УДК 664.654

И. М. Русина, И. М. Колесник

ПОРОШОК ТОМАТОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ АКТИВАЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕКЕРОВ

В статье проанализированы показатели качества образцов крекера, произведенных в лабораторном эксперименте на основе мучных композитных смесей, включающих пшеничную муку первого и второго сортов и порошок крупноплодных томатов в дозировках 1, 3, 5, 7 % от массы муки при разных условиях активации дрожжей. Во введении обоснована необходимость включения в рецептуру хлебобулочных изделий вторичных ресурсов производства и переработки плодоовощной продукции как в отношении разработки изделий функционального назначения, так и для оптимизации тестоведения и повышения качества готовых продуктов. Приведена характеристика свойств порошка томатов как источника микронутриентов, пищевых волокон и антиоксидантов, являющихся физиологически активными функциональными ингредиентами. В основной части работы показаны результаты исследования технологических свойств композитных смесей на основе муки пшеничной первого и второго сортов и порошка крупноплодных томатов в количестве 1, 3, 5, 7 % от массы муки; доказано положительное влияние изучаемого овощного порошка на подъемную силу дрожжей и расплываемость шарика теста Проведены выпечки образцов и представлены результаты изучения органолептических и физико-химических показателей готовых изделий крекера на основе композитных смесей. Изучена возможность предварительной активации хлебопекарных дрожжей суспензией порошка из томатов, осуществлены выпечки мучных изделий при сокращенном времени тестоведения за счет активации дрожжевой суспензии порошком томатов. В эксперименте установлено незначительное понижение массы сырой клейковины и ее расслабление у образцов композитных смесей по сравнению с контролем. Выявлено положительное влияние порошка томатов на газообразующую активность дрожжей. При пробных выпечках у готовых изделий с включением овощного порошка улучшались некоторые органолептические показатели (вкус, аромат, цвет) при сохранении физико-химических параметров в нормируемых пределах (влажность, намокаемость, кислотность). Проведенные исследования показали эффективность использования порошка томатов при производстве крекера функционального назначения, что позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции, использовать вторичные продукты переработки овощей и сократить период тестоведения. В заключении обобщены полученные результаты, которые могут быть применены в кондитерском и хлебопекарном производстве.

Ключевые слова: мучные композитные смеси, порошок томатов, крекер, активация дрожжей, физико-химические показатели, функциональное питание, технологические свойства.

Введение. В Республике Беларусь динамично развивается производство мучных кондитерских изделий. В период с 2017 по 2020 г. предусматривается развитие нескольких направлений, в том числе и расширение выпуска продукции функционального назначения [1]. В этой связи использование продуктов переработки овощей и плодов не только является перспективным способом обогащения готовых мучных изделий пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами, но и одновременно позволяет повысить выход готовой продукции при снижении ее энергетической ценности. Способность овощей, плодов и их порошков повышать усвояемость белков, жиров и углеводов делает их ценными функциональными ингредиентами. Кроме того, отмечается положительное воздействие плодоовощных добавок на структуру мучного теста за счет образования в пищевой системе белково-полисахаридных комплексов. Твердая фаза овощных порошков, состоящая из волокнистых структур полисахаридов, способствует повышению формоудерживающей способности выпеченных изделий. Причем эффективность воздействия таких добавок на структуру теста и готовой продукции повышается при увеличении степени измельчения овощей [2].

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

Колесник Ирина Михайловна, ст. преподаватель каф. экологии ГрГУ им. Янки Купалы (Беларусь).
Адрес для корреспонденции: п-к Доватора, 3/1, 230012, г. Гродно, Беларусь; e-mail: i.kolesnik@grsu.by

© Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Янкі Купалы, 2020

Анализ литературных данных, представленных зарубежными авторами, показал широкие возможности использования овощных добавок с целью интенсификации производства изделий и повышения качества готовой продукции [3]. Был установлен укрепляющий эффект овощей в отношении структуры дрожжевого теста и выявлена перспективность замены части яичного белка в мучных кондитерских изделиях порошками свеклы, моркови и других видов овощей без ухудшения качества. Актуальным является применение пищевых волокон и биологически активных веществ плодоовощных порошков из выжимок от производства соков прямого отжима при изготовлении мучных кондитерских изделий с целью повышения их биологической ценности и расширения ассортимента функциональных продуктов [2–5]. Ранее была обоснована перспективность использования продуктов переработки плодов и овощей для разработки добавок, обладающих радиопротекторными свойствами за счет наличия в них меланинов [2], а в процессе поиска новых антиатеросклеротических средств ученые пришли к выводу, что такие добавки можно рассматривать как активные ингредиенты направленного питания [3]. Популяризации использования овощей и продуктов их переработки при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий содействовали научные труды многих авторов, и научно-исследовательские работы по этому направлению не теряют своей актуальности и в настоящее время [6–9].

Выбор нами порошка томатов в качестве функционального ингредиента для производства крекеров обусловлен рядом причин. Проектирование на базе сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий нашей республики технологических линий по получению пищевых порошков из овощного сырья и вторичных продуктов сокового производства в перспективе позволит решить задачу создания безотходных пищевых производств, так как вторичные ресурсы, образующиеся в процессе переработки томатов, являются ценным сырьем для производства пищевых добавок.

Томаты имеют уникальный химический состав, который незначительно изменяется в зависимости от сорта, места произрастания плодов и технологии их возделывания. Они включают макронутриенты в легко доступной форме, в среднем 16,5 г пищевых волокон. Белковые вещества томатов содержат все незаменимые аминокислоты, большое количество глицина, пролина, серина и др. В состав жиров входят омега-3 и омега-6 жирные кислоты. В значительных количествах в овощах регистрируются соединения калия, кальция, магния, натрия, фосфора, железа, марганца, а также меди, селена и цинка. Томаты являются поливитаминными плодами, так как включают практически все витамины группы В, витамины С, А, Е, К и каротиноиды. Среди последних соединений большое количество приходится на ликопин, обусловливающий не только привлекательный красный цвет томатного порошка, но и мощные антиоксидантные свойства. Содержание пищевых кислот в среднем в томатах составляет 0,5 %, а пищевых волокон – 0,8 %, на пектиновые вещества приходится 0,3 %. Надо отметить, что по содержанию витамина Е, никотиновой и пантотеновой кислот эти объекты являются лидерами среди овощных добавок, а повышенное содержание пектиновых веществ в томатах способствует снижению холестерина в крови [10]. Плоды являются хорошими антидепрессантами, а благодаря наличию значительного количества серотонина регулируют работу нервной системы. Кроме того, томаты обладают антибактериальным и противовоспалительным действием [11]. Томатный порошок также включает все вышеназванные соединения, является превосходным ароматизатором и натуральным красителем. Он наделяет изделия кисловатым привкусом, ярко выраженным томатным запахом и огненным цветом. Его используют для приготовления первых и вторых блюд, соусов, салатов, маринадов, пассировок, пиццы, закусок. Прекрасная комбинация получается с мясом, овощами, зеленью (укроп, петрушка, базилик), сметаной и бобами. Нередко используют его и в качестве декора готовых блюд. На основе томатного порошка можно производить оригинальные пряные смеси [12–14].

Целью представленной экспериментальной работы явилось совершенствование рецептуры и технологии производства крекеров путем внесения суспензии порошка из томатов для предварительной активации дрожжей.

Материалы и методы исследования. В данной работе использовалось сырье, соответствующее требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА). Объектом исследования явились композитные смеси из муки пшеничной первого и второго сортов с добавлением порошка из томатов в дозировках 1, 3, 5, 7 % от массы пшеничной муки, полуфабрикаты и готовые изделия крекера на основе композитных смесей.

Для контроля готовых изделий использовали предусмотренные ТНПА методы анализа мучных кондитерских изделий, а для анализа сырья – методы, предусмотренные ТНПА для каждого его вида. Определение влажности композитной смеси проводили по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности». Количество и качество сырой клейковины композитной смеси определяли по ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». Исследование кислотности композитной смеси проводили по ГОСТ 27493-87 «Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке» [15]. Активную кислотность (pH) регистрировали с помощью прибора pH-метр [16]. Определение органолептических показателей качества порошка из томатов проводили по ГОСТ 34130-2017 «Фрукты и овощи сушеные. Методы испытаний» [17].

Интенсивность брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами в составленных нами композитных смесях, изучали стандартным методом в колбах с затвором Мейссля при 30 °С [18]. Использовали дрожжи по рецептуре, воду и исследуемые количества томатного порошка. Суспензии готовили в стеклянных колбах одинакового размера, которые плотно закрывали резиновой пробкой с отводящей стеклянной трубкой, погруженной противоположным концом в другую колбу с находящейся в ней серной кислотой. Затем колбы с суспензией взвешивали и помещали в термостат на 15 и 30 мин. Далее в суспензии вносили пшеничную муку первого и второго сортов и снова ставили в термостат на 60, 90 и 150 мин. По истечении каждого промежутка времени, а также после проведения манипуляций с внесением муки проводили повторные взвешивания.

Подъемную силу дрожжей (ускоренный метод) определяли по ГОСТ 171-2015 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия» [19], а определение силы муки по расплываемости шарика теста – по методу Л. Я. Ауэрмана [20].

Контрольные и опытные образцы крекеров анализировали по органолептическим и физико-химическим свойствам по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей», ГОСТ 9404-88 «Метод определения влажности муки», ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости» [15].

Определение содержания общего азота проводили по методу Кьельдаля [21], количество жира в готовых изделиях фиксировали по ГОСТ 31902-2012 [22], количество фосфора оценивали по ГОСТ 30615-99 [23], содержание кальция фиксировали методом пламенной фотометрии [24], а сахара – по ГОСТ 5903-89 [25].

Статистическую обработку результатов проводили с вычислением средних арифметических, ошибок средних арифметических и доверительных интервалов для генеральных средних, коэффициентов корреляции Спирмана [26].

Томатный порошок получали путем измельчения крупноплодных томатов и их сушки в сушильном шкафу при температуре 90 ºС с последующим измельчением с помощью лабораторной мельницы (ЛМЦ-1) и просеиванием через сито для первого и второго сортов муки № 30.

Композитные смеси составляли на основе пшеничной муки первого и второго сортов с внесением томатного порошка в количестве 1, 3, 5, 7 % от массы муки. В качестве контроля использовали: по одной группе экспериментов – муку пшеничную

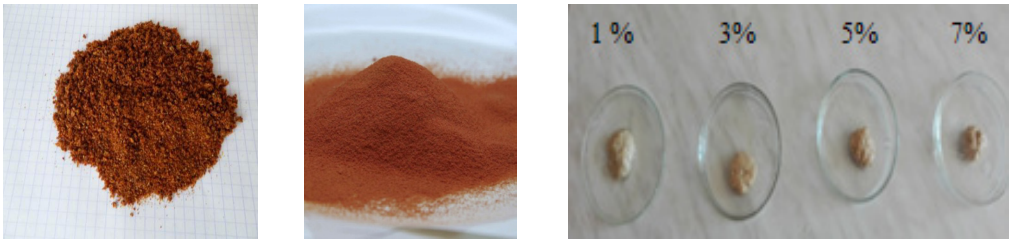
первого сортов (в случае составления композитных смесей из муки первого сорта и порошка томатов), по второй группе экспериментов – муку пшеничную второго сорта. Полученные данные сравнивали в пределах одной группы композитной смеси и между группами, содержащими разные сорта муки. Аналогичным образом сопоставляли результаты анализа образцов выпеченных крекеров при включении в пищевую систему пшеничной муки первого и второго сортов.

Активацию дрожжей проводили двумя способами: стандартным и ускоренным методами. При первом способе дрожжи активировали в теплой воде с добавлением соли в термостате при температуре 35 ºС в течение 40 мин. Затем добавляли композитные смеси и для контрольных вариантов муку первого и второго сортов, затем маргарин. По второму способу дрожжи активировали в теплой воде с добавлением соли и томатного порошка в термостате в течение 20 мин при температуре 35 ºС с последующим добавлением муки и маргарина.

В рецептуру изделий входили следующие ингредиенты: мука пшеничная первого (М 36-30) и второго (М 12-25) сортов, маргарин столовый, соль каменная поваренная пищевая, дрожжи хлебопекарные прессованные (промышленного производства, приобретены в торговой сети г. Гродно); а также томатный порошок собственного изготовления (в опытных системах) и вода питьевая водопроводная.

Результаты и их обсуждение. Томатный порошок по органолептическим показателям представлял собой тонкодисперсный образец, хорошо суспензируемый в воде, обладающий бурым цветом, кисловатым вкусом и запахом, свойственным томатам. По физико-химическим показателям качества влажность томатного порошка составила 13 %, а активная кислотность (pH) – 4,05, что указывает на сохранение реакционной способности соединений. В свою очередь, это может оказать влияние на жизнедеятельность дрожжей и состояние биополимеров пищевой системы.

Показатели качества композитных смесей, включающих разные дозировки томатного порошка на основе пшеничной муки первого и второго сортов, оценивались в сравнении с контрольными образцами. Также была проведена оценка состояния и свойств клейковинного комплекса всех образцов. Полученные композитные смеси были достаточно однородны по внешнему виду. С повышением количества порошка в смеси усиливался приятный кисловатый привкус и аромат томатов, а также кремово-розовый оттенок смесей переходил в более выраженные красные тона. Отмытая сырая клейковина с увеличением дозировки в композитной смеси томатного порошка приобретала бежево-розовый цвет (рисунок 1).



а б в

Рисунок 1 – Внешний вид томатного порошка до (а) и после (б) просеивания, а также клейковины композитных смесей (в), состоящих из пшеничной муки первого сорта и томатного порошка

При исследовании показателей качества композитных смесей на основе пшеничной муки первого сорта было выявлено, что влажность образцов при увеличении дозировки порошка в смеси повышалась с 11,5 до 12,6 %, титруемая кислотность повышалась с 2,9 до 3,8 градусов. Массовая доля отмытой сырой клейковины снизилась с 29,9 до 17,8 %, а ее упругость по значениям ИДК составила 60,6–81,1 усл. ед. Растяжи-

мость сырой клейковины композитных смесей незначительно повышалась с 15,5 до 17,2 см, а для контрольного варианта составляла 15,0 см. Показатели качества композитных смесей, включающих пшеничную муку второго сорта, были в пределах нормируемых значений. Влажность композитных смесей при увеличении количества порошка томатов в смеси также повышалась с 12,0 до 12,5 %, титруемая кислотность – с 3,1 до 4,1 градусов. Отмытая сырая клейковина имела массовую долю 23,7–16,3 %, упругость составляла 62,2–82,4 усл. ед. Растяжимость сырой клейковины опытных образцов незначительно увеличивалась (15,0–16,7 см) по отношению к контролю (14,8 см). Сравнивая результаты исследований по двум сортам муки, необходимо отметить, что динамика изменений показателей качества была одинакова для обоих сортов.

Корреляционный анализ, примененный для некоторых показателей качества композитных смесей, выявил достоверную прямую зависимость титруемой кислотности образцов пшеничной муки от количества вносимого томатного порошка (r_s =0,92, $p < 0,05$) и обратную зависимость степени упругости клейковины от количества томатного порошка (r_s = –0,91, $p < 0,05$). Обратная корреляционная зависимость была обнаружена между массовой доли сырой клейковины и количеством внесенной фитодобавки как при использовании в составе композитных смесей пшеничной муки первого сорта (r = –0,99, $p < 0,05$), так и второго сорта (r_s = –0,99, $p < 0,05$).

Поскольку часть фитодобавки вымывается в процессе получения сырой клейковины, то для уточнения характера ее влияния на свойства полуфабрикатов и готовой продукции также рассматривались результаты оценки расплываемости шарика теста контрольных образцов и опытных систем. Тесто всех вариантов опытных проб, включающих пшеничную муку первого сорта, расплывалось незначительно и пропорционально увеличению количества добавки в смеси (на 1,80–2,00 см). Шарик теста из муки пшеничной второго сорта и порошка томатов расплывался менее значительно (на 1,58–1,65 см). Эти данные согласуются с данными по определению растяжимости сырой клейковины.

Подъемная сила шарика теста может свидетельствовать не только об активности дрожжей, но и о влиянии добавки на их и жизнедеятельность в течение первых этапов наблюдения. С этой целью шарики теста опускали в воду сразу после замеса и через 20, 60 и 120 мин брожения в термостате при 32 °С. Внесение порошка томатов способствовало ускорению всплывания шарика теста сразу после замеса и в процессе брожения в случае использования муки пшеничной первого сорта в 1,45–2,00 раза после замеса и по истечении 120 мин эксперимента, а при использовании муки пшеничной второго сорта в 1,22–1,95 раза соответственно.

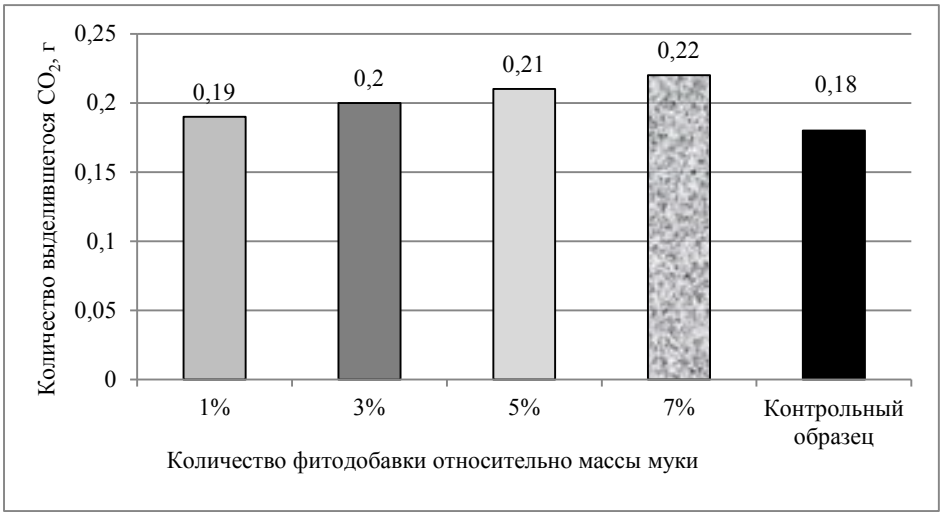


Рисунок 2 – Выделение углекислого газа при активации дрожжей (без добавления муки)

Оценка интенсивности брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами, была проведена в модельном лабораторном эксперименте в колбах с сернокислым затвором. На рисунке 2 представлены данные о количестве выделившегося углекислого газа при предварительной активации дрожжей без добавления муки (через 30 мин от начала опыта). С добавлением томатного порошка количество выделившегося углекислого газа увеличилось на 5,6–22,2 % по сравнению с контрольным образцом. Более существенного выделения CO_2 не произошло, так как прошло недостаточное количество времени для полного сбраживания сахаров.

На втором этапе модельного эксперимента, после добавления муки, также велась оценка суммарного количества выделившейся углекислоты и интенсивности газообразования в разные временные промежутки. Добавление в рецептуру некоторого количества томатного порошка вместо пшеничной муки приводило к значительной активации процесса брожения (рисунок 3). При использовании в эксперименте пшеничной муки первого сорта брожение активировалось в 1,57–1,78 раза, а в случае использования муки пшеничной второго сорта газообразование возрастало в 1,24–1,67 раза за 2,5 ч брожения в термостате. Это объясняется тем, что в среде появляется большое количество простых сахаров, доступных для сбраживания. Кроме того, функциональная добавка содержит много свободных аминокислот, антиоксидантов, которые необходимы для жизнедеятельности дрожжей. Сравнивая данные, представленные на гистограмме, можно сделать заключение, что при повышении количества томатного порошка в композитной смеси интенсивность брожения пропорционально увеличивалась, так как повышалось количество легко гидролизуемых субстратов, внесенных с томатным порошком. Наилучшие результаты были получены при внесении порошка в количестве 5 % от массы муки. Вероятно, такое соотношение муки и обогатительной добавки более оптимально, а при большем количестве повышается содержание пищевых кислот и других компонентов, сдерживающих процесс брожения, хотя снижение газообразования было незначительным.

Сравнивая результаты применения в эксперименте пшеничной муки первого и второго сортов, можно заключить, что суммарное газообразование при использовании муки первого сорта было более активным. Эти данные согласуются и с результатами по оценке времени всплытия шариков теста на различных этапах брожения.

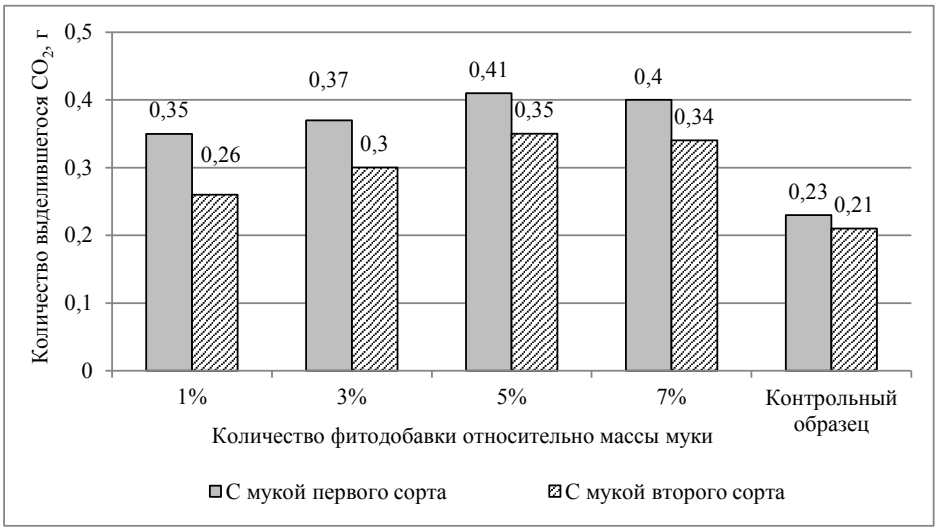


Рисунок 3 – Суммарное выделение углекислого газа за 2,5 часа брожения теста

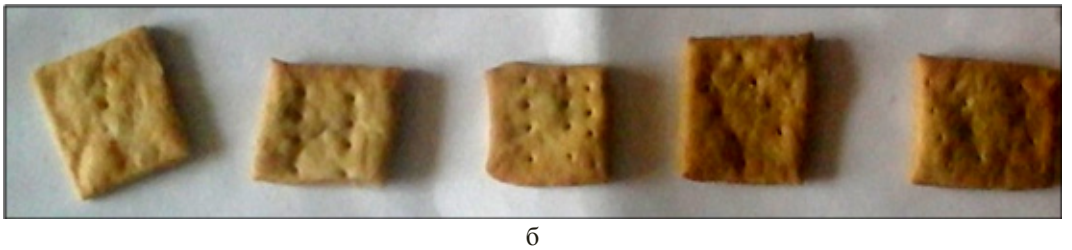
Динамика газообразования имеет важное значение для накопления продуктов брожения, формирующих вкус и аромат изделия, а также пористость и объем. Проанализировав динамику газообразования на разных этапах опыта, выявили, что

во всех опытных образцах, в отличие от контрольного, брожение начиналось уже в течение первого часа наблюдения. В пробах с мукой первого сорта доля выделившегося CO_2 в первые 60 мин составляла около 5 % от его суммарного количества при содержании фитодобавки 1 и 3 % к массе муки, а также около 9 % при содержании фитодобавки 5 и 7 % к массе муки. В пробах с мукой второго сорта доля выделившегося CO_2 в первые 60 мин была существенно выше и составляла от 8 % (при содержании порошка томатов 1 %) до 18 % при содержании порошка 7 % к массе муки. При традиционной рецептуре брожение активировалось на втором часу, так как требовалось больше времени, чтобы в пшеничной муке гидролизовались необходимые для дрожжей вещества. Наиболее высокую интенсивность во второй час брожения показали пробы с 3 и 5 % порошка с мукой обоих сортов (35–39 % от общего количества углекислоты). В образцах с более высоким содержанием фитодобавки доля выделившегося CO_2 была несколько ниже (32–33 %). В опытных образцах с 1 % порошка томатов к массе муки обоих сортов скорость брожения на данном этапе была не более чем на 1–4 % выше контрольных образцов. На завершающем этапе наблюдения (в последние 30 мин) интенсивность газообразования во всех опытных образцах продолжала нарастать. Наибольшие значения наблюдались в контрольных образцах, доля выделившегося CO_2 составила в них 69–76 % от суммарного количества. В пробах с мукой первого сорта в этот период выделилось 56–66 % углекислоты, а в пробах с мукой второго сорта – 45–60 %. На этом основании можно считать, что в опытных образцах за счет ускоренного выделения газов на начальных этапах период брожения может быть сокращен на 10–20 % при использовании муки первого сорта и на 9–14 % при внесении муки второго сорта.

Пробные выпечки крекера из пшеничной муки с добавлением порошка из томатов проводили согласно традиционной технологии. Тесто опытных проб имело лососево-красный оттенок, было более эластично по отношению к контролю. Влажность всех образцов была в пределах норм и практически не изменялась по отношению к контрольной пробе. Результаты оценки органолептических свойств выпеченных изделий из пшеничной муки первого и второго сортов в зависимости от дозирования вносимого томатного порошка показали, что цвет крекера менялся от светло-желтого (для контрольного образца) до коричневого при увеличении количества томатного порошка в рецептуре. Объяснить полученные данные можно не только повышением концентрации ликопина, но активацией процесса меланоидинообразования, так как порошок томатов содержит много свободных аминокислот и простых сахаров. Поверхность образцов была достаточно гладкая, существенных вкраплений порошка не выявлялось. Изделия были хорошо пропечены, без следов непромеса и без пустот, не обнаруживалось подгорелостей. Внесение томатного порошка не сказалось на изменении запаха крекеров. Он был свойственный виду изделий, приятный. Незначительный специфический аромат томатного порошка отмечался только при самой высокой дозировке добавки. При количестве порошка в смеси 3–7 % от массы муки появлялся и усиливался привкус томатов. Он был приятный и не ухудшал свойств данного вида изделий. Органолептические показатели качества изделий, изготовленных на основе композитных смесей из пшеничной муки первого сорта, не отличались от аналогичных образцов, выпеченных из пшеничной муки второго сорта (рисунок 4).

При изучении физико-химических показателей образцов крекера выяснилось, что намокаемость изделий, выпеченных из муки пшеничной первого сорта, с повышением содержания в смеси количества томатного порошка незначительно снижалась с 141,1 до 133,9–129,8 %, а изделий из муки пшеничной второго сорта – с 135,9 до 125,8 % (таблица 1). Влажность опытных образцов двух групп исследований незначительно снижалась, а кислотность образцов повышалась при увеличении дозировки порошка в смеси. Сравнивая показатели качества в пределах исследуемых опытных групп, необходимо отметить, что физико-химические характеристики изделий из пшеничной муки первого сорта были незначительно лучше образцов, включающих пшеничную муку второго сорта.

а



б

1 2 3 4 5

Пояснения: 1 – контрольный образец; 2 – образец с добавлением 1 % томатного порошка; 3 – образец с добавлением 3 % томатного порошка; 4 – образец с добавлением 5 % томатного порошка; 5 – образец с добавлением 7 % томатного порошка.

Рисунок 4 – Внешний вид изделий крекера из муки первого (а) и второго (б) сортов с добавлением томатного порошка, изготовленных по традиционной технологии

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества крекера на основе композитных смесей из пшеничной муки первого и второго сортов и порошка томатов (доверительный интервал для генеральной средней)

Показатель	Контрольный образец	Опытные образцы, содержащие порошок томатов, %			
		1	3	5	7
В системе «пшеничная мука первого сорта»					
Намокаемость, %	141,1 ± 1,0	133,9 ± 1,4	133,1 ± 0,8	131,1 ± 1,6	129,8 ± 1,2
Влажность, %	7,7 ± 0,2	7,5 ± 0,3	7,5 ± 0,2	7,4 ± 0,2	7,4 ± 0,2
Кислотность, град.	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,3	2,0 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,4 ± 0,3
В системе «пшеничная мука второго сорта»					
Намокаемость, %	139,4 ± 0,6	135,9 ± 1,2	133,4 ± 1,2	126,5 ± 1,4	125,8 ± 1,6
Влажность, %	7,7 ± 0,2	7,6 ± 0,2	7,6 ± 0,2	7,7 ± 0,3	7,6 ± 0,3
Кислотность, град.	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,2	2,1 ± 0,3	2,2 ± 0,3	2,4 ± 0,3

Во второй экспериментальной модели было сокращено время активации дрожжей до 20 мин, при этом дозировки томатного порошка в суспензиях использовались те же. После активации вносили остальные ингредиенты и замешивали тесто, которое также имело характерный оттенок и высокую эластичность по отношению к контролю.

Органолептические характеристики готовых изделий не отличались от органолептических качеств образцов, изготовленных по традиционной технологии. Изделия были хорошо пропечены, а на изломе имели равномерные поры, не было следов непромеса и существенных вкраплений частичек порошка.

Результаты исследований физико-химических показателей готовых изделий (таблица 2) также выявили снижение намокаемости опытных проб и повышение титруемой кислотности и влажности при повышении в смеси количества томатного порошка. Показатели качества томатов, включающих пшеничную муку первого сорта, были незначительно лучше аналогичных образцов для второго сорта.

Сравнивая данные, представленные в таблице 1, можно сделать вывод, что сокращение времени брожения незначительно влияет на изменение органолептических и физико-

химических показателей качества готовых изделий и целесообразно сокращать процесс производства крекеров путем ускорения активации дрожжей порошком из томатов.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества крекера на основе композитных смесей из пшеничной муки первого сорта и порошка томатов при сокращенном времени активации дрожжей суспензией порошка из томатов (доверительный интервал для генеральной средней)

Показатель	Контрольный образец	Опытные образцы, содержащие порошок томатов, %			
		1	3	5	7
В системе «пшеничная мука первого сорта»					
Намокаемость, %	139,1 ± 1,4	130,2 ± 0,8	129,9 ± 0,9	127,6 ± 0,8	126,8 ± 1,2
Влажность, %	7,7 ± 0,3	7,8 ± 0,3	7,8 ± 0,2	7,9 ± 0,2	7,9 ± 0,3
Кислотность, град.	1,7 ± 0,2	1,7 ± 0,2	1,9 ± 0,3	2,0 ± 0,3	2,1 ± 0,2
В системе «пшеничная мука второго сорта»					
Намокаемость, %	138,7 ± 0,2	132,9 ± 0,2	129,3 ± 0,2	125,5 ± 0,3	124,8 ± 0,3
Влажность, %	7,7 ± 0,2	7,8 ± 1,3	7,8 ± 0,9	7,9 ± 1,4	8,0 ± 1,1
Кислотность, град.	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,9 ± 0,2	2,0 ± 0,2	2,2 ± 0,2

По совокупности результатов оценки органолептических и физико-химических свойств изделий, а также в процессе дегустации были отмечены наилучшие образцы крекера, включающие 5 % порошка из томатов от массы пшеничной муки первого и второго сортов. При такой дозировке обогатительной добавки ощутимо чувствовался приятный привкус и аромат томатного порошка, не привнося в изделия излишней кислоты и специфического вкуса томатов.

На заключительном этапе работы мы оценили некоторые показатели химического состава контрольного образца, включающего пшеничную муку первого сорта, и опытного изделия, содержащего 5 % порошка из томатов от массы пшеничной муки первого сорта (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание некоторых нутриентов в контрольном и опытном образцах крекера (на 100 г продукта)

Вариант исследований	Содержание нутриента				
	белки, г	сырой жир, г	сахара, г	фосфор, мг	кальций, мг
Контрольный образец (из пшеничной муки первого сорта)	11,17	16,44	5,88	138,00	38,00
Опытный образец (5 % порошка из томатов от массы муки)	11,58	16,25	5,95	142,20	38,90

Полученные результаты позволили утверждать, что содержание общего азота, сахаров, фосфора и кальция в опытной пробе по отношению к контрольному образцу несущественно повысилось, так как вносилось незначительное количество томатного порошка в рецептуру изделий.

Заключение. Обобщая полученные экспериментальные данные, можно отметить незначительное влияние исследуемых дозировок томатного порошка на технологические характеристики композитных смесей, а также положительные эффекты от внесения функциональной добавки на подъемную силу дрожжей и их активацию в модельных экспериментах.

Наилучшими органолептическими и технологическими свойствами обладали полуфабрикаты и готовые изделия крекера, содержащие 3–5 % томатного порошка при изготовлении по традиционной технологии и при сокращении времени активации дрожжей за счет внесения в среду разных дозировок томатного порошка.

Существенной разницы между показателями качества крекеров опытных образцов при использовании муки пшеничной первого и второго сортов не было выявлено, а предварительная активация дрожжей суспензией порошка из томатов позволила сократить время подготовки теста при сохранении хороших органолептических и физико-химических показателей качества готовых изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Свирейко, Н. Е.* Тенденции развития белорусского рынка кондитерских изделий / Н. Е. Свирейко // Вестник БГЭУ. – 2015. – № 2. – С. 72–78.

2. *Иванова, И. В.* Использование и получение фруктовых и овощных добавок в производстве мучных, кондитерских и хлебобулочных изделий / И. В. Иванова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 1. – С. 43–47.

3. *Ковальчук, И. И.* Современные технологии производства кондитерских изделий с применением пищевых волокон / И. И. Ковальчук // Вестник науки. – 2018. – № 2. – С. 11–16.

4. *Перфилова, О. В.* Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий : дис. … канд. техн. наук : 15.18.01 / О. В. Перфилова. – Мичуринск, 2009. – 281 с.

5. *Перфилова, О. В.* Использование порошков из плодоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий / О. В. Перфилова, М. А. Митрохин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 48–50.

6. *Нилова, Л. П.* Оптимизация качества хлебобулочных изделий, полученных с использованием нетрадиционного сырья / Л. П. Нилова, Н. О. Дубовская, Н. В. Науменко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2007. – Вып. 4, № 27 (99). – С. 70–75.

7. *Типсина, Н. Н.* Использование белокочанной капусты в пищевой промышленности / Н. Н. Типсина, Е. Е. Ташлыкова // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 11. – С. 176–180.

8. *Буховец, В. А.* Разработка технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности / В. А. Буховец, Д. В. Ефимова, Л. В. Давыдов // Техника и технологии пищевых производств. – 2019. – Т. 2. – С. 193–200.

9. *Никанорова, Д. А.* Использование продуктов переработки овощей для обогащения биологически активными компонентами хлебобулочных изделий / Д. А. Никанорова, Т. Г. Богатырева // Пищевые ингредиенты и биологические активные добавки в технологиях продуктов питания и парфюмерно-косметических средств : сб. материалов конф., Москва, 28 янв. 2019 г. / отв. ред. Е. В. Алексеенко, Ю. В. Николаева. – М., 2019. – С. 36–43.

10. *Остриков, А. Н.* Комплексная технология переработки томатного сырья / А. Н. Остриков, А. М. Гаджиева, Г. И. Касьянов // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 1. – С. 12–17.

11. *Потапова, А. А.* Мучные кондитерские изделия, обогащенные эссенциальными микронутриентами овощного сырья / А. А. Потапова, О. В. Перфилова // Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 4. – С. 50–54.

12. *Гаджиева, А. М.* Новые технологии производства пищевых продуктов из томатов / А. М. Гаджиева, О. И. Квасенков // Пищевая промышленность. – 2016. – № 8. – С. 50.

13. *Гаджиева, А. М.* Использование инновационных технологий переработки томатного сырья / А. М. Гаджиева [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 15–16.

14. *Коцур, В. А.* Использование натурального красителя в технологии приготовления булочек для гамбургеров / В. А. Коцур, А. В. Борисова // Вестник КрасГГАУ. – 2019. – № 1. – С. 144–148.

15. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) : учеб. пособие / Л. П. Пащенко [и др.] ; под ред. Л. П. Пащенко. – М. : КолосС, 2006. – 215 с.

16. *Базарнова, Ю. Г.* Методы исследования сырья и готовой продукции : учеб.-метод. пособие / Ю. Г. Базарнова. – СПб. : НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 76 с.

17. Фрукты и овощи сушеные. Методы испытаний : ГОСТ 34130–2017. – М. : Стандартинформ, 2017. – 12 с.

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

19. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия : ГОСТ 171–2015. – Минск : Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 21 с.

20. *Ауэрман, Л. Я.* Технология хлебопекарного производства : учебник / Л. Я Ауэрман ; под ред. Л. И. Пучковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Профессия, 2005. – 416 с.

21. Об утверждении и введении в действие Методических указаний по лабораторному контролю качества продукции в общественном питании [Электронный ресурс] : постановление Министерства торговли Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.04.2001 г. № 18/29 // Левоневский Валерий Станиславович. – Режим доступа : http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic42/text981.htm. – Дата доступа : 15.01.2020.

22. Изделия кондитерские. Методы определения жира : ГОСТ 31902–2012. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.

23. Сырье и продукты пищевые. Метод определения фосфора : ГОСТ 30615–99. – Минск : БелГИСС, 2002. – 6 с.

24. *Кузяков, Ю. Я.* Методы спектрального анализа / Ю. Я. Кузяков, К. А. Семененко, Н. Б. Зоров. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 213 с.

25. Изделия кондитерские. Методы определения сахара : ГОСТ 5903–89. – М. : Стандартинформ, 2012. – 26 с.

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

Поступила в редакцию 17.01.2020.

"Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 6. Engineering Science"
Vol. 10, No. 1, 2020, pp. 66–77
© Yanka Kupala State University of Grodno, 2020

Tomato powder as a promising supplement for the activation of baker's yeast in the production of crackers

I. M. Rusina [1], I. M. Kolesnik [2]

[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.kolesnik@grsu.by

Abstract. In the article, indicators of crackers quality produced in a laboratory experiment on the basis of composite mixtures, which include wheat flour of the first and second grade and large fruit tomato powder in dosages of 1, 3, 5, 7 % of the flour under different conditions of yeast activation were analyzed. The introduction substantiates the necessity to include secondary resources of production and processing of fruit and vegetable products into the bakery products recipe both for the development of functional products and to optimize testing and improve the quality of finished products. Characteristic of properties of tomato powder as the source of micronutrients, dietary fibres and antioxidants, which are phisiologically active functional ingredients have been done. In the main part, the results of research of the technological properties of composite mixtures based on wheat flour of the first and second grade and large fruit tomato powder in dosages of 1, 3, 5, 7 % of the flour are showed. Positive influence of explored vegetable powder on the rising power of yeast and on the dough ball blurriness was proved. Samples were baked and results of the study of organoleptic and physicochemical indicators of finished cracker products based on composite mixtures are showed. Capability of preactivation of baking yeast by the tomato powder suspension was explored. Baking of flour products with reduced doughing time due to activation of a yeast suspension with tomato powder was done. The experiment found a slight decrease in the mass of raw gluten and its relaxation in samples of composite mixtures compared to the control. Positive influence of tomato powder on gaseous activity of yeast was revealed. During the experimental baking some organoleptic characteristics (taste, aroma, color) of finished products with the inclusion of vegetable powder were being improved while maintaining of physical and chemical parameters within the normalized limits (humidity, wetness, acidity). Researches, that were made, showed the effectiveness of tomato powder use during functional crackers producing, what will allow to expand the choice of producing production and use secondary products of vegetables production and reduce the time of doughing. The field of application of the research results is confectionery and bakery production.

Keywords: flour composite mixtures, tomato powder, cracker, yeast activation, physical-chemical indicators, functional food, technological properties.

References

1. Svireiko N. E. Development trends of the Belarusian confectionery products of market [*Tendentsii razvitiia belorusskogo rynka konditerskikh izdelii*]. *MPEI Bulletin,* 2015, No. 2, pp. 72-78.

2. Ivanova I. V. [et al.]. Use and production of fruit and vegetable additives in the production of flour, confectionery and bakery products [*Ispol'zovanie i poluchenie fruktovykh i ovoshchnykh dobavok v proizvodstve muchnykh, konditerskikh i khlebobulochnykh izdelii*]. *Technologies of food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products,* 2016, No. 1, pp. 43-47.

3. Kovalchuk I. I. Modern technologies of confectionery production with application of food fibers [*Sovremennye tekhnologii proizvodstva konditerskikh izdelii s primeneniem pishchevykh volokon*]. *Bulletin of Science*, 2018, No. 2, pp. 11-16.

4. Perfilova O. V. Development of production technology of fruit and vegetable powders for their application in production of functional flour confectionery products [*Razrabotka tekhnologii proizvodstva fruktovykh i ovoshchnykh poroshkov dlia primeneniia ikh v izgotovlenii funktsional'nykh muchnykh konditerskikh izdelii: dis. ... kand. tekhn. nauk*]. Michurinsk, 2009, 281 p.

5. Perfilova O. B., Mitrokhin M. A. Using powders from fruit and vegetable squeezers to expand the range of flour confectionery products [*Ispol'zovanie poroshkov iz plodoovoshchnykh vyzhimok s tsel'iu rasshireniia assortimenta muchnykh konditerskikh izdelii*]. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 2008, No. 8, pp. 48-50.

6. Nilova L. P., Dubovskaya N. O., Naumenko N. V. Optimization of bakery products quality obtained using non-conventional raw materials [*Optimizatsiia kachestva khlebobulochnykh izdelii, poluchennykh s ispol'zovaniem netraditsionnogo syr'ia*]. *Bulletin of South Ural State University, Series "Economics and Management"*, 2007, vol. 4, No. 27 (99), pp. 70-75.

7. Tipsina N. N. Use of white cabbage in food industry [*Ispol'zovanie belokochannoi kapusty v pishchevoi promyshlennosti*]. *The Bulletin of KrasGAU*, 2010, No. 11, pp. 176-180.

8. Bukhovets V. A., Efimova D. V., Davydov L. V. Development of technology for production of bakery products of high food value [*Razrabotka tekhnologii proizvodstva khlebobulochnykh izdelii povyshennoi pishchevoi tsennosti*]. *Technique and technologies of food production*, 2019, vol. 2, pp. 193-200.

9. Nikanorova D. A., Bogatyreva T. G. Use of vegetable processing products for enrichment with biologically active components of bakery products [*Ispol'zovanie produktov pererabotki ovoshchei dlia obogashcheniia biologicheski aktivnymi komponentami khlebobulochnykh izdelii*]. *Food ingredients and biologically active additives in technologies of food and perfumery and cosmetics : collection of materials conf.*, Moscow, Jan. 28, 2019; ex. Eds. by E. V. Alekseenko, Yu. V. Nikolaev. Moscow, 2019, pp. 36-43.

10. Ostrikov A. N., Gadzhieva A. M., Kasianov G. I. Complex technology of tomato raw material processing [*Kompleksnaia tekhnologiia pererabotki tomatnogo syr'ia*]. *Bulletin of VSUIT*, 2015, No. 1, pp. 12-17.

11. Potapova A. A., Perfilova O. V. Flour confectionery products enriched with essential micronutrients of vegetable raw materials [*Muchnye konditerskie izdeliia, obogashchennye essentsial'nymi mikronutrientami ovoshchnogo syr'ia*]. *Technologies of food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products*, 2014, No. 4, pp. 50-54.

12. Gadzhieva A. M., Kvasenkov O. I. New Technologies for Manufacturing of Tomato Food Products [*Novye tekhnologii proizvodstva pishchevykh produktov iz tomatov*]. *Food Industry*, 2016, No. 8, p. 50.

13. Gadzhieva A. M. [et al.]. Application of innovative technologies for processing tomato raw materials [*Ispol'zovanie innovatsionnykh tekhnologii pererabotki tomatnogo syr'ia*]. *Polythematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*, 2014, No. 6, pp. 15-16.

14. Kotsur V. A., Borisova A. V. The use of natural dye in the technology of making buns for hamburgers [*Ispol'zovanie natural'nogo krasitelia v tekhnologii prigotovleniia bulochek dlia gamburgerov*]. *The Bulletin of KrasGAU*, 2019, No. 1, pp.144-148.

15. Pashchenko L. P. [et al.]. Practical manual on the technology of bread, pastry and pasta (bakery technology) [*Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdelii (tekhnologiia khlebobulochnykh izdelii) : ucheb. posobie*]; Ed. by L. P. Pashenko. Moscow, 2006, 215 p.

16. Bazarnova Yu. G. Methods of research of raw materials and finished products: training manual [*Metody issledovaniia syr'ia i gotovoi produktsii : ucheb.-metod. posobie*]. St. Petersburg, 2013, 76 p.

17. Dried fruits and vegetables. Methods of testing [*Frukty i ovoshchi sushenye. Metody ispytanii*] : *GOST 34130-2017*. Moscow, 2017, 12 p.

18. Practical manual on microbiology [*Praktikum po mikrobiologii : ucheb. posobie*]; Ed. by N. S. Egorov. Moscow, 1976, 307 p.

19. Pressed bakery yeast. Specifications [*Drozhzhi khlebopekarnye pressovannye. Tekhnicheskie usloviia*] : *GOST 171-2015*. Minsk, 2015, 21 p.

20. Auerman L. Ya. Technology of bakery production [*Tekhnologiia khlebopekarnogo proizvodstva : uchebnik*]. Ed. by L. I. Puchkova. 9th ed. St. Petersburg, 2005, 416 p.

21. On approval and implementation of the Methodological guidelines for laboratory quality control of products in public catering [*Ob utverzhdenii i vvedenii v deistvie Metodicheskikh ukazanii po laboratornomu kontroliu kachestva produktsii v obshchestvennom pitanii*] : *Resolution of the Ministry of Trade of the Republic of Belarus, Ministry of Health of the Republic of Belarus dated April 21, 2001 No. 18/29.* Levonevsky Valery Stanislavovich [Electronic resource].

22. Confectionery. Methods of determination of fat weight fraction [*Izdeliia konditerskie. Metody opredeleniia massovoi doli zhira*] : *GOST 31902-2012*. Moscow, 2014, 16 p.

23. Stuff and food products. Method of determination of phosphorus [*Syr'e i produkty pishchevye. Metod opredeleniia fosfora*] : *GOST 30615-99*. Minsk, 2002, 6 p.

24. Kuziakov Yu. Ya., Semenenko K. A., Zorov N. B. Spectral analysis methods [*Metody spektral'nogo analiza*]. Moscow, 1990, 213 p.

25. Confectionery. Methods for determination of sugar [*Izdeliia konditerskie. Metody opredeleniia sakhara*] : *GOST 5903-89*. Moscow, 2012, 26 p.

26. Borovikov V. P. Popular introduction to the STATISTICA program [*Populiarnoe vvedenie v programmu STATISTICA*]. Moscow, 1998, 267 p.