

Працэсы і апараты харчавых вытворчасцей

УДК 664.66:663.126

И. М. Русина, И. М. Колесник

**ВЛИЯНИЕ ОВОЩНЫХ ПОРОШКОВ
НА ДИНАМИКУ БРОЖЕНИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА
ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ПРОБНЫХ ВЫПЕЧЕК**

В статье проанализированы результаты оценки влияния порошка томатов, капусты белокочанной и свеклы столовой на физико-химические показатели композитных смесей на основе пшеничной муки высшего сорта, процесс брожения при производстве хлеба и качество готовых изделий. Во введении рассмотрены причины снижения качества хлебобулочных изделий, представлено обоснование необходимости производства хлебобулочных изделий функционального назначения с высокой пищевой ценностью и хорошими потребительскими свойствами. Указана роль плодов и овощей, продуктов их переработки не только как перспективных обогащительных добавок в хлебопечении, но и ингредиентов, способствующих интенсификации процесса брожения и позволяющих решить проблему полного и безотходного использования вторичных сырьевых ресурсов плодоовощной отрасли промышленности. Цель работы – оценка характера влияния порошков томатов, столовой свеклы и капусты белокочанной в составе композитных смесей на основе пшеничной муки высшего сорта на показатели качества смесей, полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий. В основной части работы представлены и проанализированы результаты по исследованию показателей качества композитных смесей, включающих пшеничную муку высшего сорта и порошки томатов, капусты белокочанной и свеклы столовой в количестве 3, 5 и 7 % от массы пшеничной муки. Отмечены снижение массовой доли сырой клейковины, ее растяжимости, гидратационной способности и незначительные изменения упругости клейковинного комплекса композитных смесей. Изучено влияние предварительной активации хлебопекарных дрожжей суспензией овощных порошков на скорость газообразования в процессе брожения теста. Порошки свеклы столовой, капусты белокочанной и томата активировали газообразование соответственно в 4,8–8,8 раза, 3,4–5,0 раз, 1,5–2,1 раза относительно контроля. Органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий хлеба, выпеченных по рекомендациям пробных выпечек и содержащих в рецептуре вышеуказанные порошки, при сокращенном времени брожения были достаточно хорошие.

Ключевые слова: мучные композитные смеси, порошок из овощей, активация брожения, пористость хлеба, формоудерживающая способность хлеба.

Введение. Развитие современной хлебопекарной отрасли связано с внедрением новой техники, прогрессивных технологий, увеличением выработки хлеба и булочных изделий с различными добавками и улучшителями, повышающими их потребительские, технологические и пищевые достоинства. Производство изделий, имеющих функциональную направленность при сохранении присущих продукту технологических свойств, отвечает как актуальным проблемам хлебопекарной промышленности, так и современным требованиям нутрициологии. В настоящее время наблюдается тенденция к снижению качества продукции, обусловленная в первую очередь не соответствующим мировым стандартам качеством муки, а также зачастую невозможностью внедрить по экономическим причинам прогрессивные технологии.

Поскольку химические улучшители в составе пищевых продуктов во многих случаях неблагоприятно влияют на обмен веществ и здоровье человека, научные и практические разработки должны быть направлены на расширение ассортимента изделий путем внесения в рецептуру натуральных обогащительных компонентов, способных положительно влиять на качество и безопасность хлебобулочных изделий. Такие продукты относятся к категории

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

функциональных, и лидерами по производству и потреблению функционального хлеба на сегодняшний день являются США и Германия [1].

В условиях перехода к функциональным формам питания плоды, овощи и продукты их переработки, обладая выраженными лечебно-профилактическими свойствами, приобретают все большее значение в качестве активных ингредиентов пищевых изделий. В последние годы появилось много исследований и рекомендаций по использованию фруктовых и овощных добавок в хлебопечении. Овощи, зелень, плоды и ягоды как компоненты мучного теста находят широкое применение в виде сухих порошков, мезги, пюре, пульпы, соков, экстрактов и хлопьев. Такие добавки используют для снижения содержания в рецептуре изделий энергоемких компонентов, обогащения пищевыми волокнами и улучшения органолептических показателей качества [2–5]. Применение овощных добавок расширяет возможности интенсификации производства изделий из дрожжевого и бездрожжевого теста и повышения качества готовой продукции [6], так как некоторые овощные порошки укрепляют клейковину и упрочняют структуру теста [7]. Интерес к подобного рода разработкам обусловлен содержанием в овощных добавках высоких концентраций глюкозы и фруктозы – наилучших субстратов для хлебопекарных дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* [8]. Кроме того, для нормального метаболизма клеток дрожжи нуждаются в определенных количествах аминокислот, витаминов, минеральных веществ, органических кислот и др. [9–11].

Еще одна причина перспективности совершенствования рецептур хлебобулочных изделий путем внесения продуктов переработки плодов и овощей заключается в том, что в настоящее время в Республике Беларусь недостаточно полно используются вторичные сырьевые ресурсы плодоовощной отрасли промышленности. В этой связи применение вторичного сырья сокового производства (выжимки и пюре) и порошков позволит также решить задачу безотходной переработки плодоовощной продукции. Очевидно, что внесение в рецептуру обогатительных добавок на основе овощных порошков, содержащих органические и минеральные субстраты, может существенно повысить жизнедеятельность дрожжей, а в определенных концентрациях и положительно повлиять на состояние клейковинного комплекса и показатели качества готовых изделий.

В связи с этим целью исследования являлась оценка характера влияния порошков томатов, столовой свеклы и капусты белокочанной в составе композитных смесей на основе пшеничной муки высшего сорта на показатели качества смесей, полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий.

Материалы и методы исследования. Оценку хлебопекарных показателей качества пшеничной муки и композитных смесей проводили по методикам ГОСТ 9404-88, 27839-88, 27839-88, 28797-90, 27676-88, 27493-87. Технологические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий определяли по ГОСТ 9404-88, 27493-87, 21094-75, ГОСТ 5669-96, ГОСТ 5670-96 и общепризнанным методам [12]. Интенсивность брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами в композитных смесях, изучали в модельном эксперименте стандартным методом в колбах с затвором Мейссля при 30 °С [13].

В качестве обогащающих компонентов были выбраны порошки томатов, столовой свеклы и капусты белокочанной. Такой выбор объектов исследований объясняется тем, что данные овощные порошки получают из распространенных отечественных сельскохозяйственных культур, которые имеют хороший химический состав – легко доступные сахара, много органических кислот, значительные количества солей кальция, железа, магния, витаминов группы В, аскорбиновой кислоты и β-каротина.

Для получения овощных порошков исходные «сырые» субстраты частично измельчали, сушили в сушильном шкафу при температуре 100 °С, затем повторно измельчали на лабораторной мельнице (ЛМЦ-1) и просеивали через сита для пшеничной муки высшего сорта.

Все полученные порошки были мелкодисперсные, однородные по цвету и крупности помола, их влажность варьировала от 9 до 11 %, активная рН изменялась в пределах 4,5–5,2. Вкус и запах соответствовали виду порошка.

На основе пшеничной муки высшего сорта и полученных овощных порошков были составлены композитные смеси с содержанием порошков 3, 5 и 7 % от массы муки. Выбранные соотношения объясняются химическим составом добавок и возможным их влиянием на состояние клейковинного комплекса муки, а также на органолептические свойства готовых изделий. Более низкие концентрации растительных добавок не могли бы привести к существенным изменениям в пищевом и технологическом плане. Результаты предварительных экспериментов показали, что более высокие количества вышеуказанных порошков ухудшали органолептические и технологические свойства готовых изделий.

Для составления композитных смесей использовали пшеничную муку высшего сорта, так как она содержит по сравнению с пшеничной мукой более грубого помола меньшее количество витаминов и минеральных компонентов, однако имеет более высокие технологические характеристики. Основными хлебопекарными свойствами композитных смесей являются качество и количество сырой клейковины, общая амилазная активность, титруемая кислотность, влажность и др.

Полученные в предварительном анализе значения показателей качества для пшеничной муки высшего сорта принимались за контрольные величины. Массовая доля сырой клейковины муки составила 30,1 %, упругость ее соответствовала 80,5 усл. ед. по показаниям прибора ИДК. Растяжимость сырой клейковины в среднем была 18,0 см, а гидратационная способность – $187,0 \pm 2,2$ %. Общая амилазная активность пшеничной муки, определяемая по числу падения, составляла $350,0 \pm 3,0$ с. Таким образом, все показатели качества пшеничной муки были в пределах нормируемых значений. Пшеничная мука также имела высокие органолептические характеристики, ее кислотность составляла 3,0 град, а влажность 12,0 %. В данной работе представлены результаты исследования некоторых показателей качества композитных смесей, которые наиболее значимы в технологическом плане и более зависимы от количества вносимой обогатительной добавки.

Оценку влияния вносимых добавок из овощных порошков на показатели бродильной активности хлебопекарных дрожжей осуществляли в модельном эксперименте в колбах с сернокислым затвором. На первом этапе проводили активацию дрожжей суспензиями овощных порошков (3, 4 и 5 % от расчетной массы муки) в водопроводной воде, на втором – собственно сбраживание композитных смесей, полученных добавлением к суспензиям пшеничной муки высшего сорта. Количество выделенного CO_2 оценивали по разности массы колб в начале опыта, через 30 мин наблюдения на первом этапе; через 60, 120, 150 мин наблюдения на втором этапе.

Результаты и их обсуждение. Состояние и свойства клейковинного комплекса композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта и растительных порошков представлены в таблице 1. Полученные результаты указывают на ожидаемое снижение количества сырой клейковины во всех опытных образцах при повышении концентрации вносимой добавки. Эти изменения по отношению к контрольному значению были непропорциональны количеству вносимых добавок. Так, замещая пшеничную муку по массе на 3 % растительными порошками, массовая доля сырой клейковины снижалась с 30,1 до 27,5, 29,2, 27,8 % соответственно для композитных смесей, включающих порошки томатов, столовой свеклы и капусты белокочанной. Аналогичные тенденции были выявлены и при внесении других количеств порошков. Можно предположить, что происходят определенные взаимодействия между ассоциациями клейковинных белков пшеничной муки, с одной стороны, и белковыми, углеводными соединениями и липидами овощных порошков – с другой.

Упругость сырой клейковины по показаниям прибора ИДК составила для контрольного варианта 80,5 усл. ед, что соответствует II группе качества (удовлетворительно слабая). При внесении порошков томатов, капусты и столовой свеклы в количестве 3 и 5 % от массы пшеничной муки упругость сырой клейковины незначительно улучшалась

до значений 80,4–78,2 усл. ед, что может быть связано с наличием в порошках определенных количеств аскорбиновой кислоты, органических кислот и минеральных солей. Кроме того, аскорбиновая кислота капусты белокочанной находится в устойчивой форме и практически не подвергается разрушению. Однако в большинстве вариантов эти изменения не были достоверны. Качество сырой клейковины в зависимости от показаний прибора ИДК в остальных опытных системах, содержащих 7 % овощного порошка, незначительно ухудшалось.

Таблица 1 – Показатели качества композитных смесей, включающих пшеничную муку высшего сорта и овощные порошки

Содержание овощного порошка, % от массы муки	Массовая доля сырой клейковины, %	Качество клейковины, усл. ед. ИДК	Растяжимость, см	Гидратационная способность, %	Автолитическая активность по ЧП, с
Композитные смеси с включением порошка томатов					
3	27,5 ± 0,2	79,3 ± 0,3	17,0 ± 0,2	186,9 ± 0,4	348,8 ± 4,0
5	25,3 ± 0,2	80,4 ± 0,3	16,0 ± 0,5	185,6 ± 0,4	352,3 ± 6,0
7	22,8 ± 0,2	81,6 ± 0,4	16,0 ± 0,5	184,6 ± 0,6	351,7 ± 4,2
Композитные смеси с включением порошка столовой свеклы					
3	29,2 ± 0,2	78,2 ± 0,3	17,5 ± 0,5	182,9 ± 0,6	342,0 ± 0,8
5	28,8 ± 0,2	80,3 ± 0,2	17,2 ± 0,6	180,6 ± 0,4	344,0 ± 1,3
7	28,2 ± 0,3	80,8 ± 0,3	17,0 ± 0,3	181,0 ± 0,8	360,0 ± 1,3
Композитные смеси с включением порошка капусты белокочанной					
3	27,8 ± 0,2	78,9 ± 0,3	17,0 ± 0,5	182,17 ± 0,4	352,0 ± 6,5
5	26,9 ± 0,2	79,9 ± 0,3	16,0 ± 0,5	180,34 ± 0,6	355,0 ± 4,0
7	25,8 ± 0,2	81,9 ± 0,4	14,0 ± 0,5	173,65 ± 0,4	355,0 ± 6,5

Во всех опытных образцах растяжимость сырой клейковины снижалась. Для контрольных проб среднее значение растяжимости составляло 18,0 см, в композитных смесях значения этого показателя снизились на 0,5–4 см, что связано с изменением состояния клейковинного комплекса.

Влажность композитных смесей по всем вариантам исследований варьировала в пределах 10,8–11,9 %, так как влажность овощных порошков была незначительно ниже влажности муки высшего сорта. По отношению к контрольному значению сырая клейковина композитных смесей, включающих порошки столовой свеклы и капусты белокочанной, имела более низкие значения водопоглотительной способности. Однако эти изменения были незначительные. Вполне понятно, что такие результаты обусловила замена части муки на порошки, не содержащие белки с высокой водопоглотительной способностью.

Выполнен анализ влияния овощных порошков на автолитическую способность муки, определяемую по числу падения (ЧП). Эта величина характеризует доброкачественность муки. Согласно полученным данным, общая амилазная активность образцов композитных смесей варьировала незначительно от контрольной величины для пшеничной муки высшего сорта (342,0–360,0 с). Однако эти изменения не могут в дальнейшем привести к ухудшению качества готовых изделий.

Титруемая кислотность композитных смесей регистрировалась выше значений контрольного образца. Для вариантов композитных смесей, включающих пшеничную муку высшего сорта и порошок томатов в количестве 3, 5 и 7 % от массы муки, этот показатель был самый высокий и варьировал от 3,9 град до 6,5 град. Однако эти значения являются допустимыми для композитных смесей, включающих томатопродукты.

Титруемая кислотность композитных смесей на основе пшеничной муки высшего сорта и порошка столовой свеклы в количестве 3, 5 и 7 % от массы муки регистрировалась в пределах 3,5–4,0 град, а в присутствии порошка капусты белокочанной варьировала соответственно в пределах 3,2–3,8 град. Эти величины также являются допустимыми для композитных смесей, включающих овощные добавки.

Обобщая данные по оценке показателей качества пшеничной муки высшего сорта, порошков из томатов, столовой свеклы и капусты белокочанной, а также композитных смесей, составленных на основе этих компонентов, можно предположить, что овощные порошки не окажут отрицательного влияния на показатели качества полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий.

Далее были проведены модельные эксперименты по оценке возможности предварительной активации овощными порошками хлебопекарных дрожжей и определению эффективности брожения в присутствии изучаемых обогатительных добавок.

Результаты, полученные на первом этапе модельного эксперимента, свидетельствовали о достаточно быстром запуске бродильных процессов в опытных колбах. В порядке убывания количества выделенного из опытных колб углекислого газа овощные порошки ранжировались следующим образом: свекла столовая – капуста белокочанная – томат, а суммарная масса выделенного за 30 мин наблюдения CO_2 была соответственно в 14–17 раз, в 3–8 раз и в 3–5 раз выше контрольных значений. Как видно из данных рисунка 1, во всех опытных колбах изменения были пропорциональны количеству вносимой добавки соответствующего порошка.

При осуществлении второго этапа модельного эксперимента было установлено, что после внесения пшеничной муки высшего сорта хлебопекарные дрожжи продолжали активное сбраживание субстратов, при этом через 150 мин наблюдения максимальное суммарное количество выделившегося CO_2 было зафиксировано в образце с 7 % свекольного порошка от расчетной массы муки. Необходимо отметить, что газообразующая способность дрожжей в опытных колбах пропорционально повышалась с увеличением количества внесенных в композитные смеси овощных порошков свеклы столовой, капусты белокочанной и томата соответственно в 4,8–8,8 раза, 3,4–5,0 раза, 1,5–2,1 раза относительно образца без добавления порошков (рисунок 2). Существенная активация брожения порошками свеклы и капусты в сравнении с контролем может происходить за счет наличия в среде быстро расщепляющихся субстратов, органических кислот, витаминов и минералов. Именно в порошке капусты белокочанной даже при нагреве хорошо сохраняется аскорбиновая кислота. В томатах есть антиоксиданты, ликопин, которые тоже стимулируют обмен веществ, защищают от перекисного окисления липидов. Все перечисленные субстраты, несомненно, могут повлиять на энергетический метаболизм дрожжей.

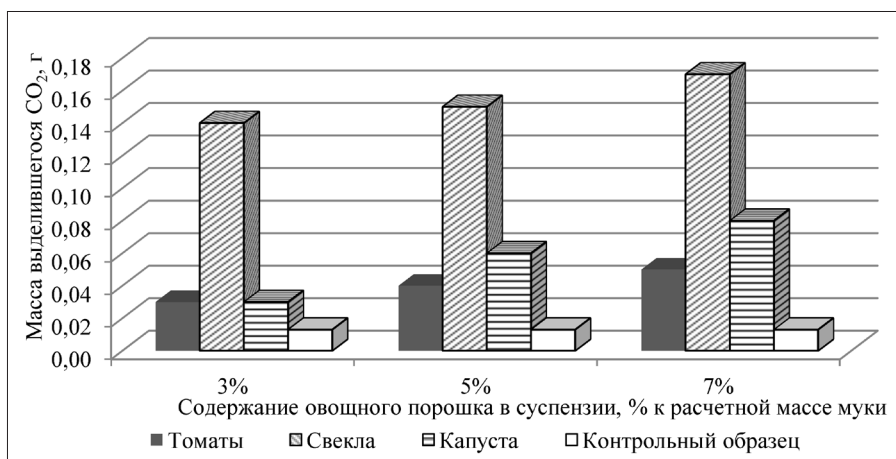


Рисунок 1 – Активация дрожжей суспензиями овощных порошков



Рисунок 2 – Суммарное выделение углекислого газа за период брожения теста после добавления муки

Наблюдение за скоростью брожения показало, что за первые 60 мин процесса наиболее интенсивным газообразование было в образцах с включением порошков столовой свеклы 5 и 7 % и капусты белокочанной 7 % (рисунок 3). В дальнейшем в этих образцах скорость бродильных процессов снижалась. Вероятнее всего, в смесях с порошком свеклы столовой определяющим фактором для быстрого перехода к брожению являлось наличие легкодоступных углеводов, при этом чем меньшее количество порошка вносилось, тем большую скорость выделения CO₂ показывали дрожжи в первый час наблюдения. В образцах с порошками томатов и капусты белокочанной тенденция была иной: скорость газообразования была тем выше, чем больше овощного порошка содержала композитная смесь. Контрольный образец в первый час наблюдения демонстрировал низкую скорость брожения. В последующие 60 мин наблюдения отличался более высокой интенсивностью брожения опытный образец с добавлением порошка свеклы столовой 7 %. В остальных образцах скорость выделения CO₂ не отличалась от контроля существенно. В последние 30 мин наблюдения наиболее интенсивное газообразование осуществлялось в контрольной колбе, а также в двух опытных образцах – с 3 % порошков томатов и капусты. В образцах с содержанием порошков свеклы столовой в этот период отмечено выраженное замедление, что можно рассматривать как возможность для оптимизации (сокращения) времени брожения теста.

На следующем этапе экспериментальной работы проводили пробные выпечки пшеничного хлеба на основе изучаемых композитных смесей. В лабораторных условиях расчет вели на 200 г муки. Количество воды, взятое на замес теста, определяли расчетным путем, исходя из влажности теста 43,5 %.

Для замеса теста вносили в теплую воду дрожжи в активном виде, соль и овощные порошки в указанных выше количествах. Полученную суспензию перемешивали и оставляли в лабораторном помещении на 10 мин для активации дрожжей. Затем постепенно добавляли муку. Замес вели до получения однородной массы. Брожение проводили в течение 150 мин при температуре 30 °С, расстойку теста – 35 мин при температуре 40 °С. Время брожения было сокращено на 30 мин по сравнению с рекомендуемым (180 мин), а температура брожения выбрана средняя от рекомендуемых значений. Показатели качества полуфабрикатов были в пределах требуемых норм. Влажность полуфабрикатов контрольных и опытных образцов составляла 42,8–44,0 %. Наблюдалось незначительное повышение титруемой кислотности теста в опытных системах в начале и конце периода брожения. Повышение кислотности полуфабрикатов

было прямо пропорционально количеству внесенного обогатительного порошка. Эти данные можно объяснить не только изначальной более высокой кислотностью композитных смесей, но и активацией брожения в присутствии овощных порошков. Повышение титруемой кислотности является одним из косвенных факторов, который позволяет судить об окончании процесса брожения и необходимости перехода к следующему этапу тестоведения.

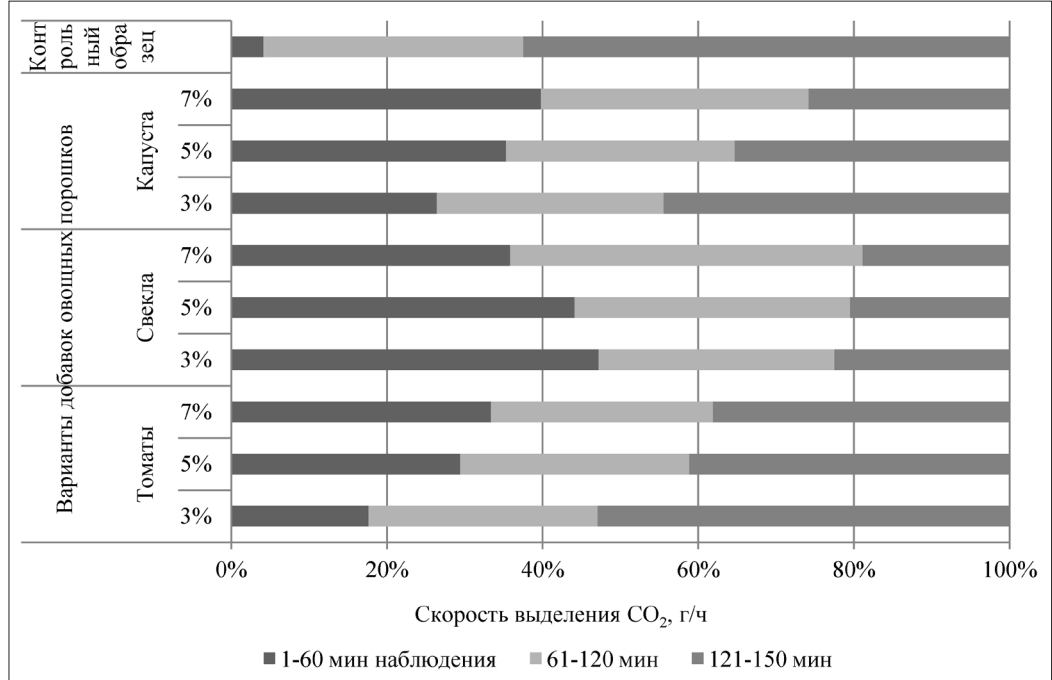


Рисунок 3 – Соотношение скорости газообразования при брожении теста

Органолептические показатели качества готового хлеба контрольного варианта были высокие. Цвет мякиша был светлый, корки – золотистый. Верхняя корка была выпуклой, форма изделия правильная и красивая. Вкус и запах были выраженные, характерно хлебные. На разрезе прослеживались равномерные поры среднего размера. Консистенция хлеба была нежная.

Опытные образцы выпеченного хлеба, включающие порошок томатов, имели слегка янтарный цвет мякиша и коричневый цвет корки. Мякиш изделий, содержащих порошок столовой свеклы, имел розовый цвет, усиливающийся при повышении дозировки порошка. Корка этих изделий приобретала бордовый оттенок. Мякиш хлеба, в рецептуру которого был добавлен порошок капусты белокочанной, по цвету практически не отличался от контрольных вариантов пшеничного хлеба, корка изделий изменялась от золотистой до темно-золотистой.

Форма изделий контрольных и опытных образцов была правильная с выпуклой верхней коркой, поверхность изделий, включающих 3 и 5 % овощных порошков, была достаточно гладкая, без пузырей и трещин. При содержании 7 % порошков от массы пшеничной муки наблюдались незначительные трещины.

Все опытные образцы, включающие 3–7 % порошков капусты белокочанной и томатов, были нежные и хорошо разжевывались. При повышении концентрации порошка столовой свеклы в композитной смеси хлеб становился немного грубым и даже суховатым. На разрезе практически все изделия имели равномерные средние по размеру поры. В изделиях, содержащих овощные порошки в количестве 5 и 7 % от массы муки, наблюдались единичные поры большего размера. Не было отмечено следов непромеса и подгорелости (рисунок 4).

Вкус изделий был выраженный, хлебный, с привкусом порошков. При внесении 3–7 % порошков из томатов и капусты белокочанной изделия приобретали приятный привкус обогатительных добавок, при количестве порошка свеклы столовой 5 % от массы муки появлялась терпкость, а при концентрации 7 % порошка свеклы хлеб был невкусный, терпкий. Аналогичная тенденция наблюдалась в изменении аромата изделий. Хлеб, содержащий 5 и 7 % добавок, имел четко выраженный запах внесенного овощного порошка, при внесении 7 % порошка свеклы столовой запах был резкий и неприятный.

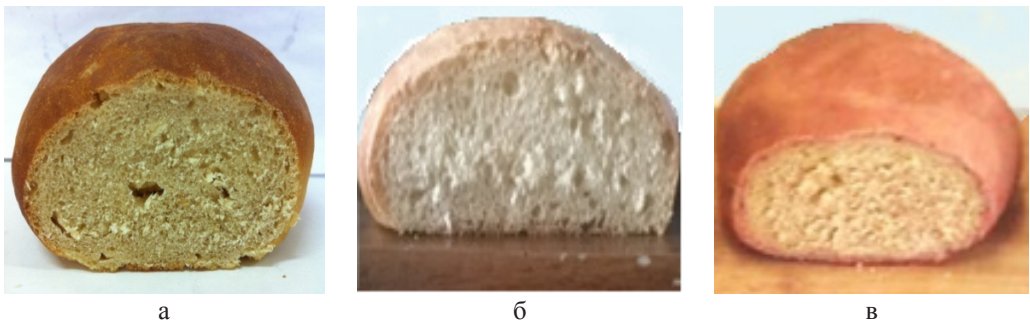


Рисунок 4 – Внешний вид в разрезе хлеба, выпеченного на основе композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта и 5 % порошков томатов (а), капусты белокочанной (б) и столовой свеклы (в) от массы муки

При оценке физико-химических свойств готовой продукции на основе композитных смесей, включающих пшеничную муку высшего сорта и порошки томатов, капусты белокочанной и свеклы столовой, наблюдались некоторые различия от контрольных образцов пшеничного хлеба (таблица 2).

Контрольный образец имел следующие значения показателей качества: титруемая кислотность – 2,4 град, пористость – 72,8 %, формоустойчивость – 0,44, влажность – 34,0 %.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества готовых изделий по результатам пробных выпечек безопарным способом

Варианты добавок	Содержание овощного порошка, % от массы муки	Показатели качества		
		Пористость, %	Формоустойчивость	Влажность, %
Порошок томатов	3	72,3 ± 0,5	0,43 ± 0,05	35,0 ± 0,2
	5	70,0 ± 0,3	0,41 ± 0,02	36,5 ± 0,3
	7	66,2 ± 0,4	0,38 ± 0,05	36,8 ± 0,4
Порошок столовой свеклы	3	73,8 ± 0,4	0,45 ± 0,02	34,6 ± 0,3
	5	65,9 ± 0,6	0,46 ± 0,02	35,7 ± 0,3
	7	65,6 ± 1,0	0,43 ± 0,04	35,8 ± 0,3
Порошок капусты белокочанной	3	72,6 ± 0,4	0,42 ± 0,05	34,9 ± 0,3
	5	71,0 ± 0,6	0,44 ± 0,05	35,4 ± 0,3
	7	67,5 ± 0,6	0,42 ± 0,05	36,0 ± 0,3
Контроль		72,8 ± 0,4	0,44 ± 0,02	34,0 ± 0,2

Анализируя полученные данные, надо отметить, что пористость образцов соответствовала требованиям стандарта только при концентрации порошка в смеси 3 % от массы муки. Далее наблюдалось снижение этого показателя во всех опытных системах, включающих 5 и 7 % овощных порошков. Полученные данные обусловлены снижением количества и в некоторых вариантах качества сырой клейковины. При внесении порошка столовой свеклы в количестве 3 % от массы пшеничной муки высшего сорта величина показателя пористости изделий опытных образцов была самая высокая, что может

указывать на укрепление клейковины при более длительном времени тестоведения и одновременной высокой активации дрожжей овощным порошком. Аналогичная ситуация выявлялась и при оценке такого показателя, как формоустойчивость хлеба, однако все изменения не были существенными по отношению к контрольным величинам. Влажность изделий опытных образцов варьировала незначительно, и полученные результаты можно объяснить изменением водопоглотительной способности композит-ных смесей и полуфабрикатов.

Следует указать, что при хранении хлеба опытных и контрольных вариантов в бумажных пакетах при комнатной температуре в течение 2 сут все образцы имели хорошую свежесть. В дальнейшем наблюдались процессы черствения в одинаковой степени у контрольных и опытных изделий по результатам оценки влажности проб. Какой-то определенной зависимости скорости этого процесса от концентрации вносимой овощной добавки не было зарегистрировано. Также не было обнаружено внешних признаков микробиологической порчи изделий контрольных и опытных образцов.

Заключение. Обобщая полученные данные по оценке качества композитных смесей, органолептических и физико-химических свойств готовых изделий хлеба, выпеченного при сокращенном времени брожения, но с предварительной активацией хлебопекарных дрожжей суспензией овощного порошка, можно сделать ряд выводов. Во-первых, наиболее высокие потребительские и технологические характеристики имеют образцы хлеба на основе пшеничной муки высшего сорта и порошков томатов, капусты белокочанной и свеклы столовой в количестве 3 % от массы муки. Дальнейшее повышение концентраций изучаемых порошков приводило к снижению органолептических и технологических показателей готовой продукции. Во-вторых, предварительная активация хлебопекарных дрожжей овощными порошками позволяет сократить время брожения при сохранении достаточно хороших свойств продукции. Следует отметить, что активацию лучше проводить в 3%-й суспензии порошков. И наконец, в качестве самых ароматных и вкусных были отмечены образцы хлеба, содержащие 3 % порошка томатов и 3 % порошка капусты белокочанной от массы пшеничной муки высшего сорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин, А. А. Перспективы создания хлебобулочных изделий функционального назначения / А. А. Лукин // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 95–97.
2. Бисчокова, Ф. А. Использование яблочного сока в производстве хлебобулочных изделий для детского питания / Ф. А. Бисчокова, Л. З. Бориева, М. А. Абазова // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1, № 5. – С. 128–130.
3. 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.
4. Цыганова, Т. Б. Пищевые волокна и их использование при производстве изделий функционального питания [Электронный ресурс] / Т. Б. Цыганова, О. А. Ильина, Е. И. Крылова // Актуальные проблемы развития пищевой промышленности и стандартизации пищевых продуктов : сб. материалов VIII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 23–24 апр. 2002 г. / Моск. гос. технологич. акад. – М. : МГТА, 2002. – С. 116–118. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=25564296>. – Дата доступа : 10.01.2019.
5. Попова, Н. В. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции / Н. В. Попова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 4 (74). – С. 143–151.
6. Гафоров, Ж. С. Технология овощного полуфабриката для мучных кондитерских и кулинарных изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Ж. С. Гафоров. – М., 1994. – 156 с.
7. Волощук, Г. Г. Влияние овощных порошков на качество макаронных изделий / Г. Г. Волощук, В. В. Манк, В. Г. Юрчак // Хлебопродукты. – 2005. – № 12. – С. 44–46.
8. Бабьева, И. П. Биология дрожжей / И. П. Бабьева, И. Ю. Чернов. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 221 с.
9. Chatterjee, A. *Saccharomyces cerevisiae* THI4p is a suicidal thiamin thiazole synthase / A. Chatterjee [et al.] // Nature. – 2011. – Vol. 478, issue 7370. – P. 542–546.

10. Lai, R.-Y. Thiamin pyrimidine biosynthesis in *Candida albicans*: a remarkable reaction between histidine and pyridoxal phosphate / R.-Y. Lai [et al.] // J. Am. Chem. Soc. – 2012. – Vol. 134, issue 22. – P. 9157–9159.

11. Iwashima, A. Carrier-mediated transport of thiamine in baker's yeast / A. Iwashima, H. Nishino, Y. Nose // Biochim. Biophys. Acta. – 1973. – Vol. 330, issue 2. – P. 222–234.

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

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

Поступила в редакцию 20.02.19.

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

Vol. 9, No. 2, 2019, pp. 62–72

© Yanka Kupala State University of Grodno, 2019

The influence of vegetable powders on the dynamics of fermentation and quality of wheat bread of experimental baking

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, the results of the evaluation of the influence of tomato powder, cabbage and beetroot on the physical and chemical characteristics of composite mixtures based on wheat flour, the fermentation process in the production of bread and the quality of the finished products are analyzed. In the introduction the reasons for the decline in the quality of bakery products are considered, the rationale for the need to produce bakery products of a functional purpose with high nutritional value and good consumer properties is presented. The role of fruits and vegetables, their processing products is indicated not only as promising concentrating additives in baking, but also ingredients that contribute to the intensification of the fermentation process and allow to solve the problem of the full and waste-free use of secondary raw materials of the fruit and vegetable industry. The goal of the work is to evaluate the character of influence of tomato powder, beetroot and cabbage in composite mixtures based on wheat flour on the quality of mixtures, semi-finished products and finished bakery products. The main part of the work presents and analyzes the results on the study of quality indicators for composite mixtures, including wheat flour of the highest grade and powders of tomatoes, white cabbage and table beet in the amount of 3, 5 and 7 % by weight of wheat flour. A decrease in the mass fraction of raw gluten, its tensile properties, hydration ability and slight changes in the elasticity of the gluten complex of composite mixtures was noted. The effect of pre-activation of baker's yeasts by a suspension of vegetable powders on the rate of gas formation during the fermentation of dough was studied. Table beet, white cabbage and tomato powders activated gas formation, respectively, 4.8–8.8 times; 3.4–5.0 times; 1.5–2.1 times relative to the control. The organoleptic and physical and chemical indicators of the quality of finished bread products baked according to the recommendations of test baked goods and including the above-mentioned powders in the recipe with a reduced fermentation time were quite good.

Keywords: flour composite mixtures, vegetable powder, fermentation activation, bread porosity, bread form-holding capacity.

References

1. Lukin A. A. Prospects for making of functional bakery products [*Perspektivy sozdaniia khlebobulochnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniia*]. *Bulletin of SUSU. Food and Biotechnology series*, 2015, vol. 3, No. 1, pp. 95-97.

2. Bischoikova F. A., Borieva L. Z., Abazova M. A. Use of apple juice in the production of bakery products for baby food [*Ispos'zovanie iablochnogo soka v proizvodstve khlebobulochnykh izdelii dlia detskogo pitaniia*]. *Successes of modern science*, 2017, vol.1, No. 5, pp. 128-130.

3. Ivanova I. V. [et al.]. Use and production of fruit and vegetable additives in the production of flour, confectionery and bakery products [*Ispos'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.

4. Tsyganova T. B., Ilyina O. A., Krylova E. I. Dietary fibers in the production of bakery products for functional nutrition [*Pishchevye volokna v proizvodstve khlebobulochnykh izdelii dlia funktsional'nogo pitaniia*]. *Actual problems of food industry development and food standardization : materials of the 8th Int. conf.*, Moscow, Apr. 23-24, 2002. pp. 116-118. [Electronic resource].
5. Popova N. V. [et al.]. Antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their impact on the quality and preservation of products [*Antioksidantnye svoistva funktsional'nykh pishchevykh ingredientov, ispol'zuemykh pri proizvodstve khlebobulochnykh i molochnykh produktov, ikh vliianie na kachestvo i sokhraniemoost' produktii*]. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2017, vol. 79, No. 4 (74), pp. 143-151.
6. Gafforov Zh. S. Technology of flour semi-finished product for flour confectionery and culinary products [*Tekhnologiya muchnogo polufabrikata dlia muchnykh konditerskikh i kulinarnykh izdelii : dis. ... kand. tekhn. nauk*]. Moscow, 1994, 156 p.
7. Voloshchuk G. G., Mank V. V., Yurchak V. G. Influence of vegetable powders on the quality of pasta [*Vliianie ovoshchnykh poroshkov na kachestvo makaronnykh izdelii*]. *Bakery products*, 2005, No. 12, pp. 44-46.
8. Babieva I. P., Chernov I. Yu. Biology of yeasts [*Biologiya drozhzhei*]. Moscow, 2004, 221 p.
9. Chatterjee A. [et al.]. *Saccharomyces cerevisiae* THI4p is a suicidal thiamin thiazole synthase. *Nature*, 2011, vol. 478, issue 7370, pp. 542-546.
10. Lai R.-Y. [et al.]. Thiamin pyrimidine biosynthesis in *Candida albicans*: a remarkable reaction between histidine and pyridoxal phosphate. *J. Am. Chem. Soc.*, 2012, vol. 134, issue 22, pp. 9157-9159.
11. Iwashima A., Nishino H., Nose Y. Carrier-mediated transport of thiamine in baker's yeast. *Biochim. Biophys. Acta*, 1973, vol. 330, issue 2, pp. 222-234.
12. Pashchenko L. P. [et al.]. Workshop on the technology of bread, pastry and pasta (bakery technology) [*Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdelii (tekhnologiya khlebobulochnykh izdelii) : ucheb. posobie*]; Ed. L. P. Pashchenko. Moscow, 2006, 215 p.
13. Workshop on Microbiology [*Praktikum po mikrobiologii : ucheb. posobie*]; Ed. N. S. Egorov. Moscow, 1976, 307 p.



Вниманию авторов!

В научном, производственно-практическом журнале

«Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы.
Серія 6. Тэхніка»

предлагаются следующие рубрики:

физика конденсированного состояния (технические науки); материаловедение и технология материалов; трение и износ в машинах; технология и оборудование механической и физико-технической обработки; математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; порошковая металлургия и композиционные материалы; нанотехнологии и наноматериалы; технология и переработка полимеров и композитов; процессы и аппараты пищевых производств; машины, агрегаты и процессы; строительные материалы и изделия; история науки и техники.