

УДК 664.66

И. М. Русина, И. С. Жебрак

ВЛИЯНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ПШЕНИЧНУЮ МУКУ И КРУПЯНЫЕ ХЛОПЬЯ, НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И СОХРАННОСТЬ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В статье проанализированы показатели качества образцов хлебцев и сахарного печенья на основе многокомпонентных смесей из пшеничной муки первого сорта и овсяных, гречневых или рисовых хлопьев в общем количестве 10 и 20 % от массы муки, но в разных соотношениях. Во введении обоснована перспективность использования многокомпонентных смесей при производстве хлебобулочных изделий, представлен краткий анализ уже имеющихся научных разработок по выбранной теме, приведена классификация многокомпонентных смесей в зависимости от назначения и состава. В основной части работы показаны результаты исследования технологических свойств композитных смесей на основе муки пшеничной первого сорта и овсяных, гречневых или рисовых хлопьев. В эксперименте установлено незначительное снижение влажности многокомпонентных смесей и повышение их титруемой кислотности по сравнению с пшеничной мукой первого сорта, подъемная сила шарика теста улучшалась в присутствии крупяных хлопьев. Проведены выпечки образцов хлебцев и сахарного печенья, представлены результаты изучения показателей качества готовых изделий. У хлебцев на основе многокомпонентных смесей улучшались некоторые органолептические показатели (вкус, аромат, цвет) при сохранении физико-химических параметров в нормируемых пределах (влажность, намокаемость, кислотность). Изделия сахарного печенья на основе композитных смесей также имели хорошие характеристики. Изучено влияние композитных смесей на микробиологическую чистоту готовых изделий после выпечки и через 10 суток хранения. Во всех образцах после выпечки плесневые грибы, дрожжи и бактерии отсутствовали. Содержание микроорганизмов в образцах опытных проб после хранения не превышало предельно допустимого уровня (ПДУ) и значений, полученных для изделий контрольного варианта. Проведенные исследования показали эффективность использования овсяных, гречневых или рисовых хлопьев при производстве хлебцев и сахарного печенья для расширения ассортимента продукции функционального назначения. Область применения результатов исследования – кондитерское и хлебопекарное производство.

Ключевые слова: мучные многокомпонентные смеси, овсяные, гречневые и рисовые хлопья, сахарное печенье, хлебцы, функциональные продукты питания, органолептические показатели, физико-химические и микробиологические показатели.

Введение. Использование многокомпонентных пищевых смесей выступает перспективным направлением хлебопекарной и кондитерской промышленности, так как позволяет вносить широкий ассортимент сырья, производить продукты с заданным составом и требуемыми свойствами [1]. Правильно подобранные компоненты и их соотношение приводит к обогащению изделий веществами, необходимыми для нормального метаболизма, и превращает их в продукцию функционального назначения [2; 3].

Многокомпонентные смеси классифицируют по нескольким признакам. Они применяются для изготовления продуктов общего назначения, изделий диетического, профилактического и функционального питания как в домашней кулинарии, так и для однофазного ускоренного или иного принятого на предприятии способа приготовления теста. Такие смеси могут включать в качестве основного компонента пшеничную и ржаную

Русина Ирина Михайловна, канд. биол. наук, доц., доц. каф. технологии хранения и переработки растительного сырья ГГАУ (Беларусь).

Адрес для корреспонденции: ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно, Беларусь; e-mail: rimih_2010@mail.ru

Жебрак Инна Степановна, канд. биол. наук, ст. преподаватель каф. ботаники ГрГУ им. Янки Купалы (Беларусь).

Адрес для корреспонденции: п-к Доватора, 3/1, 230012, г. Гродно, Беларусь; e-mail: i.zhebrak@grsu.by

муку, зерновые продукты (хлопья, отруби, специально обработанные и цельносмолотые зерна, дробленые семена, пророщенное зерно), а в качестве дополнительных ингредиентов они содержат пищевые и биологически активные добавки [4].

Ранее было исследовано влияние на показатели качества хлеба зерновой многокомпонентной смеси, ингредиентами которой являлись мука пшеничная с различными цельными, цельносмолотыми или дроблеными семенами злаковых и бобовых культур, крупа из пророщенного зерна ржи и пшеницы, пшеничная клейковина и другое дополнительное сырье. У готовых изделий опытных образцов выявлялась более интенсивная окраска и приятный вкус при одновременном повышении их пищевой и энергетической ценности [5].

Смесь ячменной, овсяной, фасоловой и кукурузной муки, а также крупяных и бобовых хлопьев и других ингредиентов предлагали использовать в хлебопечении для улучшения вкуса, повышения не только пищевой ценности, но и водопоглотительной способности [6–8].

Пшеничная хлебопекарная мука первого сорта, цельнозерновая ячменная мука, мука чечевичная цельносмолотая и текстурированная, мука из бурого риса цельносмолотая, мука ржаная хлебопекарная обдирная, сыворотка молочная подсырная сухая, сыворотка молочная деминерализованная сухая входили в состав многокомпонентных смесей для изделий диабетического назначения. Были отмечены хорошие органолептические и физико-химические показатели качества полученной продукции [9].

Научных работ по использованию многокомпонентных смесей, включающих крупяные хлопья, при производстве таких мучных кондитерских изделий, как сахарное печенье и хлебцы, практически не проводилось, в то время как эти ингредиенты в значительной степени способны повысить пищевую ценность данных видов достаточно популярной и доступной широким слоям населения продукции [10–12]. Анализ литературных данных позволил нам обосновать тему и сформулировать цель исследования – изучение влияния смесей из овсяных, гречневых и рисовых хлопьев на качество и сохранность мучных кондитерских изделий.

Материалы и методы исследования. В экспериментальной работе использовалось сырье, соответствующее требованиям технических нормативных правовых актов. Объектом исследования явились многокомпонентные смеси из муки пшеничной первого сорта и овсяных, гречневых или рисовых хлопьев. Исследования проводили по двум направлениям. В первую анализируемую группу при общем количестве хлопьев от массы пшеничной муки 10 % входили три варианта соотношений: 2,5 % овсяных хлопьев и 7,5 % гречневых или рисовых хлопьев; 5 % овсяных хлопьев и 5 % гречневых или рисовых хлопьев; 7,5 % овсяных хлопьев и 2,5 % гречневых или рисовых хлопьев. Смесей второй группы при общем количестве хлопьев 20 % от массы пшеничной муки включали 5 % овсяных хлопьев и 15 % гречневых или рисовых хлопьев; 10 % овсяных хлопьев и 10 % гречневых или рисовых хлопьев; 15 % овсяных хлопьев и 5 % гречневых или рисовых хлопьев.

В работе применялись реагенты производства «Реахим» квалификаций «ХЧ» и «ОСЧ».

Для контроля готовых изделий использовали действующие в Республике Беларусь технические нормативные правовые акты на методы анализа мучных кондитерских изделий, а для анализа сырья – методы, указанные в технических нормативных правовых актах (ТНПА) для каждого его вида. Влажность пшеничной муки определяли по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности» [13], а исследование кислотности проводили по ГОСТ 27493-87 «Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке» [14]. Влажность крупяных хлопьев контролировали по ГОСТ 26312.7-88 «Крупа. Метод определения влажности» [15], титруемую кислотность – по ГОСТ 26312.6-84 «Крупа. Метод определения кислотности по болтушке овсяных хлопьев» [16].

Контрольные и опытные образцы печенья анализировались по органолептическим и физико-химическим свойствам согласно ГОСТ 9404-88 «Метод определения влажности», ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности» [17],

ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости» [18], СТБ 927-2008 «Сладости мучные. Общие технические условия» [19].

Определяли влияние смеси хлопьев на жизнедеятельность дрожжей по подъемной силе шарика теста с помощью ускоренного метода. Для этого замешивали тесто из муки, воды и дрожжей. Шарик теста опускали в теплую воду сразу после замеса, через 30 и 60 мин после брожения теста в термостате при 32 °С [20].

Микробиологические показатели качества печенья (численность бактерий, дрожжей и микроскопических грибов) определяли методом глубинного посева в мясопептонный агар (МПА) и среду Сабуро. Навески измельченного печенья (1 г) помещали в колбы со стерильной водой объемом 100 мл, взбалтывали в течение 10 мин на шейкере, делали несколько разведений. Водные суспензии каждого разведения засеивали по 1 мл в три параллельные чашки и заливали охлажденной питательной средой. После застывания среды чашки переворачивали вверх дном и помещали в термостат на 3–7 дней при температуре 30 °С. На среде Сабуро учитывали численность дрожжей и плесневых грибов, а на среде МПА – численность бактерий [21].

В рецептуру мучных кондитерских изделий входили следующие ингредиенты: мука пшеничная первого сорта М 36-30 (СТБ 1666-2006 «Мука пшеничная. Технические условия»), гречневые, рисовые овсяные хлопья (СТБ 2324-2013 «Хлопья овсяные «Экстра». Технические условия», СТО 57464311-002-2016 «Хлопья зерновые, смеси хлопьев, требующих и не требующих варки»), дрожжи прессованные (ГОСТ 171-2015 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия»), соль (СТБ 1828-2008 «Соль каменная поваренная пищевая. Технические условия»), сахар (ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»), масло сливочное (ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия»), маргарин (ГОСТ 32188-2013 «Маргарины. Технические условия»), сода питьевая (ГОСТ 32802-2014 «Добавки пищевые. Натрия карбонаты. Общие технические условия (с Поправкой)»), вода питьевая (СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»). Композитные смеси должны соответствовать требованиям СТБ 1910-2008 «Зернопродукты. Смеси композитные. Общие технические условия».

Процесс приготовления хлебцев начинался со взвешивания всех рецептурных компонентов. Дрожжи растворяли в воде с половиной сахара и одной третьей частью соли, требуемых по рецептуре, суспензию помещали в термостат на 40 мин при 35 °С для их активации. Затем вносили остальные компоненты (оставшиеся части сахара и соли, многокомпонентные смеси, маргарин) и замешивали тесто до однородной консистенции в течение 5 мин. После замеса тесто помещали для брожения в термостат на 120 мин при 32 °С. Готовое тесто несколько раз раскатывали на подпыленном мукой столе, при этом складывали тесто перед раскатыванием несколько раз пополам, в результате получали пласт толщиной 1–2 мм. Тесто разрезали ножом на прямоугольники 2 × 4 см, укладывали заготовки на листы и накалывали. Выпекали изделия при 210 °С в течение 11 мин [22].

Технология приготовления сахарного печенья после взвешивания ингредиентов включала замес, при этом в первую очередь сливочное масло смешивали с сахаром до однородной массы, затем добавляли яйца, в которых была растворена соль. В полученную массу вносили многокомпонентные смеси, крахмал, соду и вновь перемешивали тесто до однородной консистенции в течение 5 мин. На разделочном столе, подсыпанном мукой, тесто раскатывали скалкой в пласт толщиной 5 мм и с помощью выемки формы делали тестовые заготовки. Заготовки укладывали на подогретые листы и выпекали при температуре 200–250 °С в течение 5–10 мин [22].

Статистическая обработка результатов проводилась с вычислением средних арифметических, ошибок средних арифметических и доверительных интервалов для генеральных средних [23].

Результаты и их обсуждение. На первом этапе экспериментальной работы решались задачи определения показателей качества ингредиентов смеси, их совместимости и возможности использования при производстве сахарного печенья.

По внешнему виду и запаху все компоненты смесей соответствовали нормам ТНПА. Влажность овсяных, гречневых и рисовых хлопьев составляла $11,6 \pm 0,3$; $11,5 \pm 0,3$ и $11,4 \pm 0,3$ %, а титруемая кислотность – $3,7 \pm 0,3$; $3,5 \pm 0,3$ и $3,2 \pm 0,3$ градусов соответственно. Для муки пшеничной первого сорта регистрировалась влажность $13,0 \pm 0,2$ % и титруемая кислотность $3,0 \pm 0,2$ градусов. Таким образом, все компоненты имеют хорошие органолептические свойства и сходные физико-химические характеристики, следовательно, показатели качества смесей будут отличаться незначительно, что впоследствии и было выявлено (таблица 1).

Составленные в вышеуказанных соотношениях смеси анализировались по органолептическим свойствам. Вкус и запах образцов изменялся в зависимости от вида и массовой доли крупных добавок. При общем количестве хлопьев 10 % от массы пшеничной муки не выявлялось существенного изменения этих показателей, а при содержании в смесях 20 % хлопьев ощущался их привкус и запах. Во всех вариантах исследований овсяные, гречневые и рисовые хлопья четко визуализировались.

Таблица 1 – Результаты оценки показателей качества композитных смесей из пшеничной муки первого сорта и овсяных, гречневых или рисовых хлопьев

Показатели	Композитная смесь в общем количестве хлопьев 10 % от массы муки			Композитная смесь в общем количестве хлопьев 20 % от массы муки		
	2,5 + 7,5	5 + 5	7,5 + 2,5	5 + 15	10 + 10	15 + 5
В системе «овсяные и гречневые хлопья»						
Влажность, %	$12,9 \pm 0,3$	$12,8 \pm 0,2$	$12,7 \pm 0,2$	$12,4 \pm 0,3$	$12,7 \pm 0,3$	$12,7 \pm 0,3$
Кислотность, град.	$3,0 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,3$
В системе «овсяные и рисовые хлопья»						
Влажность, %	$12,6 \pm 0,2$	$12,8 \pm 0,3$	$12,6 \pm 0,3$	$12,3 \pm 0,3$	$12,6 \pm 0,3$	$12,8 \pm 0,3$
Кислотность, град.	$3,0 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,3$	$3,0 \pm 0,3$

Согласно полученным данным, титруемая кислотность композитных смесей незначительно повышалась по сравнению с величиной, полученной для контрольного образца (пшеничная мука первого сорта) и варьировала в зависимости от изменения соотношений хлопьев и их общего количества в смеси. Также регистрировалось предполагаемое снижение влажности. Все полученные изменения были недостоверны, следовательно, можно утверждать об отсутствии существенного влияния добавок на изучаемые физико-химические показатели качества.

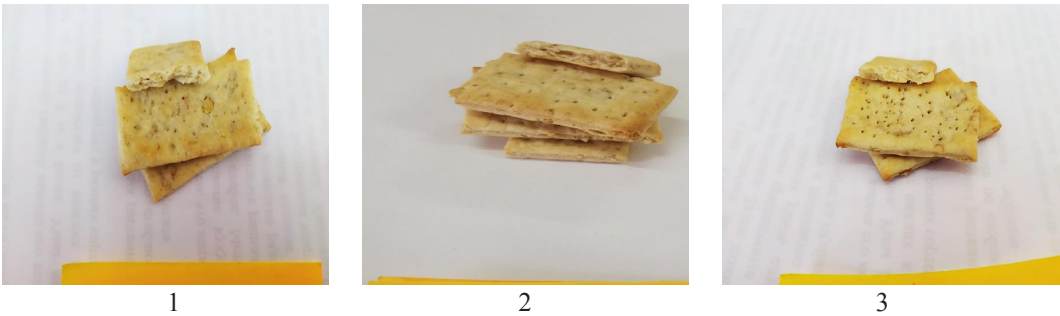
После изучения органолептических и физико-химических свойств композитных смесей определяли влияние крупных хлопьев на подъемную силу шарика теста, поскольку планировалось выпекать изделия с использованием дрожжей как биологических разрыхлителей теста. Время поднятия шарика опытных проб сразу после замеса уменьшилось в 1,05–1,20 раза по отношению к контролю, вероятно, за счет того, что тесто в присутствии хлопьев более пористое и содержит больший объем поглощенного во время замеса воздуха. На последнем периоде брожения при общем содержании хлопьев 10 % в смеси время поднятия шарика теста сократилось в 2,0–2,3 раза, а при содержании добавок 20 % от массы муки – в 1,3–1,8 раза по сравнению с контрольным образцом. Следует отметить, что в вариантах исследований, где преобладающее количество в смеси имели гречневые или рисовые хлопья, тесто поднималось быстрее, так как эти добавки имеют по сравнению с овсяными хлопьями значительное количество легко гидролизующихся фракций белков.

На следующем этапе работы проводились выпечки хлебцев контрольных и опытных изделий (таблица 2, рисунок 1). Контрольные образцы выпекались по традиционной рецептуре с использованием пшеничной муки первого сорта, а опытные изготавливались на основе изучаемых многокомпонентных смесей.

Температура готовых полуфабрикатов опытных и контрольных образцов находилась на уровне $26 \pm 0,5$ °С, а влажность теста составляла 17,0 % для контрольного изделия и 16,8–16,2 % для опытных проб. В структуре теста опытных образцов визуализировались заметные вкрапления хлопьев.

Все варианты готовых хлебцев имели форму прямоугольной плитки, слегка неровную и шероховатую поверхность с незначительной мучнистостью. На изломе прослеживалась хорошая разрыхленность и пропеченность, без признаков подгорелости и непромеса. Изделия контрольных и опытных проб были хрупкие, слегка ломающиеся. Цвет и запах контрольных хлебцев были соответствующие виду продукции. Цвет опытных изделий менялся от золотистого до светло-коричневого в зависимости от вида и количества хлопьев в рецептуре. При разжевывании хлебцев чувствовался характерный привкус круп, а хруст ощущался в меньшей степени в образцах с максимальным содержанием гречневых или рисовых хлопьев.

Наилучшими по внешнему виду и вкусовым качествам в процессе дегустации были выделены варианты хлебцев с добавлением гречневых и овсяных, а также рисовых и овсяных хлопьев по 5 % от массы муки. Изделия, включающие гречневые хлопья, имели наиболее приятный вкус и запах.



Пояснения: 1 – контрольный образец; 2 – 5 % овсяных хлопьев и 5 % гречневых; 3 – 5 % овсяных хлопьев и 5 % рисовых.

Рисунок 1 – Внешний вид образцов хлебцев

Контрольные образцы готовых хлебцев имели среднюю влажность 9,4 %, титруемую кислотность 2,0 градусов и намокаемость 150,4 %. Значения влажности опытных проб были практически на уровне контроля, однако отмечались более высокая намокаемость и титруемая кислотность изделий всех вариантов исследований.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества хлебцев

Показатели	Композитная смесь «мука пшеничная первого сорта и крупяные хлопья в общем количестве 10 % от массы муки»			Композитная смесь «мука пшеничная первого сорта и крупяные хлопья в общем количестве 20 % от массы муки»		
	2,5 + 7,5	5 + 5	7,5 + 2,5	5 + 15	10 + 10	15 + 5
В системе «овсяные и гречневые хлопья»						
Влажность, %	8,7 ± 0,2	8,8 ± 0,4	8,8 ± 0,2	8,6 ± 0,2	8,6 ± 0,2	8,7 ± 0,2
Кислотность, град.	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2
Намокаемость, %	152,9 ± 0,4	152,8 ± 0,4	153,5 ± 0,2	151,8 ± 0,2	151,7 ± 0,6	152,2 ± 0,2
В системе «овсяные и рисовые хлопья»						
Влажность, %	8,9 ± 0,2	8,7 ± 0,2	8,9 ± 0,2	8,6 ± 0,2	8,8 ± 0,2	8,7 ± 0,2
Кислотность, град.	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2
Намокаемость, %	150,3 ± 0,4	152,8 ± 0,4	153,7 ± 0,8	150,9 ± 0,4	151,9 ± 0,6	152,8 ± 0,6

В процессе анализа показателей качества не было выявлено существенных изменений в зависимости от количества и вида той или иной добавки крупяных хлопьев (таблица 2).

Все контролируемые физико-химические показатели контрольных и опытных вариантов изделий были в пределах нормируемых значений.

На следующем этапе экспериментальной работы проводились пробные выпечки сахарного печенья на химическом разрыхлителе (пищевая сода) с последующим изучением показателей качества.

Температура полуфабрикатов контрольных и опытных образцов печенья не отличалась в пределах исследуемых групп и между группами и находилась на уровне $26 \pm 0,5$ °С. Влажность теста сахарного печенья составляла 13,0 % у контрольного образца и 12,5–12,3 % для опытных проб. В структуре теста групп опытных изделий отмечались вкрапления хлопьев, однако по эластичности оно не отличалось от контрольных образцов.

По внешнему виду готовые изделия были привлекательными, на изломе имели равномерную пористость по всему объему без пустот, хорошую пропеченность без следов непромеса и подгорелости, визуализировались вкрапления хлопьев, которые допустимы для изделий из многокомпонентных смесей (рисунок 2). Вкус и цвет контрольного печенья были соответствующие. Цвет опытных вариантов менялся в зависимости от вида и количества добавки, а при разжевывании печенья ощущался характерный приятный привкус круп. При разламывании печенье контрольных и опытных образцов было слегка крошащееся.

В процессе дегустационного анализа было отмечено, что все опытные варианты печенья понравились больше печенья контрольного варианта. Отмечались как наилучшие варианты образцы печенья, включающие 20 % смеси хлопьев, при этом имеющие равное или преобладающее количество гречневых хлопьев в первой исследовательской группе и максимальное количество овсяных хлопьев во второй группе исследований.



Пояснения: 1 – контрольный образец, 2 – 10 % овсяных хлопьев и 10 % гречневых хлопьев; 3 – 15 % овсяных хлопьев и 5 % рисовых хлопьев.

Рисунок 2 – Внешний вид некоторых образцов сахарного печенья

Физико-химические показатели качества печенья контрольного образца были в нормируемых пределах, влажность изделий составила 7,9%, щелочность – 1,4 градусов, а намокаемость – 158,3 %. Физико-химические показатели качества опытных проб отличались от контрольных изделий (таблица 3).

Все регистрируемые значения показателей были в пределах нормируемых величин. Готовые изделия, включающие крупяные хлопья, имели более низкие показатели щелочности и влажности, поскольку кислотность композитных смесей была выше, а влажность ниже пшеничной муки первого сорта. Намокаемость опытных проб также уменьшалась по отношению к контрольному образцу, полученные изменения были достоверны ($p < 0,05$). Было отмечено, что при содержании овсяных хлопьев в преобладающем количестве в смеси этот показатель оказался лучше других вариантов исследований. Можно предположить, что полученное снижение намокаемости связано

со свойствами белков гречихи и риса, имеющих более низкую водопоглотительную способность и высокую растворимость.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества сахарного печенья

Показатели	Композитная смесь «мука пшеничная первого сорта и крупяные хлопья в общем количестве 10 % от массы муки»			Композитная смесь «мука пшеничная первого сорта и крупяные хлопья в общем количестве 20 % от массы муки»		
	2,5 + 7,5	5 + 5	7,5 + 2,5	5 + 15	10 + 10	15 + 5
В системе «овсяные и гречневые хлопья»						
Влажность, %	7,8 ± 0,2	7,9 ± 0,2	7,8 ± 0,3	7,5 ± 0,2	7,6 ± 0,2	7,2 ± 0,2
Щелочность, град.	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,2
Намокаемость, %	150,1 ± 0,6	149,8 ± 0,6	152,3 ± 0,6	150,2 ± 0,4	151,7 ± 0,5	152,2 ± 0,4
В системе «овсяные и рисовые хлопья»						
Влажность, %	7,7 ± 0,2	7,8 ± 0,2	7,7 ± 0,2	6,9 ± 0,2	7,1 ± 0,2	6,3 ± 0,2
Щелочность, град.	1,0 ± 0,6	1,4 ± 0,6	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6	1,4 ± 0,6	1,2 ± 0,6
Намокаемость, %	151,3 ± 0,5	150,6 ± 0,6	152,1 ± 0,4	150,9 ± 0,4	150,4 ± 0,4	151,3 ± 0,4

Сравнивая органолептические свойства хлебцев и сахарного печенья на основе многокомпонентных смесей, необходимо отметить, что хлебцы имели более привлекательный внешний вид, а при разжевывании практически не чувствовался хруст, вносимый добавками. Физико-химические показатели сахарного печенья опытных вариантов также уступали аналогичным характеристикам образцов хлебцев. Вероятно, это связано с особенностями тестоведения и рецептурным составом изделий. Использование воды в рецептуре хлебцев и длительный период брожения приводят к изменению консистенции хлопьев.

Цель следующего этапа экспериментальной работы заключалась в установлении взаимосвязи показателей качества сахарного печенья с микробиологическими показателями после выпечки и в процессе хранения изделий для возможной корректировки рекомендаций по хранению.

Микробиологический посев показал, что во всех образцах сахарного печенья сразу после выпечки микроскопические грибы, дрожжи и бактерии отсутствовали. Впоследствии определялось содержание микроорганизмов в сахарном печенье контрольных и опытных проб после хранения в течение 10 суток в бумажных пакетах при комнатной температуре. Стерильность при хранении не соблюдалась, упаковка была слегка прикрыта, чтобы спровоцировать попадание микроорганизмов из окружающей среды (таблица 4).

Таблица 4 – Количество микроорганизмов в 1 г сахарного печенья после 10 суток хранения

Виды печенья с хлопьями крупяных культур	Количество КОЕ микроорганизмов в 1 г печенья		
	плесень	дрожжи	бактерии
Контроль	$(3,7 \pm 2,3) \times 10$	$(4,0 \pm 0,01) \times 10$	$(2,9 \pm 0,01) \times 10^2$
Гречневые 5 % + овсяные 5 %	$3,3 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,1$	$(1,6 \pm 0,6) \times 10$
Рисовые 5 % + овсяные 5 %	$(1,0 \pm 0,2) \times 10$	$(3,1 \pm 0,4) \times 10$	$(1,9 \pm 0,1) \times 10^2$
Гречневые 5 % + овсяные 15 %	$3,3 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,6$	$(1,6 \pm 1,2) \times 10$
Рисовые 5 % + овсяные 15 %	$(3,3 \pm 0,8) \times 10$	$(1,0 \pm 0,2) \times 10$	$(6,5 \pm 4,0) \times 10$
Гречневые 15 % + овсяные 5 %	$(1,6 \pm 0,2) \times 10$	$4,3 \pm 0,8$	$(6,6 \pm 2,7) \times 10$
Рисовые 15 % + овсяные 5 %	$1,0 \pm 0,08$	$(3,8 \pm 0,4) \times 10$	$(4,1 \pm 0,3) \times 10^2$
Гречневые 10 % + овсяные 10 %	$9,3 \pm 0,6$	$(1,5 \pm 0,2) \times 10$	$(6,6 \pm 3,3) \times 10$
Рисовые 10 % + овсяные 10 %	$(3,6 \pm 0,3) \times 10$	$(2,3 \pm 1,2) \times 10$	$(2,4 \pm 0,1) \times 10^2$
Гречневые 2,5 % + овсяные 7,5 %	$(1,9 \pm 0,2) \times 10$	$3,3 \pm 0,8$	$(3,3 \pm 0,3) \times 10$
Рисовые 2,5 % + овсяные 7,5 %	$(1,3 \pm 0,6) \times 10$	$(3,0 \pm 0,8) \times 10$	$(3,3 \pm 2,4) \times 10$
Гречневые 7,5 % + овсяные 2,5 %	$3,3 \pm 0,3$	$5,6 \pm 0,8$	$(3,3 \pm 0,3) \times 10^2$
Рисовые 7,5 % + овсяные 2,5 %	$(3,0 \pm 1,5) \times 10$	$(1,0 \pm 0,01) \times 10$	$(1,1 \pm 0,01) \times 10^2$

Содержание микроорганизмов в печенье с различными композитами на 10-е сутки после его выпечки составляло: плесневые грибы 1–37 КОЕ/г; дрожжи 1–40 КОЕ/г; бактерий 16–410 КОЕ/г. В целом отмечали меньшее содержание микроорганизмов в печенье с гречневыми хлопьями. Количество плесневых грибов и дрожжей в исследуемых печенях не превышало ПДУ (ПДУ_{плесень} = 5·10 КОЕ/г). Численность бактерий также не превышала ПДУ (ПДУ_{бактерии} = 1·10³ КОЕ/г). Допустимые значения микроорганизмов сравнивали с требованиями СанПиН 52-2009.

В контрольных вариантах обсемененность микроорганизмами в процессе хранения печеня не была ниже, чем у опытных проб. Добавление композитных смесей при выпечке печеня не снижало микробиологическую чистоту готовых изделий при хранении в наиболее часто применимых потребителями условиях, следовательно, обычно рекомендуемые условия и срок хранения изделий на основе многокомпонентных смесей не следует корректировать.

Заключение. Проанализировав результаты экспериментов, можно отметить положительное влияние многокомпонентных смесей на основе пшеничной муки первого сорта и овсяных, гречневых или рисовых хлопьев на органолептические показатели качества готовых мучных кондитерских изделий, произведенных как на дрожжах, так и на химических разрыхлителях при сохранении физико-химических показателей качества в нормируемых пределах. В присутствии композитных смесей улучшался такой показатель, как подъемная сила шарика теста, а влажность и кислотность смесей практически не изменялось по сравнению с пшеничной мукой первого сорта. В ходе дегустационных оценок признаны наилучшими готовые изделия хлебцев, содержащие по 5 % гречневых или рисовых и овсяных хлопьев, и сахарного печеня, включающие по 10 % овсяных и гречневых хлопьев и 5 % овсяных и 15 % гречневых хлопьев, а также 5 % рисовых и 15 % овсяных хлопьев. Ощутимых различий по физико-химическим показателям качества мучных изделий между вариантами опытных образцов при использовании различных композиций крупяных хлопьев и в разных соотношениях не было выявлено. Добавление композитных смесей при выпечке печеня не снижало микробиологические показатели качества готовых изделий при хранении в обычных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васюкова, А. Т. Технология приготовления сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Т. Васюкова // Студенческая библиотека онлайн. – 2013–2020. – Режим доступа : https://studbooks.net/1934354/tovarovvedenie/tehnologiya_prigotovleniya_slozhnyh_hlebobulochnyh_muchnyh_konditerskih_izdeliy. – Дата доступа : 28.10.2019.
2. Никберг, И. И. Функциональные продукты в структуре современного питания / И. И. Никберг // Международный эндокринологический журнал. – 2011. – № 6 (38). – С. 64–69.
3. Покровский, Н. В. Особенности и перспективы рынка кондитерских и хлебобулочных изделий / Н. В. Покровский // Научные исследования в области управления и оценки качества товаров и услуг: полиаспектный подход / отв. ред. Н. А. Батуриной. – Орёл : Изд-во ОрёлГУЭТ, 2017. – С. 5–17.
4. Стабровская, О. Классификация многокомпонентных смесей для хлебобулочных изделий / О. Стабровская, О. Короткова // Хлебопродукты. – 2009. – № 8. – С. 48–49.
5. Головачева, О. В. Комплекс зерен злаковых культур как основное сырье для обогащения хлеба нутриентами / О. В. Головачева // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т. 1, № 6 (7). – С. 52–60.
6. Колмаков, Ю. В. Мучные кондитерские изделия повышенной белковости / Ю. В. Колмаков, Л. А. Зелова, И. В. Пахотина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 45–47.
7. Зайцева, Т. А. Использование крупяных и бобовых хлопьев в хлебопечении / Т. А. Зайцева, М. П. Могильный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 1 (313). – С. 33–36.
8. Алехина, Н. Н. Ассортимент многокомпонентных смесей для производства хлеба / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарёва, Н. А. Головина // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., Воронеж, 28 марта 2019 г. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; редкол.: Л. А. Лобосова (науч. ред.) [и др.]. – Воронеж : ВГУИТ, 2019. – С. 18–23.
9. Невская, Е. В. Разработка хлебопекарных композитных смесей для здорового питания / Е. В. Невская [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – № 49. – С. 531–544.
10. Дробот, В. И. Использование овсяных хлопьев в хлебопечении / В. И. Дробот, Л. А. Михоник, А. Б. Семенова // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн.

конф., Могилёв, 27–28 апр. 2011 г. : в 2 ч. / Могилёв. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилёв : МГУП, 2011. – Ч. 1. – С. 151.

11. *Зенкова, А. Н.* Овсяные крупа и хлопья – продукты повышенной пищевой ценности / А. Н. Зенкова, И. А. Панкратьев, О. В. Политуха // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 11. – С. 60–62.

12. *Захарова, А. С.* Разработка рецептуры хлебобулочных изделий с использованием крупных культур / А. С. Захарова, Л. А. Козубаева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2007. – № 3. – С. 68–69.

13. Мука и отруби. Метод определения влажности : ГОСТ 9004-88. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 5 с.

14. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке : ГОСТ 27493-87. – М. : Стандартинформ, 2007. – 4 с.

15. Крупа. Метод определения влажности: ГОСТ 26312.7–88. – М.: Стандартинформ, 2010. – 5 с.

16. Крупа. Метод определения кислотности по болтушке овсяных хлопьев : ГОСТ 26312.6-84. – М. : Стандартинформ, 2010. – 4 с.

17. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности : ГОСТ 5898-87. – М. : Стандартинформ, 2012. – 9 с.

18. Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости : ГОСТ 10114-80. – М. : Стандартинформ, 2012. – 2 с.

19. Сладости мучные. Общие технические условия : СТБ 927-2008. – М. : Госстандарт, 2011. – 15 с.

20. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия : ГОСТ 171-81. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2008. – 10 с.

21. Практикум по микробиологии : учеб. пособие / под ред. Н. С. Егорова. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 1976. – 307 с.

22. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (Технология хлебобулочных изделий. Технология кондитерских изделий) / под ред. Л. П. Пашенко. – М. : КолосС, 2006. – 215 с.

23. *Боровиков, В. П.* Популярное введение в программу STATISTICA / В. П. Боровиков. – М. : КомпьютерПресс, 1998. – 267 с.

Поступила в редакцию 14.07.2020.

“Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 6. Engineering Science”

Vol. 10, No. 2, 2020, pp. 82–91

© Yanka Kupala State University of Grodno, 2020

Influence of multicomponent mixtures, including wheat flour and cereal flakes, on quality indicators and preservation of flour confectionery

I. M. Rusina¹, I. S. Zhebrak²

¹ *Grodno State Agrarian University (Belarus)*

Tereshkovoi St., 28, 230008, Grodno, Belarus; e-mail: rimih_2010@mail.ru

² *Yanka Kupala State University of Grodno (Belarus)*

Dovatora Lane, 3/1, 230012, Grodno, Belarus; e-mail: i.zhebrak@grsu.by

Abstract. The article analyzes the quality indicators of crispbread samples and sugar cookies based on multicomponent mixtures of wheat flour of the first grade with oat, buckwheat or rice flakes in a total amount of 10 and 20 % by flour weight, but in different ratios. The introduction substantiates the prospect of using multicomponent mixtures in the production of bakery products, provides a brief analysis of existing scientific developments on a selected topic as well as a classification of multicomponent mixtures depending on the purpose and composition. The main part of the work shows the results of a study of the technological properties of composite mixtures based on wheat flour of the first grade with oat, buckwheat or rice flakes. The experiment showed a slight decrease in the moisture content of the multicomponent mixtures and an increase in their titrated acidity as compared to wheat flour of the first grade; the lifting force of the dough ball was improved in the presence of cereal flakes. Samples of crispbread and sugar cookies were baked and the results of studying the quality indicators of finished products are presented. In crispbreadbased on multicomponent mixtures, some organoleptic indicators (taste, aroma, color) were improved while maintaining physical and chemical parameters in the normalized range (humidity, wetness, acidity). Sugar cookies based on composite mixtures also had good characteristics. The effect of composite mixtures on the microbiological purity of finished products after baking and after 10 days of storage was studied. After baking, microscopic fungi, yeast, and bacteria were absent in all samples. The content of microorganisms in the experimental samples after storage did not exceed the maximum permissible concentration and the values obtained for the control sample. Our studies have shown the effectiveness of using oat, buckwheat or rice cereal in the production of crispbread and sugar cookies to expand the range of functional products. The scope of the research results is confectionery and baking.

Keywords: flour multicomponent mixtures, oat, buckwheat and rice flakes, sugar cookies, crispbread, functional foods, organoleptic characteristics, physical and chemical and microbiological indicators.

References

1. Vasiukova A.T. Technology for the preparation of complex bakery, flour confectionery [*Tekhnologiya prigotovleniia slozhnykh khlebobulochnykh, muchnykh konditerskikh izdelii : ucheb. posobie*]. Student library online, 2013-2020 [Electronic resource].
2. Nickberg I. I. Functional products in the structure of modern nutrition [*Funktsional'nye produkty v strukture sovremennogo pitaniia*]. *International Endocrinological Journal*, 2011, No. 6 (38), pp. 64-69.
3. Pokrovski N. V. Features and prospects of the market of confectionery and bakery products [*Osobennosti i perspektivy rynka konditerskikh i khlebobulochnykh izdelii*]. Scientific research in the field of management and evaluation of the quality of goods and services: a multi-aspect approach [*Nauchnye issledovaniia v oblasti upravleniia i otsenki kachestva tovarov i uslug: poliaspektnyi podkhod*]; ex. Ed. N. A. Baturina. Orel, 2017, pp. 5-17.
4. Stabrovskaya O., Korotkova O. Classification of multicomponent mixtures for bakery products [*Klassifikatsiia mnogokomponentnykh smesei dlia khlebobulochnykh izdelii*]. *Bread products*, 2009, No. 8, pp. 48-49.
5. Golovacheva O. V. The complex of cereal grains as the main raw material for the enrichment of bread with nutrients [*Kompleks zeren zlakovykh kul'tur kak osnovnoe syr'e dlia obogashcheniia khleba nutrientami*]. *Bulletin of the NIIEI*, 2011, vol. 1, No. 6 (7), pp. 52-60.
6. Kolmakov Yu. V., Zelova L. A., Pakhotina I. V. Flour confectionery products of high protein content [*Muchnye konditerskie izdeliia povyshennoi belkovosti*]. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2015, No. 4, pp. 45-47.
7. Zaitseva T. A., Mogilny M. P. The use of cereals and legumes in bakery [*Ispol'zovanie krupianyykh i bobovykh khlop'ev v khlebopechenii*]. *Izvestia VUZov. Food technology*, 2010, No. 1 (313), pp. 33-36.
8. Alekhina N. N., Ponomareva E. I., Golovina N. A. The range of multicomponent mixtures for the production of bread [*Assortiment mnogokomponentnykh smesei dlia proizvodstva khleba*]. *New in the technology and technology of functional food products based on biomedical views : collection of articles of the Int. scientific and technical conf.*, Voronezh, March 28, 2019; ed. board: L. A. Lobosova (scient. Ed.) [et al.]. Voronezh, 2019, pp. 18-23.
9. Nevskaya E. V. [et al.]. Development of baking composite mixtures for a healthy diet [*Razrabotka khlebopekarnykh kompozitnykh smesei dlia zdorovogo pitaniia*]. *Technique and technology of food production*, 2019, No. 49, pp. 531-544.
10. Drobot V. I., Mikhonik L. A., Semenova A. B. The use of oatmeal in baking [*Ispol'zovanie ovsianyykh khlop'ev v khlebopechenii*]. *Technique and technology of food production : theses of reports of the 8th Int. scientific and technical conf.*, Mogilev, Apr. 27-28, 2011 : in 2 parts; ed. board: A. V. Akulich (ex. Ed.) [et al.]. Mogilev, 2011, part 1, p. 151.
11. Zenkova A. N., Pankratiev I. A., Polyutkha O. V. Oat groats and cereals-products of high nutritional value [*Ovsianye krupa i khlop'ia - produkty povyshennoi pishchevoi tsennosti*]. *Bread products*, 2012, No. 11, pp. 60-62.
12. Zakharova A. S., Kozubaeva L. A. Development of the formulation of bakery products using cereal crops [*Razrabotka retseptury khlebobulochnykh izdelii s ispol'zovaniem krupianyykh kul'tur*]. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 2007, No. 3, pp. 68-69.
13. Flour and bran. Moisture determination method [*Muka i otrubi. Metod opredeleniia vlazhnosti*] : GOST 9004-88. Moscow, 2001, 5 p.
14. Flour and bran. Method for determining acidity by a talker [*Muka i otrubi. Metod opredeleniia kislotnosti po boltushke*] : GOST 27493-87. Moscow, 2007, 4 p.
15. Groats. Moisture determination method [*Krupa. Metod opredeleniia vlazhnosti*] : GOST 26312.7-88. Moscow, 2010, 5 p.
16. Groats. Method for determining acidity by oatmeal talker [*Krupa. Metod opredeleniia kislotnosti po boltushke ovsianyykh khlop'ev*] : GOST 26312.6-84. Moscow, 2010, 4 p.
17. Confectionery. Methods for determining acidity and alkalinity [*Izdeliia konditerskie. Metody opredeleniia kislotnosti i shchelocnosti*] : GOST 5898-87. Moscow, 2012, 9 p.
18. Flour confectionery. Method for determining wetness [*Izdeliia konditerskie muchnye. Metod opredeleniia namokaemosti*] : GOST 10114-80. Moscow, 2012, 2 p.
19. Flour sweets. General specifications [*Sladosti muchnye. Obshchie tekhnicheskie usloviia*] : STB 927-2008. Moscow, 2011, 15 p.
20. Pressed baker's yeast. Specifications [*Drozhzhi khlebopekarnye pressovannye. Tekhnicheskie usloviia*] : GOST 171-81. Moscow, 2008, 10 p.
21. Workshop on microbiology [*Praktikum po mikrobiologii : ucheb. posobie*]; Ed. by N. S. Egorov. Moscow, 1976, 307 p.
22. Workshop on the technology of bread, pastry and pasta (Technology of bakery products. Technology of confectionery) [*Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdelii (Tekhnologiya khlebobulochnykh izdelii. Tekhnologiya konditerskikh izdelii)*]; Ed. by L. P. Pashchenko. Moscow, 2006, 215 p.
23. Borovikov V. P. A popular introduction to the STATISTICA program [*Populiarnoe vvedenie v programmu STATISTICA*]. Moscow, 1998, 267 p.