клейковины, % Hydration ability of a gluten, %	74,7	81,2	90,3	98,8

Установили следующее влияние муки из полбы на качество клейковины пшеничной муки. При дозировке 20% качество клейковины ухудшилось до III группы (неудовлетворительно слабая). Растяжимость клейковины увеличивалась с 12,5 до 15 см, при этом во всех образцах клейковина по растяжимости характеризовалась как средняя.

По эластичности клейковина характеризовалась как хорошая. Известно, что с точки зрения пищевой ценности оптимальным содержанием клейковины в тесте является 30–32% [5]. Количество отмываемой клейковины увеличивалось

в образцах теста с внесением нетрадиционной муки – на 2,2; 4,3; 10,1% по сравнению с контролем.

Гидратационная способность клейковины – это количество воды, связываемое высокомолекулярными белками. Гидратационная способность клейковины в образцах теста с внесением муки из полбы увеличивалась на 6,5; 15,6 и 24,1% соответственно, что объясняется увеличением содержания белка при внесении муки-добавки. Кривые зависимости количества и качества клейковины, отмываемой из теста, и гидратационной способности клейковины от дозировки нетрадиционной муки представлены на рисунке 1.

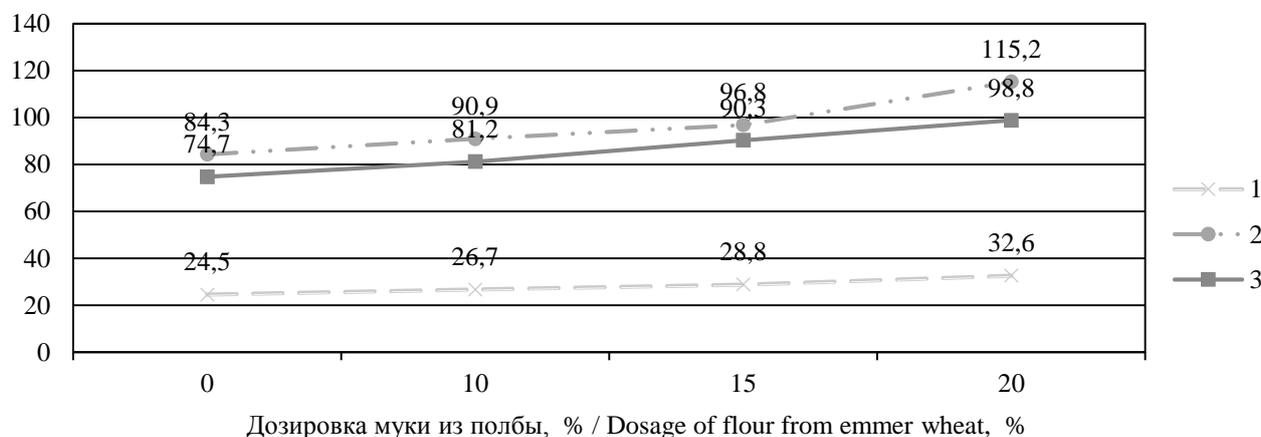


Рисунок 1. Графики зависимости 1 – количества; 2 – качества; 3 – гидратационной способности клейковины от дозировки муки из полбы, %

Figure 1. Dependence graphs 1 – quantities; 2 – qualities; 3 – hydration ability of a gluten from a dosage of flour from emmer wheat, %

Таким образом, результаты исследований показали, что мука из полбы при внесении ее в макаронное тесто при дозировке 10–20% от массы пшеничной муки не оказывает существенного отрицательного действия на клейковину пшеничной муки: тесто после замеса обладало требуемой консистенцией, а содержание клейковины и гидратационная способность,

способствующие лучшей пастификации и пластичности теста, улучшались.

Для изучения влияния муки из полбы на свойства полуфабрикатов после замеса теста открывали шаровую заслонку лабораторного макаронного прессы и после уплотнения теста в шнековой камере проводили его формование через матрицу для вермишели.

После формования заготовки разрезали на отдельные изделия длиной 30 мм и укладывали их в металлические лотки для последующей сушки. В сырых выпрессованных полуфабрикатах определяли внешний вид, температуру при выходе из матрицы и относительное удлинение.

Данные по улучшению гидратационной способности клейковины при внесении муки из полбы подтверждались цветом полуфабрикатов – однородный, без пятен, полос и вкраплений, что свидетельствует о полной пастификации частиц муки-добавки и хорошем распределении ее в макаронном тесте.

Все полуфабрикаты хорошо сохраняли свою форму при формовании через матрицу и разделке: не рвались, не слипались, не крошились при резке, не прилипали к ножу и сушильным лоткам.

Относительное удлинение сырых макаронных изделий, определяемое сразу после выхода их из матрицы, характеризует пластичность полученных полуфабрикатов. Этот показатель измеряется у пластичных материалов (в % к первоначальной длине образца) и имеет большее значение для материалов с высокой пластичностью. Внесение муки из полбы положительно влияет на пластичность полуфабрикатов: она увеличивалась на 0,25; 1,0 и 3,7% соответственно. Сырые макаронные изделия были пластичными, сохраняли заданную им форму, не крошились при резке и раскладке на сушильные поверхности.

Для сушки макаронных изделий в настоящее время используют различные температурные режимы. Оптимальным для данного производства является режим, при котором получают изделия лучшего качества при наименьших затратах времени и энергии. При выборе и разработке режимов сушки нужно учитывать две особенности: при сушке происходит сокращение их линейных и объемных размеров на 6–8%, а также меняются структурно-механические свойства продукта [3].

Пластичность макаронных полуфабрикатов важна при выборе режимов их сушки, которые бы позволили высушить отформованные заготовки за минимальное время, не допуская их усадки, потемнения и растрескивания. Пластичность отформованным полуфабрикатам, состоящим из пшеничной муки и воды, придает глиадиновая фракция клейковины муки – чем выше ее доля в клейковине, тем пластичнее будут сырые изделия [6].

Учитывая химический состав применяемых в работе обогатителей, а также возможности лабораторного оборудования (отсутствие операции вакуумирования макаронного теста), для сушки

полуфабрикатов выбрали низкотемпературный режим сушки. После разделки макаронные изделия раскладывали на металлические лотки и высушивали при температуре 45 °С в термостате до достижения массовой доли влаги в изделиях не более 13%. После высушивания изделия охлаждали в условиях термостата при выключенных ТЭНах во избежание их растрескивания и деформации.

Было установлено, что благодаря повышению гидратационной способности клейковины в полуфабрикатах снижается значение критической влажности, когда материал переходит из пластического состояния в упругое и следует смягчать параметры сушильного воздуха. Повышение пластичности связано, как уже отмечалось выше, с внесением в тесто вместе с нетрадиционной растительной мукой дополнительного количества белка, клетчатки, пектиновых веществ, обладающих высокой влагопоглощительной способностью. Это повышает содержание связанной влаги в полуфабрикатах и, как следствие, их пластичность. Это дает возможность высушивать изделия при более высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха, не опасаясь растрескивания и усадки, до содержания влаги в них 14–16%.

Качество готовых макаронных изделий оценивали по органолептическим, физико-химическим показателям и варочным свойствам.

Изделия из теста с внесением муки из полбы имели желтый, однородный цвет. Все изделия имели мучнистый излом, что объясняется отсутствием операции вакуумирования при изготовлении макаронных изделий в лабораторном прессе АМЛ-2. Однако этот недостаток не является существенным, так как может быть легко устранен при работе на макаронном прессе, оборудованном вакуумной станцией или вакуумным насосом.

Влажность изделий находилась в пределах 12,4–13,0%. Кислотность изделий в первую очередь обуславливается кислотностью исходной муки, поскольку макаронное тесто не подвергается брожению. Кислотность готовых изделий практически не отличалась от кислотности пшеничной и муки из полбы (1,8 и 2,0 град).

Увеличение дозировки муки из полбы способствовало повышению прочности сухих изделий по сравнению с контрольным образцом на 53,5–71,4%. Это обусловлено увеличением количества белковых веществ, вносимых с добавкой, так как они связывают в макаронном тесте крахмальные зерна в прочную матрицу. Зависимость механической прочности изделий от дозировки муки-добавки показана на рисунке 2.

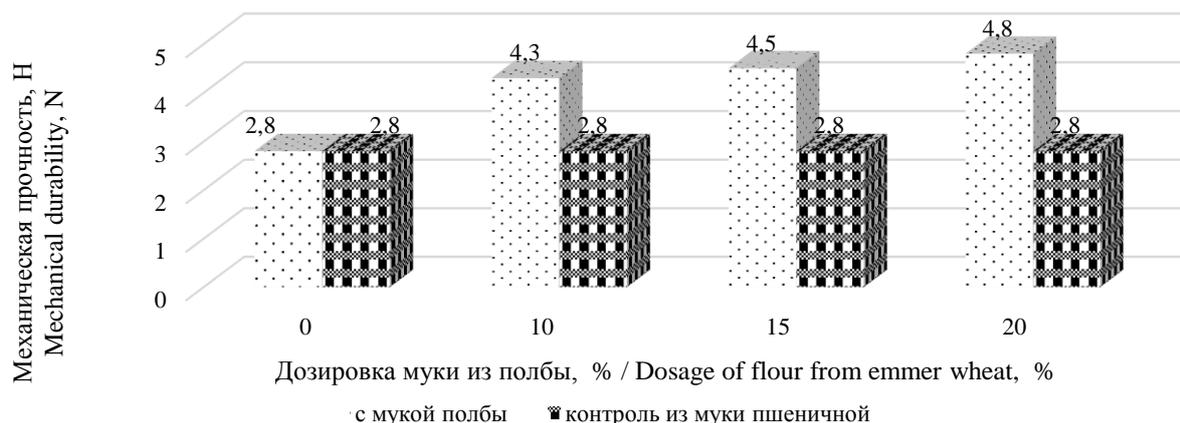


Рисунок 2. Влияние дозировки муки из полбы на механическую прочность изделий, Н

Figure 2. Influence of a dosage of flour from emmer wheat on the mechanical durability of products, N

Варочные свойства макаронных изделий характеризуются длительностью варки до готовности, количеством поглощенной воды, потерей сухих веществ (СВ), прочностью и сохранностью формы сваренных изделий, состоянием после варки (слипаемость).

Все образцы после варки не слипались между собой, сохранность формы была 100%.

Один из самых важных показателей качества, характеризующий прочность структуры макаронных изделий – потери сухих веществ при варке. У анализируемых изделий показатель потерь сухих веществ при варке находился в пределах 2,16–5,6%, что соответствует требованиям ГОСТ 31743–2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия» (не более 6,0%) для изделий всех групп, кроме изделий мелкого формата и нитевидных диаметром до 1 мм групп Б и В высшего и первого сортов. В работе были изготовлены нитевидные макаронные изделия типа вермишели, диаметром 1,3 мм.

Внесение дополнительного белка с мукой из полбы способствует снижению содержания сухих веществ в варочной среде на 41,4; 50,1 и 61,42% по сравнению с контрольным образцом. Минимальным значением показателя потерь СВ при варке характеризовался образец с внесением 20% муки из полбы – 2,6% соответственно.

## ЛИТЕРАТУРА

- Осипова Г.А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий //Хлебопродукты. 2011. № 8.С. 55–57.
- Малютина Т.Н., Лобосова Л.А. О приоритетных задачах развития хлебопекарной, макаронной и кондитерской промышленности в рамках решения проблемы продовольственной безопасности //Здоровье человека и экологически чистые продукты питания: мат. Всеросс. науч.-практ. конф. Орел, 2014. С. 281–286.

Количество поглощенной при варке воды характеризуется коэффициентом увеличения ввремя варки массы изделий  $K_m$  или объема  $K_o$ . Изделия хорошего качества должны иметь коэффициент увеличения в пределах 1,5–2,5. Все образцы изделий имели коэффициенты  $K_m$  и  $K_o$  в указанном диапазоне, что свидетельствует об их удовлетворительных варочных свойствах.

## Заключение

Проведенные исследования показали возможность получения макаронных изделий хорошего качества при введении в их состав такого рецептурного компонента, как мука из полбы.

На основании результатов, полученных при анализе качества макаронных изделий, рекомендуемая нами дозировка нетрадиционной муки для получения продукта улучшенной пищевой ценности, отвечающего требованиям действующей нормативной документации, составляет 20%.

Введение в рецептуры макаронных изделий муки из полбы позволит обогатить продукцию полноценным белком, витаминами и минеральными веществами и не вызовет существенных изменений в ходе технологического процесса.

- Пономарева Е.И. Эффективность использования нетрадиционных видов сырья в технологии хлеба функционального назначения //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. Т. 11. № 5. С. 605.

- Sgrulletta D., Pucciarmati S., Ciccoritti R. Influence of durum wheat–fababean inter crop on specific quality traits of organic durum wheat // Biological Agriculture & Horticulture. 2015.

- Корячкина С.Я., Осипова Г.А. Макароны: изделия: способы повышения качества и пищевой ценности. Орел: Труд, 2006. 276 с.

6 Mercier S., Mondor M., Moresoli C., Ville-neuve S. et al. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016.

#### REFERENCES

1 Osipova G.A. The use of complex additives in the production of pasta. *Khleboproducty* [Bakery] 2011, no 8, pp. 55–57 (in Russian).

2 Malyutina T.N., Lobosova L.A. About priority tasks of development of the baking, macaroni and confectionery industry within the problem resolution of food security. Zdorov'e cheloveka I ekologicheskii chistyie produkty pitaniya [Materials of the All-Russian scientific and practical conference. Health of the person and ecologically net food] 2014. pp. 281–286. (in Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Татьяна Н. Малютина** т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tmalutina@inbox.ru

**Вера Ю. Туренко** магистрант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, turenko.vera2013@yandex.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Татьяна Н. Малютина** предложила методику проведения эксперимента, консультации в ходе исследования  
**Вера Ю. Туренко** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

3 Ponomareva E.I. Efficiency of use of nonconventional types of raw materials in technology of bread of functional purpose. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh issledovaniy* [International magazine of applied and fundamental researches] 2015, vol. 11, no. 5, pp. 605. (in Russian)

4 Sgrulletta D., Pucciarmani S., Ciccoritti R. Influence of durum wheat-faba bean intercrop on specific quality traits of organic durum wheat. *Biological Agriculture & Horticulture*, 2015.

5 Koryachkina S. Ya., Osipova G.A. Makaronnye izdeliya [Pasta: methods of improvement of quality and nutrition value] Orel, Trud, 2006, 276 p. (in Russian)

6 Mercier S., Mondor M., Moresoli C., Ville-neuve S. et al. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016.

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Tatyana N. Malyutina** candidate of technical sciences, associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tmalutina@inbox.ru

**Vera Yu. Turenko** master student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, turenko.vera2013@yandex.ru

#### CONTRIBUTION

**Tatyana N. Malyutina** has offered a technique of carrying out an experiment, consultation during the study

**Vera Yu. Turenko** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed 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 11.13.2016

ACCEPTED 12.2.2016