

Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы

Фарид К. Хузин	¹	huzinfk@yandex.ru
Зося А. Канарская	¹	zosya_kanarskaya@mail.ru
Алла Р. Ивлева	¹	alla1987-87@mail.ru
Венера М. Гематдинова	¹	venera.nas14@yandex.ru

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия

Реферат. Перспективным направлением инновационных технологий в хлебопечении является производство хлеба с использованием проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.), в котором рационально используются все питательные вещества, заложенные в зерно природой. Проращивание зерна сопровождается значительным нарастанием его антиоксидантной емкости, что обуславливает целесообразность использования проросшего зерна в рецептурах пищевых продуктов не только для повышения пищевой ценности и обогащения пищевыми волокнами, но и в целях замедления прогоркания липидов продукции. Практическая значимость исследования заключается в создании инновационной технологии с целью получения нового хлебобулочного изделия с использованием проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Проведен анализ существующего рынка проросшего зерна и перспектив его развития, анализ информированности потребителей относительно проросшего зерна. Определены рациональные режимы проращивания пшеницы (*Triticum aestivum* L.), позволяющие получить добавку в рецептуру хлебобулочных изделий с максимальной биологической активностью. Показано, что длина ростков проросших семян, используемых в данной рецептуре, не должна превышать 2 мм. Установлено, что при выбранных условиях проращивания, ростки достигают необходимой длины за 48 ч проращивания. Таким образом, несмотря на незначительное различие в цене, продукция будет пользоваться спросом и являться конкурентоспособной на рынке хлебобулочных изделий. В пищевой отрасли появилась возможность вывода на рынок новой категории пищевых продуктов функционального питания, которые обладают не только высокой пищевой ценностью, но и способностью улучшать состояние здоровья и снижать риск возникновения заболеваний.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, проросшее зерно пшеницы, пищевые волокна, пищевые продукты

Perfection of technology of production of bakery products on the basis of crushed sprouted wheat grain

Farid K. Huzin	¹	huzinfk@yandex.ru
Zosya A. Kanarskaya	¹	zosya_kanarskaya@mail.ru
Alla R. Ivleva	¹	alla1987-87@mail.ru
Venera M. Gematdinova	¹	venera.nas14@yandex.ru

¹ Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia

Summary. The promising direction of innovative technologies in bakery is the production of bread with the use of wheat germ (*Triticum aestivum* L.), in which all the nutrients incorporated into the grain by nature are rationally used. Germination of grain is accompanied by a significant increase in its antioxidant capacity, which makes it advisable to use sprouted grain in food formulas, not only to increase nutritional value and enrichment with dietary fiber, but also to slow down the rancidity of food lipids. The practical significance of the research is the creation of innovative technology to produce a new bakery product using germinated wheat grains (*Triticum aestivum* L.). The analysis of the existing market of sprouted grain and prospects of its development, the analysis of consumers' information regarding sprouted grain was carried out. The rational regimes of germination of wheat (*Triticum aestivum* L.), allowing to obtain an additive in the formulation of bakery products with maximum biological activity, are determined. It is shown that the length of sprouts of germinated seeds used in this recipe should not exceed 2 mm. It was found that under the selected germination conditions, the shoots reach the required length within 48 hours of germination. Thus, in spite of a slight difference in price, the products will be in demand and be competitive in the market of bread and bakery products. In the food industry, there is an opportunity to bring to the market a new category of functional foods that have not only high nutritional value, but also the ability to improve health and reduce the risk of diseases.

Keywords: bakery products, sprouted wheat grains, food fibers, food products.

Введение

Зерновой хлеб является важнейшим источником пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, аминокислот. По пищевой и биологической ценности этот хлеб превосходит все традиционные сорта хлеба, особенно выпеченные из муки высших сортов. Наибольшую ценность представляет хлеб из проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.), так как

при проращении зерна трудно усвояемые соединения переходят в более простые, образуется дополнительное количество витаминов, аминокислот, минеральных веществ, легкоусвояемые углеводы. Употребление хлеба из проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.) рекомендуется для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы, атеросклероза, желудочно-кишечного тракта. Употребление такого хлеба

Для цитирования

Хузин Ф. К., Канарская З. А., Ивлева А. Р., Гематдинова В. М. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 178–187. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-178-187

For citation

Huzin F.K., Kanarskaya Z. A., Ivleva A. R., Gematdinova V. M. Perfection of technology of production of bakery products on the basis of crushed sprouted wheat grain. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. Vol. 79. no. 1. pp. 178–187. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-178-187

благоприятно сказывается на жизненном тоне людей, ведущих активный образ жизни. Однако для этого продукта характерна склонность к ускоренному микробиологическому поражению, что ограничивает расширение использование пророщенного зерна при производстве хлебопекарной продукции. Поэтому совершенствование технологии приготовления хлеба с применением проросшего зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) является актуальной на сегодняшний день.

Цель – разработка теоретического обоснования и научно-практических рекомендаций по организации технологического процесса приготовления хлебобулочных изделий на основе измельченного проросшего зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*).

Зерновые продукты в питании населения

Образ жизни современного человека заметно сказывается на здоровье человека и структуре питания. Возрастает интерес общества к здоровому питанию. Как известно, к ним относятся продукты с пониженным количеством жира, сахара. В то же время, содержание в них пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ значительно.

Обогащение пищевых продуктов биологически активными добавками, пищевыми волокнами дает толчок в развитии современного направления в разработке пищевых продуктов, которые бы отвечали запросам самых требовательных потребителей.

Важнейшим продуктом, определяющим стабильное функционирование аграрного рынка и продовольственную безопасность страны, является зерно. Зерновое производство и перерабатывающие отрасли промышленности – это ведущее направление в развитии всех отраслей сельского хозяйства.

Как известно, зерно и получаемые из него продукты питания по сравнению с другими пищевыми продуктами наиболее дешевые, поэтому они стали продуктами массового и повседневного потребления человека [1, 2, 6, 9]. Огромное значение зерновых культур определяется тем, что продукты, получаемые из зерна (хлеб, крупа, макаронные изделия) служат основой питания человека. Продукты переработки зерна обеспечивают около 40% общей калорийности питания, покрывают почти 50% потребности в белках и 60% в углеводах [4, 10]. Среди получаемых из зерна продуктов питания первое место занимает хлеб. Хлеб – самая главная часть рациона, без которого практически невозможно обойтись. При этом он универсален, и требуется человеку в любом возрасте – и детском, и взрослом, и пожилом. Издавна он представляет собой очень ценный для жизнедеятельности человека продукт. А потому о нем существует масса пословиц и поговорок, с хлебом связаны многие суеверия. Что и подтверждает, что значение

хлеба и хлебобулочных изделий в питании и жизни человека всегда было велико. Так в славянской культуре он всегда занимал важное место, являясь частью духовного развития. Такая же роль хлеба и во всех мировых культурах. Уж так сложилось исторически – без него было не выжить.

Установлено, что человек за 60 лет жизни съедает 30 т пищи, половину которой составляет хлеб. Продукты на основе зерновых культур занимают ведущее место во всех странах мира. Эти продукты характеризуются высокой пищевой ценностью и обладают профилактическими и лечебными свойствами [3]. Пищевая ценность зерновых продуктов зависит от того, насколько в них будут сохранены макро и микронутриенты исходного зерна [25]. Химический состав различных зерновых культур отличается друг от друга. Функциональное действие продуктов на основе злаковых в большей степени зависит от содержания в них витаминов, микроэлементов, также растворимых и нерастворимых пищевых волокон, которые способствуют снижению содержания холестерина в крови, снижают риск сердечнососудистых заболеваний и оказывают благоприятное действие на состояние желудочно-кишечного тракта [14, 18, 25].

К самым распространенным зерновым культурам на территории России относят однодольные растения семейства мятликовых (злаков): пшеницу, рожь, ячмень, овес, кукурузу, рис, просо, сорго, а также гречиху из семейства гречишных.

Пшеница – основная продовольственная хлебная культура, которую человек выращивает с древнейших времен. Основное назначение – это получение из нее муки, которая используется для выпечки хлеба. Кроме того, из пшеницы получают крупу, диетические продукты, макаронные изделия, производят крахмал, в небольших количествах применяют в спиртовом производстве [26]. Пшеничные отруби являются побочным продуктом мукомольной промышленности. Их широко используют на корм для животных, однако эти плодовые оболочки зерен рекомендуются диетологами в качестве «здоровой еды».

В настоящее время одним из важных направлений в области здорового питания является применение пророщенного зерна пшеницы и других культур для расширения ассортимента выпускаемой хлебопекарной продукции [26].

По сравнению с цельным зерном, зародыш зерна содержат в 50 раз больше витамина Е (токоферола) – основного антиоксиданта, который замедляет процессы старения организма, в 10 раз больше витамина В6 (пиридоксина), в 3–4 раза больше витаминов F и P, в 2–3 раза больше белковых соединений, в 4–5 раз больше жиров.

При переработке зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) в муку и выпечке хлеба

количество полезных веществ существенно снижается, в то время, как в процессе прорастания их количество увеличивается в 2–4 раза по сравнению с исходным сухим зерном. Такое значительное обогащение проростков полезными веществами в течение короткого (1–2 суток) времени прорастания семян происходит без какого-либо вмешательства человека, исключительно за счет сил и возможностей природы. Под действием физических (в первую очередь температуры), химических и биологических факторов белки денатурируют –меняется их структура, что сказывается на их качестве. Белок зародыша имеет повышенную биологическую ценность, поскольку является концентратом структурных и ферментативных белков, близких по своим свойствам к физиологическим белкам животной ткани. Его усвояемость составляет 91,6%.

Семена в своем составе в значительных количествах содержат «строительный материал» для будущих растений: в основном это крахмал, белки и жиры [26]. Пищевые вещества переходят в активную форму: крахмал превращается в солодовый сахар, белки в аминокислоты, а жиры в жирные кислоты. Синтезируются витамины и другие полезные соединения, накапливается энергия для развития растения [7].

Установлено, что проращивание зерна сопровождается увеличением относительного количества пищевых волокон, содержащихся главным образом в плодовой и семенной оболочках зерновки, за счет деструкции полисахаридов [28]. В результате проращивания увеличивается доля небелкового остатка и возрастает содержание лизина, треонина, лейцина, валина, изолейцина и метионина, что свидетельствует о повышении биологической ценности продуктов из пророщенного зерна [2].

В процессе проращивания проростки поглощают микроэлементы и другие минеральные вещества из воды, которая используется для проращивания. Более того, минеральные вещества в проростках находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и потому хорошо усваиваются человеческим организмом.

Прорастание зерна – начальный этап жизненного цикла растения. Для прорастания семени требуются определенные условия –достаточная влажность, тепло и воздух(кислород). Прорастание начинается с поглощения семени влаги и набухания (в среднем содержание воды до 50% к массе семени) [8]. Проросшее зерно характеризуется увеличением зародыша, появлением зародышевого корешка и почки, коричневой окраски зародыша. Основной показатель биохимических изменений, которые происходят в прорастающем зерне, – усиление действия ферментов, в первую очередь амилолитического комплекса. Особенно высокую

активность приобретает α -амилаза. Прорастание сопровождается увеличением в зерне содержания свободного восстановленного глутатиона [17]. В эндосперме и проростках пшеницы на протяжении первых 5 суток проращивания наблюдается биосинтез протеин –дисульфидредуктазы, что приводит к непрерывному повышению ее активности [21]. При прорастании семян увеличивается содержание органических кислот.

Изменение технологических свойств зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*) при прорастании

Специалисты в области диетического питания рекомендуют зерновой хлеб, как продукт, дающий современному человеку целый комплекс жизненно необходимых веществ. Стоит отметить, что зерно всегда дешевле муки и его намного легче хранить.

Особый интерес вызывают изделия из предварительно пророщенного зерна.

Диетологи рекомендуют проросшие зерна злаков и их экстракты для диетического и лечебного питания, поскольку они обладают бактерицидными свойствами, высокой биологической активностью, способствуют улучшению пищеварения, эвакуаторной функции кишечника, оптимизируют обмен веществ, стабилизируют нервную систему, стимулируют рост, повышают, физическую работоспособность [2, 16].

Сложнейший физиологический процесс прорастания зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*) имеет особое значение. Для его начала и осуществления необходимы три условия, а именно: определенное количество воды, кислорода и температурный режим, обеспечивающий начало физиологических процессов в зародыше. В результате прорастания резко усиливается действие ферментов зерна, начинается процесс расщепления отложенных в эндосперме сложных веществ с образованием простых. Запасные питательные вещества (крахмал, белок, жир) превращаются в физиологически доступные соединения (сахара, глицерин, жирные кислоты). В процессе прорастания происходит понижение сухого веса зерна. Зерно пшеницы теряет значительное количество содержащихся в нём органических веществ, которые тратятся на физиологический процесс дыхания. Кроме того, изменяется и химический состав зерна. Происходит расщепление сложного полисахарида (крахмала) и как следствие –нарастание содержания сахаров. Количество азота в исходном и проросшем зерне одинаково. Однако наблюдается увеличение его процентного содержания в сухих веществах. Происходит это потому, что количество крахмала резко понизилось, вследствие того, что он был израсходован на процесс дыхания [8]. Ухудшение физико-

химических и микробиологических показателей качества зерна является следствием резкого увеличения амилалитической активности [12].

Зерновую массу, применяемую при получении зернового хлеба, предварительно подвергают процессам измельчения на диспергаторе. Если поглощение воды протекает при повышенной температуре (16–24 °С), то семя прорастает при меньшем количестве воды; если оно идёт при пониженной температуре (4–6 °С), то при большем её количестве. При таком увлажнении зерно набухает, оболочки размягчаются, и начинаются процессы прорастания. Изменение биохимических и технологических свойств зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) при прорастании имеет большое значение для зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности, в связи с этим по данной проблеме были проведены многочисленные исследования. Общая биохимическая направленность процесса прорастания – интенсивный гидролиз высокомолекулярных соединений эндосперма до низкомолекулярных и перевод их в растворимое состояние, доступное для подачи в развивающийся росток.

Ферментный комплекс, присутствующий в зерне пшеницы, активируется с началом процесса прорастания зерна, что приводит, в конечном счете, к снижению содержания крахмала и увеличению содержания водорастворимых веществ.

Для получения идеально сбалансированного по составу зернового хлеба, способного в полной мере дать все витаминные соединения и другие элементы, требуемые для нормального функционирования всех систем организма, недопустимо длительное проращивание.

Пусковыми факторами для начала процесса прорастания сухого зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) становятся абиотические факторы окружающей среды (влаги, тепло и воздух, содержащий кислород). Зерно, поглощая влагу, увеличивается в объёме. В связи с этим исчезает морщинистость, ребристость зерна, оно становится гладким, округлым. Быстрее всего зерно поглощает влагу, будучи погружено в воду. При отсутствии кислорода прекращается ферментативная деятельность – необходимое условие роста и развития зародыша. На скорость набухания пшеницы оказывает влияние температура: зерно замачивают и выдерживают при комнатной температуре, а не при более низкой. При низкой влажности и высокой температуре скорость набухания может замедляться, а иногда зерно перестаёт поглощать влагу. Чем выше осмотическое давление солевого раствора, тем зерно медленнее поглощает влагу.

Биогенные стимуляторы, представляющие собой комплексы биологически активных веществ,

нитрат калия, растворы янтарной и аспарагиновой кислот оказывают стимулирующее воздействие на прорастающее зерно пшеницы [5]. Для подавляющего воздействия на микрофлору в среде замачивания и повышение микробиологической чистоты зерна и, как следствие, зернового хлеба, в среду для замачивания вносят уксусную кислоту. Мучнистое зерно пшеницы (*Triticumaestivum L.*) поглощает влагу энергичнее, чем стекловидное. Твёрдая пшеница требует больше воды, чем мягкая. Зерна наиболее крупные медленно поглощают влагу в отличие от мелких, поэтому и медленнее прорастают. Поглощение и прочное удерживание воды семенными оболочками, зародышем и алейроновым слоем является важнейшим процессом прорастания семени [5].

Первоначальное поглощение воды есть явление физическое. Вскоре это физическое явление вызывает химические изменения в зерне; с накоплением в зерне влаги начинает проявляться жизнедеятельность ферментов [5]. В начальный период тронувшегося в рост зародыша пшеницы пусковые механизмы увеличения активности разных ферментов действуют с большим разрывом во времени. Так, увлажнение зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) с 12 до 15% сопровождается заметным увеличением активности одних ферментов (нейтральные протеазы, расщепляющие определённые группы белков) при длительном бездействии других. Например, активность амилаз имеющих важное значение для хлебопекарного достоинства пшеницы (*Triticumaestivum L.*), начинает увеличиваться только при влажности выше 28%. Таким образом, данные об увеличении конкретных биологически активных веществ в начальный период прорастания зародыша (наклюнувшееся зерно) можно получить только после соответствующих глубоких биохимических исследований [8]. Под влиянием ферментов крахмал превращается в декстрины и мальтозу. Амилаза в покоящемся зерне находится в щитке и в эпителиальных клетках его, вблизи алейронового слоя, хотя в последнее время отмечают, что основная масса амилазы находится в эндосперме. В зародыше присутствует незначительное количество амилазы. Первое видимое действие, вызываемое амилазой, состоит в давно известной так называемой коррозии крахмальных зёрен, т. е. в образовании в них щелей, увеличение которых ведёт к разрушению крахмальных зёрен. Первоначально на поверхности крахмального зерна появляются небольшие углубления, которые внедряются внутрь, соединяются друг с другом и образуют целые полости, а через некоторое время зерно крахмала распадается на мелкие осколки, которые потом совершенно растворяются. Чем выше влажность и температура, тем

энергичнее протекает деятельность диастазы. Из-за разъединения крахмальных зёрен, а затем и роста зародыша количество крахмала в эндосперме зерна уменьшается, а к концу прорастания содержание его падает почти до 0. Мальтоза, полученная в результате деятельности амилазы, в дальнейшем расщепляется до глюкозы под действием фермента мальтазы.

Развитие технологии производства продуктов питания с использованием пророщенного зерна

После прорастания зрелого зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) в течение 1 суток в нем не происходит изменений содержания клейковины и азотистых веществ. Вместе с тем качество клейковины заметно изменяется в сторону ослабления. Прорастание спелого зерна пшеницы (*Triticumaestivum L.*) в течение 3 суток приводит к значительному уменьшению количества сырой и сухой клейковины и ухудшению ее качества. Клейковина становится очень слабой, одновременно уменьшается ее гидратационная способность [13, 21].

Интенсивный протеолиз белка происходит во время разрушения клейковинного комплекса, благодаря чему увеличивается содержания водорастворимых белковых фракций и небелковых веществ в зерне. Как отмечают авторы [21], в зерне пшеницы на 3 суток прорастания содержание свободных аминокислот увеличивается в 7 раз. В данной работе отмечено, что на пятые сутки прорастания клейковина полностью разрушается. Исследуется взаимосвязь между количеством содержания дисульфидных связей и сульфгидрильных групп. Показано, что расщепляются в основном «скрытые» дисульфидные связи неклеяковинных белков (альбуминов и глобулинов).

Ферменты, образующиеся в прорастающих семенах, катализируют распад сложных запасных вещества (белки, жиры, углеводы) на более простые (аминокислоты, жирные кислоты, простые сахара), и при использовании проростков в пищу, организм человека тратит меньше энергии на их переваривание по сравнению с продуктами, полученными из сухого зерна. Количество витаминов по сравнению с не пророщенным зерном заметно увеличивается. При проращивании зерна содержание витамина В₆ возрастает более чем в 5 раз, витамин В₁ – в 1,5 раза, фолиевой кислоты – в 4 раза, витамина В₂ – в 13,5 раза, увеличивается концентрации природных антибиотиков, антиоксидантов, стимуляторов роста [22, 24]. Пищевые природные антиоксиданты, которые синтезируют растения, являются жизненно важными элементами питания, необходимыми человеку. Основными природными антиоксидантами является витамины Е, С и

каротиноиды [10]. Особенно следует отметить наличие в пророщенном зерне витамина Е – антиоксиданта, омолаживающий ткани организма на клеточном уровне. Недостаток витамина Е приводит к дистрофии мышц, в них снижается содержание миозина, который заменяется малоактивным коллагеном, и тогда резко проявляется усталость. Витамин Е положительно влияет на сердечную мышцу. В пророщенной пшенице витамина Е содержится 25 мг на 100 г., тогда как в обычном зерне 6–7 мг, в овсе – 16–20 мг, во ржи – 10 мг. Витамин С играет значительную роль в организме человека. Аскорбиновая кислота участвует в образовании коллагена – основного белка, который входит в состав сухожилий, хрящей, костей, кровеносных сосудов и кожи. В зрелом зерне пшеницы витамина С практически не содержится (1,07 мг/100 г.), а, например, в голозерном овсе и ржи еще меньше – 0,88 мг/100 г. и 0,58 мг/100 г. соответственно, однако картина меняется, когда зерно прорастает. Синтез витамина С проявляется с первых суток проращивания, в то время, когда семена набухли. Особенно активно витамин С синтезируется в проростках овса, возможно, это связано с высоким иммунитетом данного растения. В семенах ржи количество витамина С возрастает при прорастании до 9,68 мг/100 г., в проростках пшеницы витамин С синтезируется несколько менее активно, однако на 5 сутки увеличивается до 8,4/100 г. [10]. В зрелых семенах бобовых культур, витамина С несколько больше, чем в семенах злаков. Но, как и у злаков, его количество возрастает при прорастании. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты на пятые сутки обнаруживается в чечевице (45,17 мг/100 г.), это почти в 16 раз больше, чем в сухих семенах. Пектиновые вещества, содержащиеся в проростках, нормализуют уровень холестерина, а также благотворно влияют на процесс клеточного дыхания, повышают устойчивость организма к аллергическим реакциям и неблагоприятным факторам внешней среды [10, 11].

Для усиления перистальтики кишечника, нормализации процесса пищеварения в организм человека должно попадать большое количество клетчатки, а хорошим поставщиком клетчатки доступным по ценовой категории и физиологической ценности могут стать проростки пшеницы.

Например, в зерне пшеницы содержание клетчатки составляет 3,3 г на 100 г., а в проростках пшеницы 4,6 г на 100 г. Введение проростков в рацион – гарантия хорошей работы желудочно-кишечного тракта. Этим обусловлено профилактическое действие проростков злаковых [11, 27].

Для улучшения физиологических процессов в организме человека рекомендуются [20, 21] прорастающие семена, содержащие значительное

количество ферментов. Установлено, что в проростках некоторых культур количество ферментов увеличивается по сравнению с непроросшими семенами в 43 раза, иногда и больше.

Использование пшеничной муки с добавлением к ней пророщенного зерна и других компонентов, предусмотренных рецептурой, а также такие технологические операции как замес теста, разделка и выпечка тестовых заготовок предлагается в работах [21]. Кроме того в процессе смешивания добавляют такие ингредиенты как хмель, сахар или мед, воду, соевое молочко или амарант, или молочную сыворотку. Применение данных компонентов в рецептуре готового изделия способствует очистке организма от генотоксических веществ.

Повышению биологической активности хлебоулучшающих изделий используют цельное и пророщенное зерно различных злаковых культур.

В народной медицине для восстановления сил у ослабленных людей, для стимуляции пищеварения и нормализации микрофлоры кишечника, лечения диабета и снижения содержания холестерина в крови используется цельное или пророщенное зерно.

Известен способ обогащения пшеничного хлеба полноценными белками, витаминами и минеральными веществами путем введения зародышей зерна пшеницы и отрубей в композицию для получения хлеба.

Очень популярен способ производства хлеба из проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*), включающий смешивание пшеничной муки, добавки из пророщенного зерна и других компонентов, предусмотренных рецептурой, замес теста, разделку, выпечку тестовых заготовок [3]. Авторы отмечают некоторые недостатки способа, которые проявляются в использовании муки, смолотой из бесконтрольно проросшего при хранении зерна, что может вызывать ухудшение здоровья потребителей. Это является следствием того, что повышение влажности при хранении стимулирует не только прорастание зерна, но и развитие низших грибов (плесеней), приводящих к загрязнению зерна различными микотоксинами, в том числе и афлатоксинами, являющимися сильными канцерогенными веществами.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому способу является способ производства хлеба из пророщенного зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*), включающий смешивание пшеничной муки, добавки из пророщенного зерна и других компонентов, предусмотренных рецептурой, замес теста, разделку и выпечку тестовых заготовок [4]. Авторы предлагают вносить в рецептуру соду и лимонную кислоту. В тоже время в работе отмечается что,

способ обладает рядом недостатков, проявляющихся в снижении содержания витаминов в готовой продукции.

Как показывают авторы, главной задачей при разработке способа производства хлеба является подбор компонентов рецептуры готового продукта, в котором компоненты способствуют очистке организма. В работе предложена технологическая схема производства хлеба из пророщенного зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*), включающего смешивание пшеничной муки, добавки из пророщенного зерна, других компонентов, предусмотренных рецептурой, замес теста, разделку и выпечку тестовых заготовок, в котором согласно изобретению при смешивании добавляют хмель, сахар или мед, воду, соевое молочко, или амарант, или молочную сыворотку.

Авторы [4] показывают, что в сочетании с пророщенным зерном хмеля, сахара или меда, воды, соевого молочка, или амаранта, или молочной сыворотки приводит к созданию рецептуры хлеба, способствующего к снижению в организме человека генотоксических веществ. Интересным техническим решением в данной работе является использование меда как субстрат для улучшения свойств закваски, приготовленной на основе хмеля.

Повышению биологической ценности готового продукта способствует использование веществ, таких как соевое молочко, амарант, молочная сыворотка. Данные вещества позволяют улучшать органолептические показатели хлеба [3].

Продолжением исследований в данном направлении является работа [9], направленная на использование сырьевой базы регионов, в частности картофеля и свежего хмеля. Данное сырье позволяет усилить разрыхлительную активность закваски. В то же время использование сухого хмеля позволяет расширить ассортимент хлебоулучшающих изделий в любое время года.

Обеспечение безопасности хлеба из проросшего зерна пшеницы

Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов является важным направлением в зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности. Загрязняющие вещества, находящиеся в пищевых продуктах, в том числе в хлебе из проросшего зерна, являются источниками потенциально опасных и токсичных веществ химической и биологической природы. Перечень показателей качества зерна и продуктов его переработки должны удовлетворять требованиям санитарно-гигиенической безопасности. К числу этих показателей относятся: содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклидов, примесей, зараженность микроорганизмами.

Безопасность – это сложная проблема, требующая усилий для её решения со стороны учёных, производителей, эпидемиологических служб, государственных органов, потребителей. Необходимо соблюдение санитарно-гигиенических требований и нормативно-технической документации.

Окружающая среда является главным источником техногенного загрязнения промышленными отходами. С пищей поступает более 70% загрязнителей. В зерне пшеницы могут скапливаться токсичные и радиоактивные элементы, которые затем при технологической обработке зерна переходят в готовый продукт. Данные соединения оказывают целый комплекс воздействий на организм человека (терратогенную, мутагенную, канцерогенную, иммуноугнетающую активность). Они обладают кумулятивным эффектом для всех тканей человеческого организма. Присутствие этих веществ не должно превышать предельно-допустимых уровней, нормированных органами здравоохранения. Ухудшение экологической обстановки приводит к загрязнению пищевого сырья в наибольшей степени тяжелыми металлами – свинцом, кадмием, цинком и медью.

Суперэкоотоксиканты (свинец, кадмий), представляют опасность не только для настоящего, но и для будущих поколений, могут накапливаться в живых организмах, передаваясь по трофическим цепям. Могут оказывать сильное индуцирующее влияние или ингибирующее действие на ферменты и являются потенциально опасными мутагенами – канцерогенами.

Несмотря на то, что медь и цинк относятся к микроэлементам и им принадлежит важная биологическая роль, все же концентрация ионов этих тяжелых металлов в пищевых продуктах выше предельно допустимых уровней нежелательна.

Результаты исследований и практические данные показали, что основную роль в ухудшении качества и порчи влажного зерна играют микроорганизмы. Они не только разрушают питательные вещества зерна, но и могут придавать ему токсичные свойства. В одном грамме доброкачественного свежесобранного зерна насчитывается от тысячи до миллионов бактерий. Микрофлора представлена, преимущественно, бактериями до 90%, количество плесеней (спор) не более 5–7%, меньшее количество микроорганизмов представлено дрожжами [15, 23].

Среди бактерий преобладает бесспорная, факультативно-аэробная палочковидная бактерия гербнокла (травяная палочка) типичный представитель эпифитной микрофлоры зерна злаков. При микробиологических исследованиях обнаруживаются микрококки, спорообразующие аэробные бактерии, такие как картофельная и сенная палочки [8, 21, 26]. Ввиду повышенного

содержания влаги и достаточного количества легкодоступных питательных веществ, прорастающее зерно становится благоприятной средой для развития микрофлоры. При подготовке зерна к производству хлеба необходимо предусматривать, наряду с другими операциями, применение таких способов очистки, которые обеспечивают максимальное снижение общего количества микроорганизмов. Целью очистки зерна является гарантированная безопасность хлебобулочных изделий, ответственность за которую несут хлебопеки [12].

Существуют два способа очистки: сухой и мокрый. Разработаны целые комплексы специальных машин, предназначенных для удаления пыли, микроорганизмов и других легких примесей при сухой очистке и шелушении зернового сырья.

Процесс сопровождается интенсивной аспирацией зерна потоками воздуха, которые относятся от зерновой массы легкие примеси, в том числе пыль и микроорганизмы. Мойка зерна является более эффективным способом, чем сухая очистка, однако существующие на современных мукомольных заводах режимы часто не дают соответствующих результатов и требуют дальнейшего совершенствования. Вода, применяемая для мойки зерна, должна соответствовать питьевой воде по бактериологическим показателям. В результате применения разных способов очистки количество микроорганизмов снижается [7, 17].

Способ мойки влияет на безопасность зернового сырья. При промывании в воде общее количество микроорганизмов уменьшается в среднем на 60%. Предварительное замачивание зерна в воде в течение 1 ч с последующей мойкой снижает содержание токсичных элементов [14]. Двойная промывка зерна водой уменьшает обсеменённость его спорными бактериями в 3 раза, подкисленной водой – в 5 раз, обработка акустико-кавитационным методом – в 11 раз [15]. В связи с тем, что необходим доступ кислорода, удаление токсичных микроорганизмов, предотвращение роста плесневых грибов и как следствие их развития, накопление микотоксинов, в технологии проращивания зерна применяется многократная смена воды [14, 15, 17].

Варка в воде, в отличие от пропаривания, способствует уменьшению численности загрязнителей в зерне [15]. Перед замачиванием рекомендована дезинфекция зерна. В качестве дезинфицирующих средств используют ферментные препараты, отвары, электроактивированные водные растворы. Способ предусматривает обязательную мойку зерна после дезинфекции и перед замачиванием.

Для повышения микробиологической чистоты применяют физические, химические, биологические и другие методы [28, 19]. Сравнительно новые физические методы в практике

борьбы с болезнями полевых культур имеют ряд преимуществ. Из мероприятий этой категории можно выделить очистку продовольственного зерна и удаление, больных зерен, термическое обеззараживание, применение рентгеновского и гамма-излучений [15].

Проанализировав данные научно-технической литературы можно сделать вывод, что сложившийся в настоящее время рацион человека не может обеспечить достаточное поступление в организм витаминов и микроэлементов, без специального обогащения ими повседневных продуктов питания. Пророщенное зерно может явиться тем сырьевым компонентом, введение которого в изделия способствует повышению содержания витаминов, отдельных минеральных веществ и пищевых волокон, а также способствовать нормализации пищеварения за счет наличия активных ферментов.

Проростки пшеницы (*Triticumaestivum L.*) можно отнести к функциональным продуктам, которые приносят пользу здоровью человека, повышая его сопротивляемость заболеваниям, улучшает течение многих физиологических процессов в организме человека, позволяет ему долгое время сохранять активный образ жизни. Эти продукты предназначены для широкого

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Sanz-Penella J.M., Wronkowska M., Soral-Smietana M., Haros M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value // LWT – Food science and technology. 2013. № 50. P. 679-685.
- 2 Мячикова Н.И., Сорокопудов В.Н., Биньковская О.В., Думачева Е.В. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 1-7.
- 3 Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий // Интернет – журнал Науковедение. 2015. № 1. С. 1-15.
- 4 Пашенко, Л.П., Коломникова Я.П., Аушева Т.А., Пашенко В.Л. Биотехнологические аспекты в обеспечении микробиологической чистоты пшеничного хлеба // Вестник ВГУИТ. 2012. № 1. С. 87-89.
- 5 Meilihao, Trust Beta. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hul extracts // Food Chemistry. 2012. № 4. P. 1320-1325.
- 6 Байгарин Е.К., Бессонов В.В. Содержание пищевых волокон в различных пищевых продуктах растительного происхождения // Вопросы питания. 2012. №2. С. 40-45.
- 7 Матвеева Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры. СПб: ГИОРД, 2016. С. 360.
- 8 Веселова А.Ю. Интенсификация предварительной подготовки злаковых культур в условиях разработки новой технологии // Вестник НГИЭИ. 2011. № 6. С. 27-37.
- 9 Оболенский Н.В., Веселова А.Ю., Гусева А.О.

круга потребителей, имеют вид обычной пищи и могут и должны потребляться регулярно в составе нормального рациона питания. В настоящее время пророщенное зерно не находит достаточно широкое применение при выработке кулинарной продукции и хлебопекарных изделий в качестве источника биологически активных веществ и пищевых волокон. За исключением того, что в хлебопекарной отрасли с включением стадии пророщенного зерна вырабатывается так называемый цельнозерновой хлеб.

Заключение

В связи с тем, что современный потребитель информирован в недостаточной степени о пищевой ценности и направлениях использования пророщенных зерен при производстве продуктов питания, появляется необходимость в дополнительных исследованиях в направлении создания функциональных продуктов с применением пророщенных зерен пшеницы. Данные исследования позволяют расширить область применения пророщенных зерен пшеницы. При этом основные усилия должны быть направлены на развитие технологии производства продуктов питания с использованием пророщенных зерен, а так же на широкое применение в хлебопекарной продукции.

Натуральные пищевые обогатители – средство повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий // Вестник НГИЭИ. 2012. №4. С. 92-100.

10 Карапетян Р.Г. Проростки подарок природы. Москва: Логос, 2007. С. 149.

11 Кошелева О.В., Беркетова Л.В. Биологически активные добавки к пище как источники флавоноидов, дубильных веществ и пищевых волокон // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2011. № 5. С. 49-54.

12 Зюзько А.С., Коростова Е.В., Бондаренко В.И. Разработка комплексного улучшителя для повышения качества хлеба из пшеничной муки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 4. С. 24-25.

13 Лукин А.А., Меренкова С.П. Разработка технологии производства хлебобулочного изделия с использованием муки из пророщенного зерна пшеницы // Вестник Юно-Уральского государственного университета. 2016. № 3. С. 5-12.

14 Gaurav Kumar Pal, Suresh P.V. Sustainable valorization of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients // Innovative Food Science & Emerging technologies. 2016. № 37. P. 201-215.

15 Дубцов Г.Г., Бережная О.В., Войно Л.И. Повышение микробиологической безопасности пророщенного зерна пшеницы // Пищевая промышленность. 2013. №6. С. 28-29.

16 Дубцов Г.Г. Пророщенное зерно пшеницы в производстве кулинарной продукции. // Товаровед продовольственных товаров. 2014. №7. С. 57-63.

17 Дубцов Г.Г., Бережная О.В. Ферментативная антиоксидантная активность пророщенного

зерна, используемого в кулинарии // Товаровед продовольственных товаров. 2014. № 10. С.4-7.

18 Дубцов Г.Г., Бережная О.В., Войно Л.И. Проростки пшеницы - ингредиент для продуктов питания. // Пищевая промышленность. 2015. № 5. С.26-29.

19 Yadahally N. Sreerama, Vadakkoot B. Sashikala, Vishwas M. Pratapa Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality // Food Chemistry. 2012. № 2. P. 462-468.

20 Marcio Schmiele, Mária Herminia Ferrari Felisberto, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Yoon Kil Chang Mixolab for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production // LWT – Food science and technology. 2017. № 76. P. 259-269.

21 Медведев П.В., Федотов В.А., Бочкарева И.А. Управление качеством продуктов переработки зерна и зерномучных товаров // Научный журнал НИУ ИТМО. 2016. № 1. С. 61-69.

22 Курганова Е.В., Ишевский А.Л. Разработка технологии функциональных продуктов на основе пророщенного зерна. 2014. № 3. С. 114-122.

23 Abdalbasit Adam Mariod. Effect oils in food preservation, flavor and safety. 2016. P. 875-895.

24 Костюченко М. Н. Инновационные технологии производства хлебобулочных // Хлебопечение России. 2012. №3. С. 16-18.

25 Халиков Р.М. Придание устойчивости наноструктурам амилаз при использовании в пищевых технологиях. // Международная научно - практическая конференция «Инновационный вектор развития науки». Уфа, 2014. С.26-28.

26 Hidalgo A., Brandolini A. Bread from wheat flour // Reference module in food science. 2014. P. 303-308.

27 Vassileios Varelas, Maud Langton Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed // Innovative Food Science & Emerging technologies. 2017. № 41. P. 193-205.

28 Leila Izadi Najafabadi, Alain Le-Bail, Nasser Hamdami, Jean-Yves Monteau et al. Impact of baking conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread // Journal of cereal science. 2014. № 60. P. 151-156.

REFERENCES

1 Sanz-Penella J.M., Wronkowska M., Soral-Smietana M., Haros M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. LWT – Food science and technology. 2013, no. 50. pp. 679-685.

2 Myachikova N.I., Sorokopudov V.N., Binkokskaya O.V., Dumacheva E.V. Sprouted seeds as a source of food and biochem active substances for the human body. *Sovremennye problem nauki I obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015. no. 5. pp. 1-7. (in Russian)

3 Sultaeva N.L., Perminova V.S. Investigation of the properties of flax seeds and the development on their basis of the technology of bakery products. *Internet-journal Naukovedenie* [Online journal of science of science]. 2015. no. 1. pp. 1-15. (in Russian)

4 Pashchenko L.P., Kolomnikova Ya.P.,

Ausheva T.A., Pashchenko V.L. Biotechnological aspects in ensuring the microbiological purity of wheat bread. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 1. pp. 87-89. (in Russian)

5 MeiliHao, Trust Beta. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hul extracts. *Food Chemistry*. 2012, no. 4, pp. 1320-1325.

6 Baigarin E.K., Bessonov V.V. The content of dietary fiber in various food products of vegetable proorigin. *Voprosi pitania* [Nutrition issues]. 2012. no.2. pp.40-45. (in Russian)

7 Matveeva T.V. Muchniekonditerskie izdelia funktsionalnogo naznacheniya. *Nauchnie osnovy, tehnologii, recepturi* [Flour confectionery for functional purposes. Scientific bases, technologies, recipes]. St. Petersburg, GIRD, 2016, 360 p. (in Russian)

8 Veselova A.Yu. Intensification of preliminary preparation of cereals in conditions of development of a new technology. *Vestnik NGIEI* [Proceedings of NGIEI]. 2011. no. 6. pp. 27-37. (in Russian)

9 Obolensky N.V., Veselova A.Yu., Guseva A.O. Natural food concentrates - a means of increasing the food and biological value of bakery products. *Vestnik NGIEI* [Proceedings of NGIEI]. 2012. no. 4. pp. 92-100. (in Russian)

10 Karapetyan R.G. Prorostkipodarok prirodi [Sprouts are a gift of nature]. Moscow, Logos, 2007, 149 p. (in Russian)

11 Kosheleva O.V., Berketova L.V. Biologically active food additives as sources of flavonoids, tannins and dietary fibers. *Pishevaya i pererabativayachaya promishlennost* [Food and processing industry]. 2011. no. 5. pp.49-54. (in Russian)

12 Zyuzko A.S., Korostova E.V., Bondarenko V.I. Development of a complex improver for improving the quality of bread from wheat flour. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii* [News of higher educational institutions]. 2011. no. 4. pp. 24-25. (in Russian)

13 Lukin A.A., Merenkova S.P. Development of technology for the production of baked goods using flour from sprouted wheat grain. *Vestnik Yuno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of the Yuno-Ural State University]. 2016. no. 3. pp. 5-12. (in Russian)

14 Gaurav Kumar Pal, Suresh P.V. Sustainable valorization of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative Food Science & Emerging technologies*. 2016, no. 37, pp. 201-215.

15 Dubtsov G.G., Berezhnaya O.V., Voino L.I. Increase of microbiological safety of propanated wheat grain. *Pishevaya promishlennost* [Food industry]. 2013. no. 6. pp. 28-29. (in Russian)

16 Dubtsov G.G. Sprouted wheat grain in the production of culinary products. *Tovarovedprodovolstvennihtovarov* [Commodore of food products]. 2014. no. 7. pp.57-63. (in Russian)

17 Dubtsov G.G., Berezhnaya O.V. Enzymatic antioxidant activity of sprouted grain used in cooking. *Tovarovedprodovolstvennihtovarov* [Commodore of food products]. 2014. no. 10. pp. 4-7. (in Russian)

18 Dubtsov G.G., Berezhnaya O.V., Voino L.I. Propagation of wheat is an ingredient for food. *Pishevaya promishlennost* [Food industry]. 2015. no. 5. pp.26-29. (in Russian)

19 Yadahally N. Sreerama, Vadakkoot B.

Sashikala, Vishwas M. Pratape. Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*. 2012, no. 2. pp. 462-468.

20 Marcio Schmiele, Mária Herminia Ferrari Felisberto, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Yoon Kil Chang. Mixolab for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production. *LWT – Food science and technology*. 2017, no. 76. pp. 259-269.

21 Medvedev P.V., Fedotov V.A., Bochkareva I.A. Quality management of products of grain processing and grain products. *Naychniy zhurnal NIU ITMO [Scientific journal of NIU ITMO]*. 2016. no. 1. pp. 61-69. (in Russian)

22 Kurganova E.V., Ishevsky A.L. Development of the technology of functional products based on germinated grains. *Naychniy zhurnal NIU ITMO [Scientific journal of NIU ITMO]*. 2014. no. 3. pp. 114-122. (in Russian)

23 Abdalbasit Adam Mariod. Effect of oils in food preservation, flavor and safety. 2016. pp. 875-895.

24 Kostyuchenko M.N. Innovative technologies for

the production of bakery products. *Hlebopechenie Rossii [Bakery of Russia]*. 2012. no. 3. pp. 16-18. (in Russian)

25 Khalikov R.M. Pridaniye stoichivostino strukturalam i lazpriispolzovaniyu v pishchevikh tehnologiyah [Stabilization of amylases at nano-structures when used in food technology]. *Mezhdunarodnaya nauchno-practicheskaya konferencia "Innovatsionnyy vektor razvitiya nauki" Ufa, 2014 [International scientific and practical conference "Innovative vector of development of science"]*. Ufa, 2014, pp. 26-28. (in Russian)

26 Hidalgo A., Brandolini A. Bread from wheat flour. Reference module in food science. 2014, pp. 303-308.

27 Vassileios Varelas, Maud Langton. Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed. *Innovative Food Science & Emerging technologies*. 2017, no. 41, pp. 193-205.

28 Leila Izadi Najafabadi, Alain Le-Bail, Nasser Hamdami, Jean-Yves Monteau, Javad Keramat. Impact of baking conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread. *Journal of cereal science*. 2014, no. 60. pp. 151-156.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Фарид К. Хузин аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, huzinfk@yandex.ru

Зосья А. Канарская к.т.н., кафедра пищевая биотехнология, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, zosya_kanarskaya@mail.ru

Алла Р. Ивлева аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, alla1987-87@mail.ru;

Венера М. Гематдинова аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, venera.nas14@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Фарид К. Хузин обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Зосья А. Канарская написала рукопись

Алла Р. Ивлева корректировала рукопись до подачи в редакцию

Венера М. Гематдинова несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.01.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.02.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Farid K. Huzin graduate student, department of food engineering in small enterprises, Kazan National Research Technological University, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia, huzinfk@yandex.ru

Zosya A. Kanarskaya candidate of technical sciences, food biotechnology department, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia, zosya_kanarskaya@mail.ru

Alla R. Ivleva graduate student, food engineering in small enterprises department, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia, alla1987-87@mail.ru;

Venera M. Gematdinova graduate student, food engineering in small enterprises department, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia, venera.nas14@yandex.ru

CONTRIBUTION

Farid K. Huzin review of the literature on an investigated problem

Zosya A. Kanarskaya wrote the manuscript

Alla R. Ivleva correct manuscript before filing in editing

Venera M. Gematdinova is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.20.2017

ACCEPTED 2.10.2017