https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-54-63
УДК 664.7:664.3

# ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ РАСТИТЕЛЬНО-ЖИРОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**И. Б. Исабаев*, Т. И. Атамуратова**

*Бухарский инженерно-технологический институт,*
*200100, Узбекистан, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15*

**e-mail: isabayev_63@mail.ru*

*Дата поступления в редакцию: 13.03.2018*
*Дата принятия в печать: 21.05.2018*

*© И. Б. Исабаев, Т. И. Атамуратова, 2018*

**Аннотация.** В статье проанализированы современные приоритеты развития основных отраслей пищевой промышленности; выявлены наиболее перспективные из них, в частности модификация социально значимых продуктов питания (жиры) путем их комбинаторики с традиционным и нетрадиционным необезжиренным масличным и низкомасличным растительным сырьем в качестве источника физиологически функциональных нутриентов. Изучен химический состав сырья с целью выявления его биологической ценности и пищевой безвредности. Обоснована эффективность использования муки из зародышевого продукта пшеницы в составе растительно-жировых композитных смесей (РЖС) для хлебопекарного производства. Предложены композиты из муки зародышевого продукта пшеницы, животного жира, сливочного топленого масла, пальмового, соевого и подсолнечного масла, сбалансированные по содержанию жирных кислот. Обоснована целесообразность термообработки композитных смесей с содержанием муки из зародышевого продукта до 30,0 % к массе смеси при температуре 40–50 °С, более 30 % – до 70 °С в течение 10–15 мин, что позволит повысить степень его микробиологической чистоты, уменьшить энзиматическое действие липазы, протеазы и липоксигеназы зародышей, продлить срок хранения смесей до 45 суток. Определена оптимальная дозировка муки зародышевого продукта до 70,0 % к массе сырья смесей. Доказана целесообразность замены от 30,0 до 50,0 % твердых жиров растительными маслами. Установлено положительное влияние разработанных композитов в количестве до 5,0 % к рецептурному количеству муки на качество хлеба из муки пшеничной I сорта.

**Ключевые слова**. Масличное и низкомасличное сырье, жиры, масла, комбинирование, растительно-жировые смеси, мучные изделия

**Для цитирования:** Исабаев, И. Б. Потенциальное сырье для растительно-жировых композитных смесей целевого назначения / И. Б. Исабаев, Т. И. Атамуратова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 54–63. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-54-63.

# POTENTIAL RAW MATERIALS FOR SPECIAL USE VEGETABLE FATTY COMPOSITE MIXTURES

**I.B. Isabaev*, T.I. Atamuratova**

*Bukhara Engineering and Technology Institute,*
*15, K. Murtazayeva Str., Bukhara, 200100, Uzbekistan*

**e -mail: isabayev_63@mail.ru*

*Received: 13.03.2018*
*Accepted: 21.05.2018*

*© I.B. Isabaev, T.I. Atamuratova, 2018*

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of modern priorities in the sphere of food industry main branches development. The author identified the most promising of them, in particular, modification of socially significant food products (fats) by means of their combination with traditional and non-traditional plant raw materials having full fat oil and low-oil content as a source of physiologically functional nutrients. Chemical composition of raw materials has been studied to reveal the biological value and food safety. The efficiency of using wheat germ flour as an ingredient of vegetable fatty composite mixtures in bread production is established. The author suggested using composites that consist of germinated wheat product, animal fat, creamy melted butter, palm, soybean and sunflower oils which have balanced fatty acids content. The author justified the relevance of heat treatment of composite mixtures having wheat germ flour content up to 30.0% of the mixture mass at 40–50 °C, more than 30% – up to 70°C during 10–15 min. That will help increase its microbiological purity, reduce the enzymatic action of germ lipase, protease and lipoxygenase, extend the mixtures shelf life up to 45 days. Optimum proportion of wheat germ flour should not exceed 70.0% of the raw material mixtures weight. It was demonstrated that 30,0 to 50,0% of solid fats can be replaced with vegetable oils. There was a positive effect of the developed composites in the amount of up to 5.0% to the quantity of flour according to the recipe on the quality of bread produced from the 1st grade wheat flour.

**Keywords.** Oil and low-oil raw materials, fats, oils, combination, vegetable-fat mixtures, flour products

**For citation:** Isabaev I.B., Atamuratova T.I. Potential raw materials for special use vegetable fatty composite mixtures. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 54–63 (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-54-63.

**Введение**

Питание – важнейший фактор внешней среды, который определяет правильное развитие, состояние здоровья и трудоспособность человека. Однако в природе не существует продуктов, содержащих все необходимые человеку компоненты. Перспективным направлением решения данной проблемы является комбинирование базовых продуктов питания с натуральным растительным сырьем, характеризующимся полифункциональными свойствами, то есть сочетающим необходимые технологические, токсикологические, медико-биологические и экономические характеристики. Преимуществом такого подхода к модификации социально значимых продуктов питания является конструирование продукта со сбалансированным компонентным составом и экономия основного сырья. При этом следует использовать те нутриенты, дефицит которых реально существует, достаточно широко распространен и опасен для здоровья. Эффективность обогащенных продуктов должна быть убедительно подтверждена апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность, приемлемые вкусовые качества, но и хорошую усвояемость, способность существенно улучшать обеспеченность организма физиологически значимыми нутриентами, которые введены в состав продуктов, и связанные с этими веществами показатели здоровья. Специализированные продукты применяются не только в повседневном питании, но и в клинической практике для энтеральной терапии различной патологии [1].

Интенсивное развитие различных отраслей пищевой промышленности поставило перед масложировой отраслью задачу изменения ассортимента производимой продукции. В настоящее время отрасль находится на таком этапе, когда ее развитие уже невозможно осуществить традиционными методами, необходимы новые подходы и решения по расширению ассортимента продуктов с улучшенным и сбалансированным жирнокислотным составом, повышенным содержанием жирорастворимых витаминов и других биологически ценных нутриентов, полезных для здоровья.

Одним из важнейших направлений разработки новых видов жировых продуктов является возможность формирования у них функциональных свойств за счет комбинаторики жиров с масличным и низкомасличным сырьем без предварительного его обезжиривания с целью более полного использования ботанического масла в их составе и других биологически ценных нутриентов, то есть создание растительно-жировых композитных смесей. Это позволит значительно повысить физиологическую значимость продуктов питания и обеспечить рациональное использование сырьевых ресурсов, в том числе вторичных, что особенно актуально в условиях мирового экономического кризиса.

Разработка инновационных ресурсоэффективных технологий производится путем принятия научно-обоснованных технологических решений, например использования растительного сырья нежировой природы для уменьшения жирности, повышения пищевой ценности и фортификации функционально-технологических свойств жировых продуктов. При этом вопросы качества и пищевой безопасности продуктов очень важны. Для оптимизации жирнокислотного состава жировых продуктов обычно используется купажирование растительных масел, в том числе и с довольно дорогостоящими маслами или отдельными их фракциями (витамины, ПНЖК, БАДы, фитостерины), пищевыми волокнами (пре- и пробиотики), что повышает себестоимость продукции и снижает рентабельность ее производства. В данном аспекте перспективным является направление по комбинаторике жиров и масел с растительным сырьем, то есть создание растительно-жировых композитных смесей.

Целью работы является разработка новых рецептур растительно-жировых смесей целевого назначения, в частности для хлебопекарного производства, сбалансированных по жирнокислотному составу в соответствии с современными требованиями нутрициологии к адекватному питанию, пониженной жирности.

**Объекты и методы исследования**

Для разработки новых рецептур растительно-жировых смесей использовали масличное и низкомасличное сырье, безводные жиры, растительные масла.

Исследовали микробиологический состав растительно-жировых смесей (РЖС): КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных, аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ Р ISO 7218-08 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)», ГОСТ 10444.12-88 «Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов».

Серию пробных лабораторных выпечек проводили по общепринятой методике согласно ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба». Объемный выход хлеба (см$^3$/100 г муки) определяли по ГОСТ 27669-88 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения объемного выхода хлеба». Набухаемость мякиша хлеба определяли по уточненной методике Катца; крошковатость мякиша – по методике, разработанной в МГУППе, и рассчитывали по формуле:

$$K_{крош} = \frac{(a - б) \cdot 100}{a} \%,$$

где а – исходная масса кубиков, г; б – масса остатков кубиков и частичек мякиша на сите, г.

**Результаты и их обсуждение**

Для выбора растительного ингредиента композитов произвели анализ биологической ценности хлебобулочных изделий с целью выявления наиболее дефицитных нутриентов в них. Установлено, что суточная потребность в белке за счет хлеба, содержащегося в 450 г хлебных изделиях, условно съедаемых ежедневно взрослым человеком, покрывается на 38,0 %, в том числе в растительном белке – на 85,5 %, а в отдельных аминокислотах – на 23,0–58,0 %. Резко недостаточно за счет хлебобулочных изделий удовлетворяется потребность в лизине (23,1 %) – аминокислоте, наиболее дефицитной в мировом балансе питания человечества, а также цистине – на 24,8 % и метионине – на 18,5 %. Потребность человека в углеводах за счет мучных изделий в зависимости от рецептуры покрывается (в %): в крахмале и декстринах – на 41,0, в балластных веществах – на 57,2, в моно- и дисахаридах – на 17,4–40,0. Ежедневное употребление в пищу мучных изделий удовлетворяет потребность взрослого человека в жирах на 8,9–15,0 %, полиненасыщенных жирных кислотах – на 62,0 %, фосфатидах – на 23,4 %. Органические кислоты удовлетворяют потребность в данных кислотах на 49,5 %. За счет хлеба на 1⁄4 покрывается потребность в витамине $B_3$, а в витамине $B_2$ – лишь на 18,7 %. Однако пшеничная сортовая мука не содержит ретинол (А), кальциферол ($Д_2$), аскорбиновую кислоту (С), витамин $B_{12}$. Зольные элементы мучных изделий представлены макро- (фосфор, калий, кальций, магний, натрий, железо) и микроэлементами (медь, марганец, алюминий, кобальт, бор, селен, бром, йод и др.). Установлено, что за счет мучных изделий практически на 47,0 % покрывается потребность организма человека в таких важнейших биогенных микроэлементах, как медь, марганец, цинк, кобальт; на 11,5 % – в кальции, 45,6 % – фосфоре, 84,7 % – железе [2–4].

Следует отметить, что мука зольностью менее 0,6 % (высший сорт) содержит только 29,0 % ценных питательных компонентов цельного зерна пшеницы. Из 28 жизненно важных элементов пшеницы 9 исчезают совсем. Среди них – антиканцерогенный селен, кроветворные ванадий и титан; массовая доля кальция снижается до 19,0 от 60,0, железа – до 1,86 от 5,38, марганца – до 0,86 от 3,86 мг и т. д. Витамин Е (токоферол) в такой муке вообще отсутствует, витаминов группы В остаются ничтожные доли, а важнейшие пищевые волокна (клетчатка) отходят в отруби, при этом возрастает ее калорийность. Мука теряет 25,0–30,0 % белка. Постоянное применение хлеба из муки тонкого помола приводит к нарушению функций желудочно-кишечного тракта, мочекаменной болезни, диабету, анемии, ожирению. Наиболее ценной считается мука, выработанная из эндосперма, алейронового слоя и оболочек, что составляет около 97,0 % от массы зерна. Однако хлеб из такой муки содержит фитиновую кислоту, затрудняющую резорбцию кальция, железа и других минеральных веществ, что способствует развитию рахита, малокровию, нарушению функции щитовидной железы [4].

Установлено, что основные проблемы, связанные с формированием качества хлебопекарной продукции в динамичных условиях производства, решаются посредством применения различных добавок неалиментарного происхождения, что настораживает потребителей и нутрициологов, поскольку, с учетом объемов потребления хлебобулочных изделий, даже незначительное содержание в них потенциально опасных соединений химической природы оказывает определенное давление на организм человека, что является одним из наиважнейших факторов риска для его здоровья [5].

В последнее время значительное внимание уделяется разработке новых видов хлебобулочных изделий с максимально возможным использованием составляющих зерна. Так, в Великобритании и во Франции повысился спрос на полезные для здоровья человека сорта хлеба из цельного зерна. В Германии разработаны специальные сорта хлеба с добавлением других зерновых продуктов специального помола, продуктов животного или растительного происхождения [6]. Поэтому особое внимание нами было уделено именно продуктам переработки зерновых культур как потенциальному сырью для производства РЖС.

Значительный интерес представляют зародышевые продукты пшеницы, масло которых отличается сбалансированностью жирнокислотного состава по соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) класса омега-6 и омега-3. Триацилглицериды пшеничного зародыша содержат в значительном количестве омега-3, которая практически отсутствует во многих широко распространенных растительных маслах и жирах. Зародыши пшеницы являются источниками токоферолов, провитамина А, высокоценного белка, макро- и микроэлементов, что свидетельствует об их способности в качестве рецептурного ингредиента улучшать качество и повышать биологическую ценность продуктов питания. Следует отметить, что извлечение масла из зародышей – трудоемкий процесс при очень низком его выходе. Кроме того, на практике приходится иметь дело не с чистыми пшеничными зародышами, а с так называемым пшеничным зародышевым продуктом (ЗП), обычно состоящим из 60,0–65,0 % пшеничных зародышей и 35,0–40,0 % пшеничных отрубей, мучки, фрагментов эндосперма и алейронового слоя [7].

Уникальный состав ЗП, несмотря на низкую масличность (13,0–15,0 %), актуализирует его переработку на фракции с целью дальнейшего применения в различных отраслях. Однако вследствие низкой стабильности качества при хранении возникает множество проблем при использовании данного продукта. Поэтому поиску способов увеличения сроков годности ЗП уделяется серьезное внимание. Так, П. П. Тарутин повышал сроки годности ЗП путем воздействия инфракрасных лучей в интервале температур 50–100 °С [8, 9]. Обезжиривание ЗП гидравлическим прессом до 4,0 % и последующее измельчение предлагал F. Grandel [10]. В. И. Ведерникова и другие проводили обработку ЗП текучим паром при

атмосферном давлении воздуха [11]. Известна технология замораживания ЗП при низких температурах, при этом сроки хранения возрастали до 16 недель [8]. Одним из перспективных направлений увеличения сроков хранения ЗП является использование консервантов (фумаровой, аскорбиновой кислот). Обработку антиоксидантами (5-пентадецилрезорцин) в количестве 0,01–0,50 % к массе продукта проводил H. M. Barnes и другие. Воздействие эпоксидными соединениями на ЗП с целью увеличения срока годности до полугода при температуре 20–25 °С исследовано K. M. Gaver [13]. Однако данные методы не рентабельны из-за высокого расхода электроэнергии, при этом также происходят необратимые негативные процессы в продукте.

Определенный интерес вызывает возможность использования измельченного ЗП в качестве мучной фракции РЖС, где жировая составляющая, особенно если она безводная, способна оказывать определенное консервирующее воздействие при хранении. Возможно использование данных смесей в качестве альтернативных заменителей жиров в производстве мучных изделий.

Нами был изучен химический состав муки из ЗП пшеницы ($М_{ЗП}$) и произведен сопоставительный анализ с химическим составом муки пшеничной I сорта. Установлено, что массовая доля белка и жира в $М_{ЗП}$ в среднем в 2,4 и 7,8 раза соответственно превышала аналогичные значения в муке I сорта. В $М_{ЗП}$ в среднем в 4,0 раза больше железа, чем в образце сравнения, повышенное количество клетчатки. Существенные различия обнаружены и в содержании витаминов. Так, суммарное количество витаминов в $М_{ЗП}$ почти в 8,0 раза больше, чем в муке. Среди углеводов $М_{ЗП}$ доминируют сахароза и рафиноза, имеются также крахмал и клетчатка за счет наличия в продукте фрагментов эндосперма и оболочек. Следует отметить, что энергетическая ценность $М_{ЗП}$ превышает аналогичное значение у образца сравнения на 8,4 %.

Немаловажным является и тот факт, что белок пшеничных зародышей по содержанию наиболее дефицитных аминокислот лизина, метионина и триптофана сходен с белком яиц, что служит признаком хорошей усвояемости этого продукта.

Установлено, что лимитирующими аминокислотами $М_{ЗП}$ являются метионин и цистин. Массовая доля наиболее дефицитной в мировом балансе питания человечества аминокислоты – лизина в 2,3 раза превышает аналогичное значение в образце сравнения.

С целью определения соответствия исследуемого сырья критериям безопасности, установленным требованиями СанПиН № 0283-10 и рекомендациями ТР ТС 021/2011, определяли содержание в $М_{ЗП}$ токсичных элементов и патогенных микроорганизмов. Установлено, что в исследуемых пробах $М_{ЗП}$ содержание токсичных элементов не превышало допустимые уровни, при этом в них не обнаружены кадмий, ртуть, мышьяк, пестициды и микотоксины. По микробиологическим показателям исследуемая $М_{ЗП}$ также соответствовала требованиям СанПиН.

Разработаны различные варианты композитных смесей из муки ЗП и животного жира (ЖЖ); сливочного топленого масла (СТМ); пальмового (ПМ), соевого (МС), подсолнечного (МП) масел; РЖС; образцами сравнения служили жировой продукт ($ЖП_{Р.}$) и $М_{ЗП}$. Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

Расчетно-аналитическим методом определяли содержание жирных кислот и их соотношение в безводных композициях (табл. 1). Анализ данных табл. 1 показал, что композиции, содержащие только твердые жиры (ПМ, ЖЖ, СТМ) и $М_{ЗП}$ (1–3 варианты), отличались повышенным содержанием НЖК и пониженным – ПНЖК. Соотношение ПНЖК ω-6 и ω-3 в смесях со СТМ и ЖЖ, кажущееся, на первый взгляд, допустимым для лечебного питания, на фоне явного дефицита ПНЖК не имеет существенного физиологического значения.

Внесение в тесто жировых продуктов с высоким содержанием ПНЖК, способных под действием липоксигеназы муки образовывать пероксидные соединения, может фортифицировать окисление в тесте сульфгидрильных групп белково-протеиназного комплекса муки и этим улучшать структурно-механические свойства теста. При выборе компонентов РЖС для производства мучных изделий была также учтена целесообразность наличия в жидких жировых продуктах твердой кристаллической фазы, имеющей температуру плавления более высокую, чем температура теста до начала выпечки.

Полная замена твердых жиров жидкими растительными маслами невозможна и из-за седиментации частичек мучной составляющей. В связи с этим от 30,0 до 50,0 % твердых жиров в РЖС заменяли растительными маслами. В результате предложенные композиции характеризовались относительно оптимальными соотношениями НЖК: МНЖК : ПНЖК и омега-6 : омега-3 (4–6 варианты). Причем динамика изменений этих данных по мере увеличения доли $М_{ЗП}$ в композициях свидетельствует о существенной роли последней в оптимизации ЖКС при совместном использовании с жирами и растительными маслами. Варианты 7 и 8 с 60,0 и 70,0 % $М_{ЗП}$ отличались наиболее сбалансированным составом жирных кислот.

С целью максимально возможного сохранения нативных свойств $М_{ЗП}$ при смешивании желательно применять щадящий температурный режим, однако при этом необходимо обеспечить также и достаточную степень микробиологической чистоты. Поэтому при получении РЖС термообработку осуществляли во время перемешивания с нагретым до 70 °С жировым компонентом в течение 10–15 мин. Жировым компонентом при этом служил кулинарный жир.

Исследовали микробиологическую обсемененность исследуемых композиций общепринятыми методами посева на специализированных средах. Образцы хранили в течение 90 суток при температуре (37 ± 2) °С. Ежемесячно проверяли их микробиологическую обсемененность и соответствие требованиям санитарных правил и норм (табл. 2).

Таблица 1 – Соотношение жирных кислот в безводных композициях твердых жиров, масел и $М_{ЗП}$

Table 1 – Ratio of fatty acids in anhydrous compositions of solid fats, oils and wheat germ oil

| № | Массовая доля в смеси, % | | Жирность смеси, % | Соотношение жирных кислот в жировой фазе смеси | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *$Ж_Ж$ + $М_{ЗП}$* | | *СТМ + $М_{ЗП}$* | | *ПМ + $М_{ЗП}$* | | *$Ж_Ж$ (50 %) + МП (25 %) + МС (25 %) + $М_{ЗП}$* | | *СТМ (50 %) + МП (25 %)+ МС (25 %)+$М_{ЗП}$* | | *ПМ (70 %) + МС (30 %) + $М_{ЗП}$* | |
| | | | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
| | $ЖП_{р.}$ | $М_{ЗП}$ | | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 | НЖК: МНЖК:ПНЖК | ω-6: ω-3 |
| 1 | 100 | 0 | 100 | 55:40:5 | 2,8:1 | 62:33:5 | 2,6:1 | 49:40:11 | – | 35:32:33 | 10,2:1 | 39:28:33 | 10,0:1 | 40:34:26 | 8,5:1 |
| 2 | 90 | 10 | 91 | 55:40:5 | 3,0:1 | 62:33:5 | 2,9:1 | 48:40:12 | 156:1 | 35:32:33 | 10,1:1 | 39:28:33 | 9,9:1 | 39:34:27 | 8,5:1 |
| 3 | 80 | 20 | 82 | 54:40:6 | 3,2:1 | 61:33:6 | 3,2:1 | 48:39:13 | 74:1 | 35:31:34 | 10,0:1 | 39:28:33 | 9,9:1 | 39:34:27 | 8,4:1 |
| 4 | 70 | 30 | 73 | 53:39:8 | 3,8:1 | 60:33:7 | 3,4:1 | 47:39:14 | 46:1 | 35:31:34 | 9,9:1 | 38:28:34 | 9,8:1 | 39:33:28 | 8,4:1 |
| 5 | 60 | 40 | 64 | 53:39:8 | 4,2:1 | 59:33:8 | 4,0:1 | 46:39:15 | 32:1 | 34:31:35 | 9,8:1 | 37:28:35 | 9,7:1 | 38:33:29 | 8,4:1 |
| 6 | 50 | 50 | 55 | 51:39:10 | 4,6:1 | 58:32:10 | 4,4:1 | 46:38:16 | 24:1 | 34:31:35 | 9,7:1 | 37:27:36 | 9,6:1 | 38:33:29 | 8,3:1 |
| 7 | 40 | 60 | 46 | 50:38:12 | 5,1:1 | 56:32:12 | 4,9:1 | 45:37:18 | 19:1 | 33:30:37 | 9,5:1 | 36:27:37 | 9,4:1 | 37:32:31 | 8,3:1 |
| 8 | 30 | 70 | 37 | 48:37:15 | 5,6:1 | 54:31:15 | 5,5:1 | 43:36:21 | 15:1 | 32:30:38 | 9,3:1 | 35:27:38 | 9,2:1 | 35:31:33 | 8,2:1 |

Таблица 2 – Изменение состава микробной экосистемы в РЖС в процессе хранения

Table 2 – Changes in microbial ecosystem composition of vegetable fat mixture during storage

| Срок инкубирования, сут | КМАФАнМ, КОЕ/г | | Дрожжи ($\cdot 10^3$), КОЕ/г | | Плесневые грибы ($\cdot 10^2$), КОЕ/г | | Бактерии *E. coli*, КОЕ/г | | Соответствие требованиям СанПиН 0138–03 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1* | 2* | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| *Опыт с 30 % $М_{ЗП}$* | | | | | | | | | | |
| 0 | 157 ± 5,0 | 68 ± 5,6 | – | – | – | – | н/о* | н/о | соотв.* | соотв. |
| 30 | 203 ± 5,6 | 122 ± 5,0 | – | – | – | – | н/о | н/о | соотв. | соотв. |
| 60 | 448 ± 5,2 | 196 ± 5,2 | – | – | 0,2 ± 0,1 | – | – | – | соотв. | соотв. |
| 90 | 646 ± 6,6 | 275 ± 5,3 | 0,4 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 | 0,2 ± 0,1 | – | – | соотв. | соотв. |
| *Опыт с 50 % $М_{ЗП}$* | | | | | | | | | | |
| 0 | 217 ± 5,0 | 102 ± 6,5 | – | – | – | – | н/о | н/о | соотв. * | соотв. |
| 30 | 465 ± 5,6 | 194 ± 6,2 | 0,3 ± 0,1 | – | – | – | н/о | н/о | соотв. | соотв. |
| 60 | 668 ± 5,2 | 242 ± 6,0 | 0,7 ± 0,1 | – | 0,6 ± 0,1 | – | – | – | соотв. | соотв. |
| 90 | 848 ± 6,6 | 350 ± 6,3 | 1,1 ± 0,1 | 0,5 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 | 0,6 ± 0,1 | – | – | не соотв.* | соотв. |
| *Опыт с 70 % $М_{ЗП}$* | | | | | | | | | | |
| 0 | 307 ± 6,2 | 179 ± 7,0 | – | – | – | – | н/о | н/о | соотв.* | соотв. |
| 30 | 517 ± 5,8 | 218 ± 7,5 | 0,4 ± 0,1 | – | – | – | н/о | н/о | соотв. | соотв. |
| 60 | 898 ± 6,5 | 324 ± 7,8 | 0,9 ± 0,1 | – | 0,9 ± 0,1 | – | – | – | соотв. | соотв. |
| 90 | 1082 ± 6,5 | 436 ± 8,1 | 1,5 ± 0,1 | 0,7 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 | 0,8 ± 0,1 | – | – | не соотв.* | соотв. |

**Примечание:* 1 – *образцы, приготовленные без термообработки;* 2 – *образцы, подвергнутые термообработке;* н/о – *не обнаружены;* соотв. – *соответствует санитарным требованиям и нормам;* не соотв. – *не соответствует санитарным требованиям и нормам.*

**Notes: 1 – samples, produced without thermal treatment; 2 – samples, which were subject to thermal treatment; n/d – not detected; comp. – complies with sanitary rules and requirements; n/c – not complies with sanitary rules and requirements*

Следует отметить, что в исследуемых композитах после 60 суток инкубирования на среде Эндо (среда Левина или висмут-сульфитный агар) не обнаружены группы бактерий кишечной палочки, поэтому в дальнейшем посевы не производились. Посевы на среде Сабуро для выявления грибов и дрожжей показали, что во всех термообработанных образцах после 60 суток и в композициях с содержанием $М_{ЗП}$ 30,0 % без термообработки после 30 суток они не обнаружены. Установлено, что в вариантах смесей с 30,0, 50,0 и 70,0 % $М_{ЗП}$, не подвергнутых термообработке, закономерно возрастало начальное количество микроорганизмов, соответственно, 157, 217 и 307 КОЕ/г.

Прирост биомассы микрофлоры за период хранения (90 суток) увеличился в среднем в 3,8 раза, содержание плесневых грибов в вариантах с термообработкой в среднем в 2,3 раза меньше, чем в аналогичных образцах без термообработки. Все варианты с термообработкой в конце испытательного срока хранения имели показатели микробной экосистемы в допустимых пределах.

Предлагаемый способ получения РЖС предусматривает расплавление жировой фракции с внесением муки при постоянном перемешивании. При этом следует учитывать, что при получении композитов с содержанием $М_{ЗП}$ до 30,0 % температура темперирования с безводным жиром должна быть в пределах 40–50 °С, более 30,0 % – до 70 °С. Продолжительность темперирования – 10–15 мин. Допустимый срок хранения – 45 суток.

Предлагаемый способ использования в составе РЖС необезжиренного зародышевого продукта позволит на 100 % использовать масличность данного сырья, уменьшить количество жиров, повысить пищевую ценность и снизить себестоимость конечной продукции. Данные выпечек показали, что дозировка РЖС в количестве 5,0 % к массе муки с содержанием $М_{ЗП}$ до 50,0 % способствует получению изделий требуемого качества. Дальнейшее повышение дозировки смеси приводило к снижению интенсивности газо- и кислотообразования, замедлению процесса созревания мучных полуфабрикатов и, как следствие, получению продукции пониженного объема с недостаточно развитой структурой пористости мякиша.

В вариантах с исследуемыми добавками до 5,0 % к массе муки установлено увеличение значения показателя пористости хлеба относительно образца сравнения в среднем на 1,3–8,4 %, объемного выхода – на 0,8–7,2 %, улучшалась формоудерживающая способность подовых образцов хлеба. При дальнейшем увеличении дозировки РЖС отмечалось снижение значений данных показателей (рис. 1).

Опытные образцы хлеба на 4–6 ч дольше сохраняли признаки свежести. Наблюдалось увеличение набухаемости мякиша хлеба в процессе хранения на 2,5–9,6 % и снижение степени его крошковатости на 1,4–8,5 % по отношению к контролю (рис. 2).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об эффективности использования РЖС с $М_{ЗП}$ в количестве до 5,0 % к рецептурному количеству муки пшеничной сортовой, что способствует рациональному использованию ценного пищевого сырья и улучшению качественных показателей готовой продукции.

Значительный интерес в качестве растительной фракции РЖС представляют зародышевые продукты и других зерновых культур, в частности ржи и кукурузы, а также отруби из риса и мучели проса. По жирнокислотному составу липиды масла, извлекаемые из зародышей зерновых культур, близки к запасным липидам масличных растений. При комплексном использовании этого вида масличного сырья можно получить пищевое растительное масло, кормовой шрот, богатый легкоусвояемыми группами белков и незаменимыми аминокислотами, а также растительные воски.

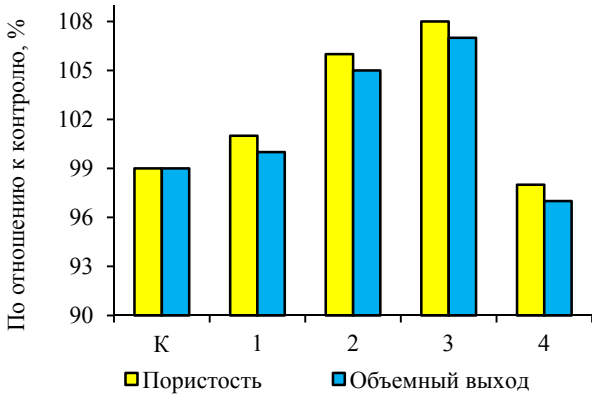


Рисунок 1 – Влияние ЖМС на пористость и объемный выход хлеба из муки пшеничной I сорта по вариантам: *К – без $М_{ЗП}$; 1 – 1,0; 2 – 3,0; 3 – 5,0 и 4–7,0 % ЖМС к массе муки*

Figure 1 – Effect of fat-flour composite mixtures on porosity and volume yield of bread produced from wheat flour of the first grade according to the following variants: K – without wheat germ oil; 1 – 1.0; 2 – 3.0; 3 – 5.0 и 4 – 7.0% fat-flour composite of flour mass

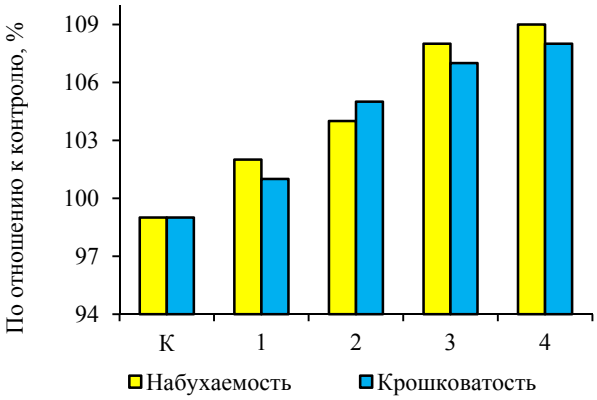


Рисунок 2 – Влияние ЖМС на набухаемость и крошковатость хлеба из муки пшеничной I сорта по вариантам через 48 ч хранения

Figure 2 – Effect of fat-flour composite mixtures on swelling ability and friability of bread produced from wheat flour of the first grade according to the variants after 48-hour storage

Перспективным сырьем являются также псевдозерновые культуры, в частности амарант, или щирица [13]. Суммарный белок семян амаранта на 28,0–35,0 % состоит из незаменимых аминокислот. По содержанию лизина белок амаранта в 2 раза превосходит белок пшеницы. Питательная ценность семян амаранта по лизину достигает 118,0 %, в то время как у большинства злаков этот показатель менее 50,0 %, липидная фракция содержит до 10,0 % сквалена. Кроме этого, амарант богат железом, фосфором, калием, витаминами $B_1$, $B_2$, E, группы D, фосфолипидами, фитостеролами. В составе амарантового масла содержатся: более 70,0 % моно- и полиненасыщенных жирных кислот: линолевая (омега-6), олеиновая (омега-9), линоленовая (омега-3), арахидоновая, пальмитолеиновая кислоты и др., более 9,0 % фосфолипидов (в составе которых по количеству доминирует фосфатидилхолин), сквален (более 8,0 %), около 2,0 % витамина E, фитостеролы (более 2 %), каротиноиды (предшественники витамина A), витамин D, желчные кислоты, различные макро- и микроэлементы (калий, железо, фосфор, кальций, магний, медь и др.). Уникальные целебные свойства амарантового масла в значительной степени определяются присутствием в его составе двух мощных антиоксидантов – сквалена и витамина E, содержащегося в масле амаранта в редкой, особо активной токотриенольной форме. Однако в составе амаранта обнаружены и антипитательные вещества: трипсиновый ингибитор и танины, присутствующие в небольших количествах (0,06 %) и эффективно инактиви-рующиеся при влаготепловой обработке.

Заслуживает внимания также и шрот, получаемый после извлечения масла из подсолнечных семян и характеризующийся высоким содержанием белка (44,0–47,0 %). Главный белок подсолнечных семян гелиантин – это ILS-глобулин, в составе которого много глутаминовой (26,0 % от суммы аминокислот) и аспарагиновой (14,0 %) кислот, а также аргинина (9,7 %). Следует отметить, что получение пищевого подсолнечного белка осложняется присутствием в нем хлорогеновой кислоты и других фенольных соединений, вызывающих потемнение продуктов при тепловой обработке. Содержание фенольных соединений в подсолнечном шроте составляет от 3,0 до 3,5 г на 100 г обезжиренной муки. Из них до 70,0 % составляют хлорогеновая и кофейная кислоты, до 15,0 % – соединения, подобные n-кумариловой, изоферуловой и синапсовой кислотам, а также эфиры оксикоричной кислоты. В белковых изолятах – белках, выделенных из шрота с помощью слабых растворов щелочи, наряду с указанными кислотами содержится неоизохлорогеновая кислота. Под действием полифенолоксидазы муки хлорогеновая кислота превращается в хиноны, образующие темноокрашенные соединения неустановленного состава. Присутствие ингибиторов протеолитических ферментов в шроте отрицательно влияет на переваримость белка в организме животных, вызывая гипертрофию поджелудочной железы, снижение протеолитической активности тонкого кишечника, ухудшение усвоения аминокислот и замедление роста животных. Подсолнечное масло относится к ценным растительным маслам, имеет хорошие органолептические свойства (янтарно-золотистый цвет, насыщенный вкус), хорошо усваивается организмом человека – на 83,0 %. Состоит главным образом из глицеридов олеиновой и линолевой кислот; нерафинированное масло содержит до 1400 мг% фосфолипидов, до 300 мг% стеринов. Подсолнечное масло обладает высокой E-витаминной активностью, содержит в основном альфа-токоферол – до 60 мг%, богато витаминами $B_1$, $B_2$, PP; содержит скополетин – соединение кумаринового ряда, обладающее спазмолитической и гипогликемической активностью. Семена подсолнечника являются богатым источником магния (317 мг%) [14, 15].

Семена кунжута, или сезама, являются наиболее экономичным и ценным сельскохозяйственным сырьем из-за своего уникального химического состава. Они содержат жирное масло (до 60,0 %), в состав которого входят глицериды олеиновой, линолевой, пальмитиновой, стеариновой, арахиновой и лигноцериновой кислот, фитостерин, сезамин, сезамол, сезамолин, самол, а также кальций, фосфор, витамин E, железо, магний и цинк. Установлено, что семена данной культуры содержат (%): влаги – 5,7, белков – 20,0, золы – 3,7, клетчатки – 3,2, жира – 54,0 и углеводов – 13,4. В них содержится (в мг/100 г): много калия (851,35 ± 3,44), фосфора (647,25 ± 3,52), магния (579,53 ± 0,42), кальция (415,38 ± 3,14) и натрия (122,50 ± 4,21). Семена богаты марганцем, медью и кальцием, содержат витамины $B_1$ и E. Также в сезамовых семенах обнаружены фитостеролы, которые блокируют холестерин. В медицине кунжутное масло рассматривается как растительный компонент, способствующий предупреждению развития различных заболеваний, в том числе рака [15, 16].

Отходами при переработке плодов дыни являются семена. Химический состав семян (% в пересчете на СВ): вода – 6,0–6,2; липиды – 25,0–26,5; белок – 22,5–25,5; крахмал и растворимые сахара – 10,0–11,0; пентозаны – до 8,0; целлюлоза – 20,0–21,4; зола – 2,5–3,0. В ядре содержится до 50 % масла, в лузге – 0,5–0,6 %. Масло из семян дыни пищевое, светло-желтого цвета. Жмых и шрот содержат 32–46 % белка, являются ценным кормовым средством [15].

Весьма перспективным представляется использование семян томатов в качестве добавки при производстве продуктов питания. Однако томаты, как и другие представители семейства Пасленовые, характеризуются наличием токсичных алкалоидов. Алкалоиды локализованы преимущественно в кожице плодов (10,0 %). При выработке из плодов томатов сока, соусов, томат-пюре и томат-пасты получают выжимки, представляющие собой смесь семян, кожицы плода и незначительных остатков мякоти. Свежеполученные выжимки содержат большое количество влаги (40,0–45,0 %) и практически нетранспортабельны.

Хранение таких выжимок даже самое непродолжительное время ведет к резкому ухудшению содержащегося в семенах масла. Семена выделяют из выжимок и высушивают до влажности 11,0–12,0 %. Химический состав семян томатов (%): вода – 7,0–8,0, липиды – 25,0–35,0, белок – 25,0–30,0, целлюлоза – 16,0–25,0, зола – 2,4–3,0. Из томатных семян получают масло от светло-желтого до темно-коричневого цвета, иногда с более интенсивной красноватой окраской вследствие высокого содержания каротиноидов. Оно имеет острый перечный запах и содержит 0,8–1,0 % фосфолипидов, 112–150 мг на 100 г токоферолов, до 1,0 % каротиноидов и 0,8–1,88 % других неомыляемых липидов. Масло используют на пищевые и технические цели. Обезжиренные семена идут на корм скоту [15, 17].

Рапсовые жмых и шрот по энергетической ценности (11,3 и 10,4 МДж обменной энергии) не уступают подсолнечным (11,4 и 10,6 МДж соответственно). По содержанию кальция, фосфора, магния, меди и марганца рапсовые жмых и шрот превосходят соевые. Доступность в них кальция составляет 68,0 %, фосфора – 75,0 %, магния – 62,0 %, марганца – 54,0 %, меди – 74,0 %, цинка – 44,0 %. Рапсовый шрот содержит значительное количество холина, ниацина, рибофлавина, фолиевой кислоты и тиамина. Недостатком рапсового масла считается высокое содержание в нем эруковой кислоты: наши ферменты не могут ее утилизировать, и поэтому в организме она накапливается, что может вызывать задержку полового развития у детей. Также эруковая кислота может быть опасна для печени, сердца, скелетных мышц и сосудов, поэтому некоторые сорта рапсового масла в части стран, в том числе и в странах Евросоюза, запрещены для использования в качестве продукта питания [18, 19].

В последние годы сырьевая база расширилась за счет использования вторичного масличного сырья, получаемого на консервных предприятиях, а именно плодовых (фруктовых) косточек абрикоса, персика, сливы, вишни, миндаля и др.

Таким образом, установлено, что перспективным функциональным ингредиентом РЖС для производства мучных изделий является масличное и низкомасличное сырье. При этом по объему производства, биологической ценности, функционально-технологическим свойствам, пищевой безопасности и относительно низкой себестоимости особого внимания заслуживает зародышевый продукт пшеницы, потенциальные возможности которого до настоящего времени недостаточно изучены, особенно при создании растительно-жировых композитных смесей со сбалансированным жирно-кислотным составом целевого назначения. Крупные масштабы современных мукомольно-крупяных производств позволяют концентрировать эти продукты в больших количествах. При надлежащей организации сбора и хранения они представляют собой существенный дополнительный источник натуральных биологически ценных нутриентов.

Следует отметить, что жировые продукты особенно востребованы в хлебопекарной и кондитерской отраслях пищевой промышленности. Вместе с тем пищевая промышленность все более нуждается в обогащенных жировых продуктах твердой консистенции, которые по своим технологическим свойствам были бы пригодны в качестве основного биологически ценного структурирующего компонента маргариновой, хлебопекарной и кондитерской продукции. Использование смесей с прогнозируемым биопотенциалом, обладающих соответствующими функционально-технологическими свойствами и биологической ценностью, сочетающих в себе высокую эффективность, технологичность и безвредность, способно обеспечить требуемое качество продукции и ее повышенную стойкость при хранении. Применение в составе РЖС в качестве растительной составляющей необезжиренного масличного и низкомасличного сырья позволит значительно расширить ассортимент жировых продуктов целевого назначения.

**Список литературы**

1. Мулина, Н. А. Проблемы недостаточного статуса питания и подходы к ее решению / Н. А. Мулина, Н. И. Евстигнеева, Е. А. Юрков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 6. – С. 71–72.

2. Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел : Госуниверситет-УНПК, 2011. – 358 с.

3. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / А. А. Кухаренко [и др.] // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 62–66.

4. Корячкина, С. Я. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Ю. В. Гончаров. – Орел : Госуниверситет-УНПК, 2011. – 265 с.

5. Иоргачева, Е. Г. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба / Е. Г. Иоргачева, Т. Е. Лебеденко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Технология и оборудование пищевых производств. – 2014. – № 12 (68), т. 2. – С. 101–107.

6. Поландова, Р. Д. Приоритеты развития хлебобулочных и макаронных изделий / Р. Д. Поландова, Т. И. Шнейдер // Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 3–4.

7. Особенности растительных масел и их роль в питании / С. Н. Кулакова [и др.] // Масложировая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 16–20.

8. Стабилизация ферментативной активности сырья растительного происхождения с использованием искусственного холода / А. А. Шевцов [и др.] // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 5–9.

9. Махмудов, Р. А. Исследование физико-химических показателей масла из зародышевых хлопьев пшеницы / Р. А. Махмудов, Ю. И. Макиенко, К. Х. Мажидов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 2. – С. 17.

10. Grandel F. Debittering of cereal seed germs. U.S. Patent 2.879.167 / F. Grandel // Chemical abstracts. – 1959. – № 53. – P. 9514.

11. Ведерникова, Е. И. Применение текучего пара при хранении зернопродуктов / Е. И. Ведерникова, Т. В. Сабитова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 1. – С. 12–17.

12. Veldsink, J. W. Selective hydrogenation of sunflower seed oil in a three-phase catalytic membrane reactor / J. W. Veldsink // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2001. – Vol. 78, № 5. – P. 443–446. https://doi.org/10.1007/s11746-001-0283-2.

13. Амарант: химический состав, биохимические свойства и способы переработки / И. А. Абрамов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 6. – С. 44–48.

14. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л. Г. Ипатова [и др.]. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 396 с.

15. Промышленное масличное сырье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/s/Promyshlennoe-maslichnoe-syre.html. – Дата доступа: 12.02.2018.

16. Химический состав кунжута [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://exex.com.ua/ximicheskij-sostav-kunzhuta.htm. – Дата доступа: 12.02.2018.

17. ГОСТ 30623-98. Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/ document/gost-30623-98. – Дата доступа: 12.02.2018.

18. Климантова, Е. В. Витаминизация масложировой продукции / Е. В. Климантова, Т. Э. Некрасова // Масложировая промышленность. – 2000. – № 1. – С. 32–34.

19. Раскрываем секреты, чем полезно рапсовое масло [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.inmoment.ru/beauty/health-body/rape-oil.html. – Дата доступа: 12.02.2018.

**References**

1. Mulina N.A., Yevstigneeva N.I., Yurkov Y.A. Problemy nedostatochnogo statusa pitaniya i podxody k eyo resheniyu [The problem of insufficient nutrition status and approaches to its decision]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 2006, no. 6, pp.71–72.

2. Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya. *Muchnye konditerskie izdeliya funksional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury* [Functional use flour confectionery products. Scientific base, technologies, recipes]. Orel : Gosuniversitet-UNPK Publ., 2011. 358 p.

3. Kukharenko A.A., Bogatyrev A.N., Kotorkiy V.M., et al. Nauchnye printsipy obogasheniya pishevykh produktov mikronutrientami [Scientific principles of food products enrichment with micronutrients]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Processing Industry], 2008, no. 5, pp. 62–66.

4. Koryachkina S.Ya., Berezina N.A., Goncharov Yu.V. *Innovatsionnye tekhnologii khlebobulochnykh, makaronnykh i konditerskikh izdeliy* [Innovative technologies in production of baked goods, confectionery and noodle products]. Orel: Gosuniversitet-UNPK Publ., 2011. 265 p.

5. Iorgacheva E.G., Lebedenko T.E. Potentsial lekarstvennykh, pryano-aromaticheskikh rasteniy v povishenii kachestva pshenichnogo khleba [Potential of medicinal and aromatic plants to increase the quality of wheat bread]. *Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. Tekhnologiya i oborudovanie pishchevykh proizvodstv* [East-European Journal of Enterprise Technologies. Technology and equipment of foodstuffs], 2014, no. 12(68), vol. 2, pp. 101–107.

6. Polandova R.D., Shneyder T.I. Prioritety razvitiya khlebobulochnykh i makaronnykh izdeliy [Priority areas of baked goods and noodle products development]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2000, no. 4, pp. 3–4.

7. Kulakova S.N., Baykov V.G., Bessonov V.V., et al. Osobennosti rastitel'nykh masel i ikh rol' v pitanii [Peculiarities of vegetable oils and their role in nutrition]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil Industry], 2009, no. 3, pp. 16–20.

8. Shevtsov A.A., Alekseeva, T.V., Frolova L.N., et al. Stabilizatsiya fermentativnoy aktivnosti syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya s ispol'zovaniyem iskisstvennogo kholoda [Fermentation activity stabilization of the vegetable raw materials with artificial cold utilization]. *Avtomatizatsiya i sovrimennye tekhnologii* [Automation. Modern technologies], 2009, no. 1, pp. 5–9.

9. Makhmudov R.A., Makienko Yu.I., Madzhidov K.H. Issledovanie fiziko-khimicheskikh pokazateley masla iz zarodyshevykh khlop'ev pshenitsy [Study of physicochemical parameters of oil produced from wheat germ flakes]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 1996, no. 2, pp. 17.

10. Grandel F. Debittering of cereal seed germs. U.S. Patent 2.879.167. *Chemical Abstracts,* 1959, no. 53, p. 9514.

11. Vedernikova E.I., Sabitova T.V. Primenenie tekuchego para pri khranenii zernoproduktov [Using free-flowing steam at grain products storage]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 2010, no. 1, pp. 12–17.

12. Veldsink J.W. Selective hydrogenation of sunflower seed oil in a three-phase catalytic membrane reactor. *Journal of the American Oil Chemists' Society,* 2001, vol. 78, no. 5, pp. 443–446. https://doi.org/10.1007/s11746-001-0283-2.

13. Abramov I.A., Eliseeva N.E., Kolpakova V.V., et al. Amarant: khimicheskiy sostav, biokhimicheskie svoystva i sposoby pererabotki [Amaranth: chemical composition, biochemical properties and processing methods]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 2011, no. 6, pp. 44–48.

14. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., et al. Zhirovyye produkty dlya zdorovogo pitaniya. Sovremennyy vzglyad [Fatty products for healthy diet. Modern view]. Moscow: DeLi print Publ., 2009. 396 p.

15. *Promyshlennoye maslichnoye syr'ye* [Industrial oily raw materials]. Available at: http://www.znaytovar.ru/s/Promyshlennoe-maslichnoe-syre.html]. (accessed 12 February 2018).

16. *Khimicheskiy sostav kunzhuta* [Sesame chemical composition]. Available at: http://exex.com.ua/ximicheskij-sostav-kunzhuta.html. (accessed 12 February 2018).

17. *GOST 30623-98. Masla rastitel'nyye i margarinovaya produktsiya. Metod obnaruzheniya fal'sifikatsii* [State Standard 30623-98. Vegetable oils and margarine products. Method for counterfeit products detection]. Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii [Legal and regulatory technical documentation electronic bank]. Available at: http://docs.cntd.ru/document/gost-30623-98. (accessed 12 February 2018).

18. Klimantova E.V., Nekrasova T.E. *Vitaminizatsiya maslozhirovoy produktsii* [Vitamin enrichment of fat-and-oil products]. *Maslozhirovaya promishlennost'* [Oil and Fat Industry], 2000, no. 1, pp. 32–34.

19. *Raskryvayem sekrety, chem polezno rapsovoye maslo* [Reveal the secrets. Why is rapeseed oil useful?]. Available at: https://www.inmoment.ru/beauty/health-body/rape-oil.html. (accessed 12 February 2018).

**Исабаев Исмаил Бабаджанович**
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры пищевой технологии и промышленной экологии, Бухарский инженерно-технологический институт, 200100, Узбекистан, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15, тел.: +7 (365) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz
https://orcid.org/0000-0003-0884-7284

**Атамуратова Тамара Ивановна**
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры пищевой технологии и промышленной экологии, Бухарский инженерно-технологический институт, 200100, Узбекистан, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15, тел.: +7 (365) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz
https://orcid.org/0000-0002-8653-194X

**Ismail B. Isabayev**
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Food Technology and Industrial Ecology, Bukhara Engineering and Technology Institute, 15, K. Murtazayeva Str., Bukhara, 200100, Uzbekistan, phone: +7 (365) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz
https://orcid.org/0000-0003-0884-7284

**Tamara I. Atamuratova**
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology and Industrial Ecology, Bukhara Engineering and Technology Institute, 15, K. Murtazayeva Str., Bukhara, 200100, Uzbekistan, phone: +7 (365) 223-78-84, e-mail: bmti_info@edu.uz
https://orcid.org/0000-0002-8653-194X