

Русина Ирина Михайловна
[Rusina Iryna]¹,
Колесник Ирина Михайловна
[Kolesnik Iryna]²,
Гузевич Алиция Ивановна
[Guzevich Alitsiya]¹

УДК 664.662

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.11

Показатели хлебных палочек на основе пшеничной, ржаной муки и порошков крупноплодных и мелкоплодных сортов томатов

Indicators of bread sticks based on wheat, rye flour and powders of large-fruited and small-fruited varieties of tomatoes

¹Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Беларусь /Grodno State Agrarian University, Grodno, Belarus

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь / Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus

Аннотация. В статье представлены результаты определения показателей качества композитных смесей, полуфабрикатов и хлебных палочек на основе пшеничной муки первого сорта, ржаной сеянной муки в соотношениях 70 и 30 частей; 80 и 20 частей и порошков томатов крупноплодных и мелкоплодных сортов в дозировке 1–9 % от массы смеси муки. Отмечалось увеличение титруемой кислотности композитных смесей, теста и выпеченных изделий при увеличении количества порошков из томатов и незначительные изменения набухаемости изделий. Суспензия порошков крупноплодных и мелкоплодных томатов активировала процессы газообразования, что позволило совершенствовать процесс тестоведения. Достоверных различий между показателями качества образцов смесей и хлебных палочек при использовании порошка из крупноплодных или мелкоплодных томатов, а также при разных соотношениях пшеничной и ржаной муки, но с одинаковыми дозировками обогатительной добавки не наблюдалось. Предложено использовать порошок томатов крупноплодных сортов в количестве 7 % для активации дрожжей при получении хлебных палочек функционального назначения.

Ключевые слова: порошок томатов, хлебные палочки на основе биологических разрыхлителей, функциональные продукты питания.

Abstract

The article presents the results of determining the quality indicators of composite mixtures, semi-finished products and bread sticks based on wheat flour of the first grade, sifted rye flour in ratios of 70 and 30 parts; 80 and 20 parts and powders of large-fruited and small-fruited varieties of tomatoes at a dosage of 1–9 % by weight of the flour mixture. An increase in the titratable acidity of composite mixtures, dough and baked products was noted with an increase in the amount of tomato powders while the wettability of products remained virtually unchanged. A suspension of powders of large-fruited and small-fruited tomatoes activated the processes of gas formation, which made it possible to improve the dough process. No significant differences were found between the quality indicators of samples of mixtures and bread sticks when using powder from large-fruited or small-fruited tomatoes, as well as at different ratios of wheat and rye flour, but with the same dosages of enrichment. It is proposed to use the powder of large-fruited varieties of tomatoes in the amount of 7% for the activation of yeast in the production of functional bread sticks.

Key words: tomato powder, bread sticks, biological leavening agents, functional foods.

Введение. Отечественные и зарубежные ученые акцентируют внимание на целесообразности использования вторичных ресурсов производства и переработки сельскохозяйственной продукции для расширения ассортимента изделий направленного питания. Доказан положительный эффект внесения продуктов переработки овощей и плодов на пищевую и энергетическую ценность мучных изделий, показатели качества готовой продукции и на некоторые технологические этапы ее получения. Внедрение в производство результатов исследований способствует решению вопросов полной переработки плодовоовощного сырья в местах его хранения или консервирования [1–3].

Большое значение в питании современного человека занимают хлебобулочные изделия с пониженной влажностью, поэтому высокий научный и практический потенциал имеют разработки рецептур этих продуктов с целью придания им функциональной направленности [4–6].

На выбор нами обогатительного ингредиента для получения хлебных палочек повлияли результаты экспериментальных исследований, которые свидетельствуют о достаточно высоком содержании в свежих томатах аминокислот, ферментов, сахаров, органических кислот, пищевых волокон, пектиновых веществ и минеральных солей. Многие фенольные кислоты и каротиноиды томатов обладают выраженной антиоксидантной активностью, следовательно, оказывают защитное действие от окислительного стресса [7]. В томатах отмечалась высокая амилазная активность, что может повлиять на процесс брожения и показатели качества готовых мучных изделий [8].

Порошок из томатов, полученный с использованием различных видов сушки, также содержит значительные количества белковых веществ, сахаров, жиров, каротиноидов, пищевых волокон, органических кислот и минеральных элементов [9–12].

Поиск данных научной литературы для обоснования темы исследований выявил ряд публикаций, в которых представлены результаты по определению влияния томатного порошка на процессы брожения и показатели качества хлебобулочных и кондитерских изделий. Авторы отмечали положительное влияние определенных дозировок порошка из томатов на органолептические и физико-химические свойства крекеров, песочного печенья, пряников и булочных изделий, а также определили оптимальные стадии внесения обогатительной добавки [13–17].

Однако ранее в научных статьях не рассматривались вопросы использования томатного порошка из крупноплодных и мелкоплодных сортов томатов при получении хлебных палочек на основе смеси пшенично-ржаной муки. Этот факт обусловил цель исследования – определение целесообразности получения хлебных палочек на основе композитных смесей из пшеничной муки первого сорта, ржаной сеянной муки и различных дозировок порошков из крупноплодных и мелкоплодных сортов томатов.

Материалы и методы.

В экспериментальной работе использовалось следующее сырье: мука пшеничная первого сорта (СТБ 1666-2006 «Мука пшеничная. Технические условия»), мука ржаная сеянная (ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная. Технические условия»), дрожжи прессованные (ГОСТ 171-2015 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия»), соль каменная поваренная (СТБ 1828-2008 «Соль каменная поваренная пищевая. Технические условия»), сахар (ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»), масло подсолнечное (ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия»), вода питьевая (СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»), порошки томатов (ГОСТ 32065-2013 «Овощи сушеные. Общие технические условия»).

Композитные смеси и готовые изделия оценивали на соответствие требованиям СТБ 1910-2008 «Зернопродукты. Смеси композитные. Общие технические условия» и ГОСТ 28881-90 «Палочки хлебные. Общие технические условия».

В соответствии с ГОСТ 27558-87 «Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста» осуществляли органолептическую оценку муки и композитных смесей, использовали ГОСТ 27493-87 «Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке» и ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности» для определения физико-химических показателей качества муки и композитных смесей (кислотности и влажности). Для исследования качества высушенного порошка томатов руководствовались ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги».

В ходе модельного эксперимента была изучена газообразующая способность дрожжей в присутствии разных дозировок обогатительных добавок, а также определялось влияние томатного порошка на газообразование прессованных дрожжей на разных сроках хранения биологического разрыхлителя [18].

Экспериментальная работа осуществлялась по четырем вариантам композитных смесей:

– 1 вариант – соотношение муки пшеничной первого сорта и ржаной сеянной 70 и 30 частей, порошок крупноплодных сортов томатов в количестве 1,0–9,0 % от общей массы пшеничной и ржаной муки;

– 2 вариант – соотношение муки пшеничной первого сорта и ржаной сеянной 70 и 30 частей, порошок мелкоплодных сортов томатов в количестве 1,0–9,0 % от общей массы пшеничной и ржаной муки;

– 3 вариант – соотношение муки пшеничной первого сорта и ржаной сеянной 80 и 20 частей с внесением порошка крупноплодных сортов томатов в дозировках 1,0–9,0 % от общей массы муки.

– 4 вариант – соотношение муки пшеничной первого сорта и ржаной сеянной 80 и 20 частей с добавлением порошка мелкоплодных сортов томатов в дозировках 1,0–9,0 % от общей массы муки.

Сравнивали полученные данные с результатами определения показателей качества контрольных образцов, включающих пшеничную и ржаную муку в количестве 70:30 частей и 80:20 частей.

За основу для совершенствования была выбрана утвержденная рецептура [19]. В состав контрольных образцов хлебных палочек первого и второго вариантов опыта были включены (на 100 грамм смеси муки): мука пшеничная первого сорта (80 г или 70 г); ржаная сеянная (20 г или 30 г); соль (2 г); сахар (2 г); дрожжи хлебопекарные прессованные (5 г); подсолнечное масло на смазку и вода по расчету. В опытные образцы добавляли порошок крупноплодных или мелкоплодных томатов в соответствии с вариантами исследований в количестве 1–9 г от массы смеси муки. Для получения порошка порезанные томаты сушили в сушильном шкафу TauRo при температуре 90 °C, затем размальывали на лабораторной мельнице МЛ-1 с последующим просеиванием через сито для пшеничной муки первого сорта.

На основании данных модельного опыта по изучению газообразующей способности дрожжей и данных предыдущих исследований [13] предусматривали усовершенствованный способ тестоведения по сравнению с традиционным [20]. Процесс включал предварительную активацию суспензии дрожжей порошком томатов при температуре 30 °C в течение 15 минут. Затем в дрожжевую суспензию с порошком вносили остальные компоненты, замешивали тесто влажностью 37 %, оставляли на отлежке 10 минут при температуре 20 °C, раскатывали, формировали полуфабрикаты и оставляли в рассстойном шкафу на 30 минут при температуре 30 °C.

Листы с заготовками помещали в лабораторную электропечь ШХЛ-065 СПУ и выпекали 10–12 минут при температуре 200–210 °C.

Результаты и обсуждение. Показатели качества муки пшеничной первого сорта и ржаной сеянной соответствовали требованиям ТНПА.

Полученные порошки крупноплодных и мелкоплодных томатов не отличались по органолептическим показателям и имели оранжевый цвет, свойственный томатам вкус и запах. Влажность порошка из крупноплодных томатов составила 11,3 %.

По внешнему виду составленные композитные смеси были достаточно однородные. При увеличении количества обогатительной добавки цвет менялся от светло-кремового до кремового с красным оттенком, также усиливался привкус и запах сушеных томатов. С увеличением дозировки порошков томатов во всех вариантах смесей наблюдалось снижение влажности и повышение титруемой кислотности (таблица 1), что обусловлено высоким содержание в томатах пищевых кислот и других соединений, имеющих кислый характер.

Таблица 1 Показателей качества композитных смесей

Table 1 – Quality parameters of composite mixtures

Показатель / Indicator	Количество добавки, % / Amount of additive, %					Контроль / Control
	1	3	5	7	9	
Вариант 1 / Variant 1						
Влажность, % / Humidity, %	11,6±0,2	11,0±0,2	10,5±0,3	10,1±0,3	10,4±0,3	11,8±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,6±0,2	8,9±0,2	10,5±0,2	10,6±0,2	12,3±0,3	3,9±0,2
Вариант 2 / Variant2						
Влажность, % / Humidity, %	11,6±0,2	11,2±0,2	10,7±0,3	10,0±0,3	9,8±0,3	11,8±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,6±0,2	8,7±0,2	9,9±0,2	10,9±0,2	12,7±0,3	3,9±0,2
Вариант 3 / Variant3						
Влажность, % / Humidity, %	11,0±0,2	10,8±0,2	10,6±0,3	10,1±0,3	9,9±0,2	11,7±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,3±0,2	7,8±0,2	8,3±0,2	9,9±0,2	12,3±0,3	3,8±0,2
Вариант 4 / Variant 4						
Влажность, % / Humidity, %	11,5±0,2	11,3±0,3	10,8±0,2	9,9±0,3	9,7±0,2	11,7±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,0±0,2	7,9±0,2	8,3±0,2	10,1±0,2	12,5±0,4	3,8±0,2

Сравнительный анализ показателей показал, что по всем вариантам исследований не отмечалось существенной разницы между значениями влажности образцов при равных количествах обогатительных добавок. Величины титруемой кислотности были выше при использовании в смесях 30 % ржаной муки. Не выявили достоверных различий значений этого показателя между пробами с одинаковыми дозировками порошка томатов крупноплодных и мелкоплодных сортов.

От всех опытных образцов композитных смесей удалось отмыть клейковину, которая относилась ко II группе качества, упругость ее снижалась несущественно при увеличении дозировки обогатительной добавки. Регистрировали повышение расплываемости шарика теста при увеличении массовой доли порошков томатов во всех составленных вариантах композитных смесей на 0,33–0,50 см, при этом не отмечалась четкая зависимость изменений этого показателя от сорта томатов.

С целью совершенствования процесса тестоведения выполнена оценка возможности предварительной активации дрожжей суспензией порошков из томатов. Процесс переключения ферментных систем дрожжей с дыхательного на бродильный метаболизм протекает более быстро в небольшом количестве оптимальной по составу питательной среды [21]. В нашем эксперименте в водную суспензию дрожжей был внесен порошок из томатов крупноплодного или мелкоплодного сорта. Пробирку закрывали затвором Мейсля и

термостатировали при 30 °C в течение 15 минут. Полученные на данном этапе результаты показали повышение газообразования при использовании порошка из крупноплодных томатов в 2,41–3,00 раза, а при добавлении в среду порошка из мелкоплодных томатов – в 5,12–5,74 раза по отношению к контролю. При этом количество выделяемого углекислого газа пропорционально увеличивалось с повышением количества порошка из томатов от 1 % до 9 % относительно массы муки. На этапе дальнейшего 60-минутного брожения в присутствии мучных смесей регистрировалось превышение суммарного количества выделившегося CO₂ в пересчете на 1 грамм дрожжей по сравнению с контролем в 1,16–2,52 раза в первом варианте композитной смеси; в 1,32–1,87 раз во втором варианте; в 1,25–2,20 раз в третьем; в 1,09–2,11 раза в четвертом варианте композитной смеси (рисунок 1).

С учетом всех предварительных экспериментов было принято решение проводить пробные выпечки по всем вариантам композитных смесей, используя предварительную активацию дрожжей.

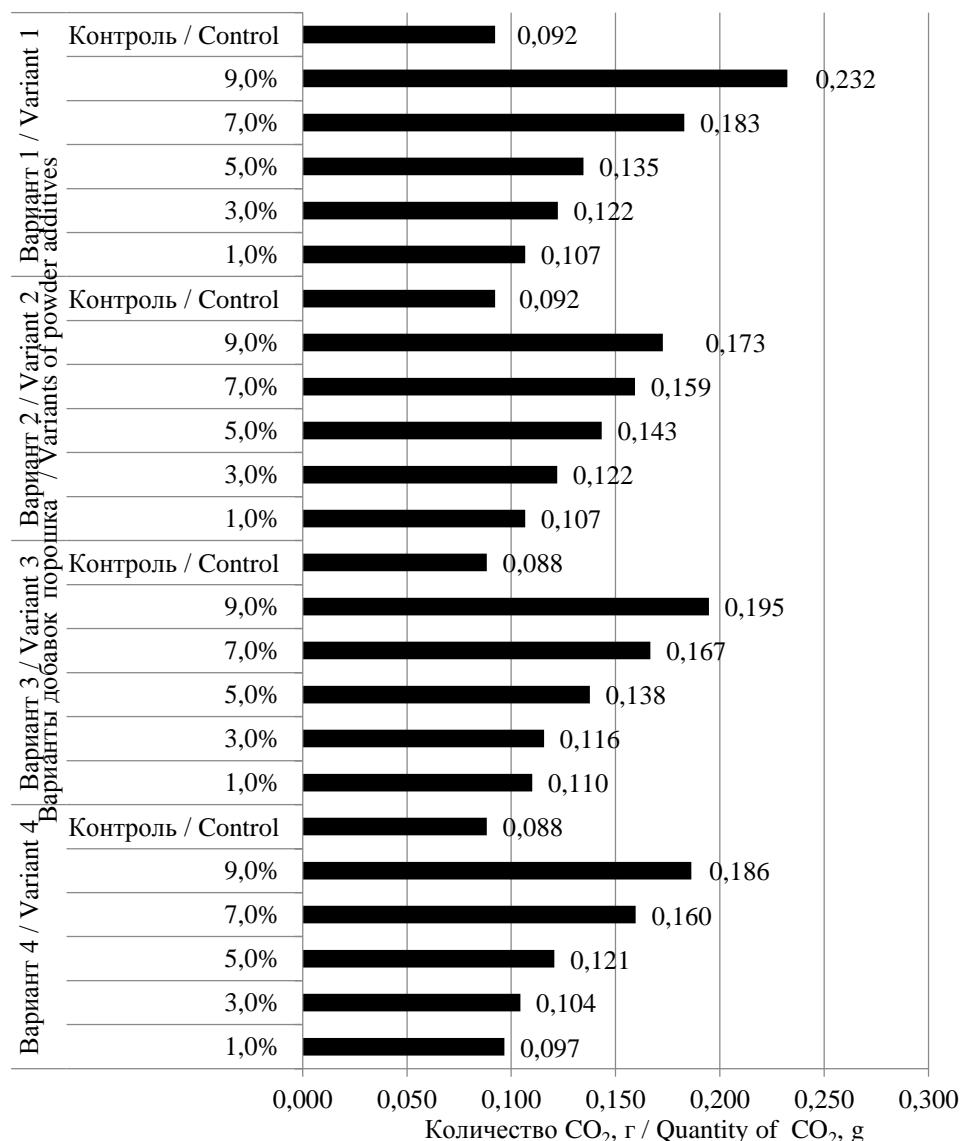


Рисунок 1 – Образование CO₂ в пересчёте на 1 г дрожжей в четырех вариантах композитных смесей

Figure 1 – CO₂ generation per 1 grame of yeast in the four variants of the composite mixtures

В процессе оценки показателей качества полуфабрикатов было отмечено изменение их цвета при увеличении дозировки порошка от светло-желтого до коричневого. Тесто всех образцов имело однородную структуру и хорошо замешивалось. При повышении количества

вносимых добавок отмечалось незначительное снижение влажности и увеличение кислотности полуфабрикатов.

У хлебных палочек всех опытных вариантов не было выявлено отличий в органолептических свойствах при использовании в рецептуре равных по количеству дозировок порошка из крупноплодных или мелкоплодных сортов томатов. В зависимости от количества внесенного порошка из томатов цвет изделий изменялся от светло-желтого до коричневого, усиливая приятный привкус и запах высушенных овощей. У хлебных палочек с дозировкой томатного порошка 9 % наблюдался кисловатый привкус с едва заметной горчинкой. Форма готовых образцов опытных систем была округлая, без вмятин, поверхность – гладкая без вздутий, а при содержании порошка 9 % визуализировались его незначительные вкрапления. Отмечалась разрыхленная, пропеченная внутренняя часть изделий без признаков непромеса с равномерными порами.

Достоверной разницы значений физико-химических показателей вариантов исследований при использовании равных количеств порошков крупноплодных и мелкоплодных сортов томатов в пределах одного соотношения пшеничной и ржаной муки не отмечалось (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества хлебных палочек
Table 1 – Quality parameters of bread sticks

Показатель /Indicator	Количество добавки, % Amount of additive, %					
	1	3	5	7	9	Контроль / Control
Вариант 1 / Variant 1						
Влажность, % / Humidity, %	10,1±0,2	9,8±0,2	9,2±0,2	9,0±0,2	8,4±0,2	10,0±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,3±0,2	8,6±0,2	9,8±0,2	10,1±0,2	11,8±0,3	3,9±0,2
Коэффициент набухаемости / Swelling coefficient	1,020± 0,05	1,020± 0,05	1,020± 0,04	1,035± 0,06	1,013± 0,04	1,090± 0,05
Вариант 2 / Variant 2						
Влажность, % / Humidity, %	10,0±0,2	9,4±0,2	9,1±0,2	8,9±0,2	8,3±0,2	10,0±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	7,2±0,2	8,4±0,2	9,5±0,2	10,5±0,2	12,1±0,3	3,9±0,2
Коэффициент набухаемости, / Swelling coefficient	1,021± 0,04	1,022± 0,04	1,022± 0,05	1,036± 0,05	1,014± 0,04	1,090± 0,05
Вариант 3 / Variant 3						
Влажность, % / Humidity, %	10,0±0,2	9,2±0,2	9,0±0,2	8,8±0,2	8,6±0,2	9,9±0,2
Кислотность, градусов / Acidity, degrees	6,9±0,2	7,3±0,2	8,0±0,2	9,2±0,2	11,8±0,3	3,8±0,2
Коэффициент набухаемости / Swelling coefficient	1,020± 0,04	1,025± 0,04	1,022± 0,05	1,029± 0,05	1,015± 0,03	1,100± 0,04
Вариант 4 / Variant 4						
Влажность, % / Humidity, %	10,1±0,2	9,4±0,2	9,1±0,2	8,9±0,2	8,7±0,2	9,9±0,2

Кислотность, градусов / Acidity, degrees	6,7±0,2	7,3±0,2	8,0±0,2	9,5±0,2	11,9±0,4	3,8±0,2
Коэффициент набухаемости / Swelling coefficient	1,019± 0,03	1,021± 0,04	1,027± 0,05	1,033± 0,05	1,010± 0,03	1,100± 0,04

Регистрировали предполагаемое повышение титруемой кислотности с увеличением количества внесенного в рецептуру порошка томатов и снижение влажности хлебных палочек всех вариантов исследований. Титруемая кислотность была выше у проб первого и второго варианта исследований за счет внесения большего количества ржаной муки. Эти данные согласуются с результатами анализа композитных смесей и полуфабрикатов. Титруемая кислотность превышала нормируемую по ТНПА, однако для изделий, включающих томатодобавки, допускается повышение величины этого показателя.

Коэффициент набухаемости изменялся не пропорционально количеству вносимой добавки, что объясняется постепенным повышением количества пектиновых веществ при внесении больших дозировок добавки, а с другой стороны уменьшением содержания белков проламиновых и глютелиновых фракций муки в композитных смесях. Наилучшие результаты по этому показателю имели образцы, содержащие дозировки обогатительных порошков 5 и 7 % от массы муки.

По результатам дегустации были выбраны образцы, включающие 7 % порошка крупноплодных и мелкоплодных томатов, при использовании соотношений муки пшеничной и ржаной – 70 и 30 частей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Образцы изделий хлебных палочек: 1 – контрольный образец (смесь 70 и 30 частей пшеничной и ржаной муки), 2 – смесь 70 и 30 частей пшеничной и ржаной муки и 7 % томатного порошка крупноплодных томатов, 3 – смесь 70 и 30 частей пшеничной и ржаной муки и 7 % томатного порошка мелкоплодных томатов

Figure 2 – Samples of bread sticks: amples of bread sticks: 1 – control sample (a mixture of 70 and 30 parts of wheat and sifted rye), 2 – a mixture of 70 and 30 parts of wheat and sifted rye and 7 % tomato powder of large-fruited tomatoes, 3 – a mixture of 70 and 30 parts of wheat and sifted rye and 7 % tomato powder of small-fruited tomatoes

Учитывая более высокую экономическую целесообразность использования порошка из крупноплодных томатов, в дальнейших исследованиях использовали муку пшеничную и ржаную в соотношении 70 и 30 частей и порошок из крупноплодных томатов. В процессе хранения хлебных палочек этого варианта при температуре, не превышающей 25 °C, в полиэтиленовых пакетах в течение 15 дней не было отмечено признаков порчи и ухудшения органолептических показателей изделий.

С целью оценки влияния компонентов томатного порошка на параметры жизнеспособности и бродильной активности используемых прессованных хлебопекарных

дрожжей с различной продолжительностью хранения от даты производства был проведен модельный эксперимент, в котором определяли долю почкующихся клеток, долю мёртвых клеток и степень активации суспензией порошка томатов. Использовали два образца прессованных дрожжей, хранившихся при температуре +4 °C в течение 10 суток от даты изготовления (вариант 1) и 45 суток (вариант 2, последний день срока годности, установленного производителем). На первом этапе навеску дрожжей (3 г) суспензировали в воде с порошком крупноплодных томатов, внесённым в количестве 7 % от расчетной массы муки. Колбы закрывали затвором Мейсля и выдерживали 15 минут в термостате при +30 °C. В качестве контрольной пробы использовали дрожжевую суспензию без муки. На втором этапе к имеющимся суспензиям добавляли пшенично-ржаную смесь (70:30) и продолжали культивирование еще в течение 60 минут, периодически взвешивая колбы. Повторность эксперимента – 3-кратная.

Микроскопическое изучение физиологического состояния хлебопекарных дрожжей в препаратах «раздавленная капля», окрашенных метиленовым синим, показало, что на начальный момент времени доли мёртвых клеток в большом квадрате камеры Горяева ($n=15$) в исследуемых образцах с различной длительностью хранения составляли 5,38–6,81 % (таблица 3) и при сравнении долей методом χ^2 статистически не различались ($p=0,685$). Доли почкующихся клеток составляли 16,14 % в суспензии варианта 1 и 7,02 % – в варианте 2; различия между вариантами достоверны при $p=0,046$ (таблица 3). Более низкое содержание почкующихся клеток во втором образце может быть связано с более длительным периодом хранения от даты производства.

Таблица 3 – Оценка жизнеспособности дрожжей / Table 3 – Yeast viability assessment

Суспензии дрожжей / Yeast suspensions	Время, минут / Time, minutes	Параметры / Parameters	
		Доля мёртвых клеток, % / Proportion of dead cells, %	Доля почкующихся клеток, % / Proportion of budding cells, %
Контроль 1 / Control 1	0	6,81	16,14
	15	5,94	15,72
Контроль 2 / Control 2	0	5,38	7,02
	15	5,13	8,80
Вариант 1 / Variant 1	15	5,52	15,34
Вариант 2 / Variant 2	15	4,89	9,53

После завершения 15-минутного первого этапа эксперимента – активации дрожжей в анаэробных условиях без муки – микроскопическая картина свидетельствовала, что доли мертвых клеток и почкующихся клеток в контрольных образцах обоих вариантов статистически значимо не изменились по сравнению с исходными значениями ($p>0,6$), не выявлены также различия между самими контрольными суспензиями ($p>0,4$). В суспензиях дрожжей обоих вариантов с добавлением порошка из томатов также не наблюдалось различий ($p>0,6$) как по сравнению с исходным состоянием, так и по сравнению с соответствующим 15-минутным контролем (таблица 3). Можно заключить, что за период наблюдения в анаэробных условиях культивирования в обеих суспензиях на этапе предварительной активации клетки дрожжей сохранили жизнеспособность, но при этом не размножались. Соответственно, можно предположить, что независимо от длительности хранения хлебопекарных дрожжей адаптация и перестройка обмена веществ на бродильные процессы происходила на достаточном уровне.

Анализируя суммарное количество углекислого газа, выделившегося за время наблюдения за суспензиями в пересчете на 1 грамм дрожжей, установили, что в обоих вариантах опыта добавление порошка из томатов к смеси муки привело к активации брожения: в 3,13 раз по сравнению с контролем в первом образце и в 2,82 раза – во втором (рисунок 2). На первом этапе брожения – с добавлением порошка из крупноплодных томатов, без муки – газообразование во всех колбах было незначительным. Статистически достоверные различия

между двумя образцами, а также между образцом и соответствующим контролем, не были обнаружены (Z-критерий в teste Манна-Уитни принимал значения от 0,21 до 1,53 при $p>0,1$).

На втором этапе, после добавления смеси пшеничной и ржаной муки (70:30), уже в первые 30 минут наблюдения была отмечена активация процесса в 1,78–2,26 раз в сравнении с контрольными колбами; при этом более сильное газообразование происходило в образце 2 (с более длительным периодом хранения). В следующие 30 минут скорость брожения еще больше возросла ($p<0,05$): в образце 1 превысила контроль в 4,15 раз, а в образце 2 – в 3,37 раз.

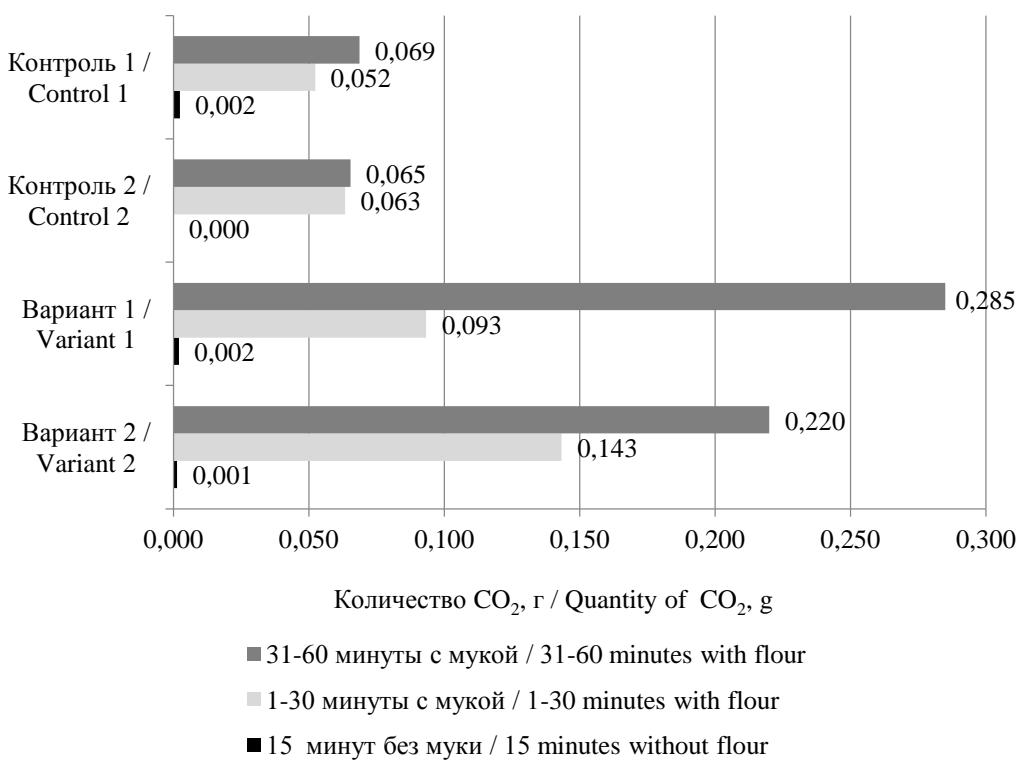


Рисунок 3 – Образование CO₂ при активации хлебопекарных дрожжей с различной длительностью хранения

Figure 3 – CO₂ generation during activation of baker's yeast with different storage times

Таким образом, добавление порошка из томатов к мучной смеси позволило существенно интенсифицировать газообразование даже в образце хлебопекарных дрожжей на пределе срока годности.

Заключение. Результаты значительной предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей супензией порошка томатов обосновали целесообразность проведения пробных выпечек хлебных палочек с обогатительным порошком в условиях сокращения периода отлежки и расстойки. Значительные количества моно- и дисахаридов, аминокислот, каротиноидов, высокая амилазная активность порошка томатов способствуют повышению газообразующей способности дрожжей. Перспективность использования при получении хлебных палочек порошка крупноплодных и мелкоплодных томатов в дозировке 7 % от массы смеси пшенично-ржаной муки в соотношении 70 и 30 частей обосновано хорошими показателями качества композитных смесей, полуфабрикатов и готовых изделий, а также результатами дегустации. Порошок из томатов активирует прессованные хлебопекарные дрожжи на пределе их срока хранения, что имеет важное технологическое значение и может быть основанием для снижения дозировки вносимых в рецептуру дрожжей при определенных производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафьянов Д.А., Пехтерева А.А., Туксина К.С. Перспективы развития хлебопекарного производства. Экспериментальное обоснование к разработке и оценке качества хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. 2007. № 3. С. 39–41.
2. Лукин А.А. Перспективы создания хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник ЮУрГУ. Серия Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. №1. С. 95–97.
3. Кожемяко А. В., Сергеева И.Ю., Долголюк И.В. Экспериментальное определение биологически активных соединений в выжимках свеклы и моркови, районированных в Сибирском регионе // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 1. С. 179–187.
4. Понамарева Е.И. [и др.] Хлебные палочки повышенной пищевой ценности для ахлоридного питания // Гигиена питания: техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. №1. С. 114–124.
5. Веселова А.Ю. [и др.] Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения // Хлебопечение России. 2014. № 5. С. 18–20.
6. Азарова М.Г. Постные хлебные палочки // Хлебопечение России. 2014. № 1. С. 32–33.
7. Ali M.Y., Sina A.A., Khandker S.S., Neesa L. [et al.] Nutritional composition and biologically active compounds of tomatoes and their impact on human health and diseases: review // Products. 2020. Vol. 10. N 1. P. 45. DOI: [https://doi.org/10.3390/ foods10010045](https://doi.org/10.3390/foods10010045)
8. Alam M. J. [et al.] Enzyme activities in relation to sugar accumulations in tomato // Proc. PakistanAcad. sci. 2006.43(4). Pp. 241–248.
9. Наумова Н.Л., Журавель В.В., Бурмистров Е.А., Бурмистрова О.М. Пищевая ценность порошка из томатов, выращенных в разных географических районах челябинской области / Контроль качества и безопасность пищевой продукции // Инновации и продовольственная безопасность. 2021. № 3 (33). С. 22–28.
10. Остриков А.Н., Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Комплексная технология переработки томатного сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015(63). С.12–17.
11. Попов, В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. Результаты исследований показателей процесса ИК-сушки томатов по содержанию аскорбиновой кислоты // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 9–3(63). С. 58–62.
12. Томаты: основные направления использования в пищевой промышленности (обзор) / Ефремов Д.П., Жаркова И.М., Плотникова И.В. [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. 84(1). Pp. 181–195.
13. Русина И.М., Колесник И.М. Порошок томатов как перспективная добавка для активации хлебопекарных дрожжей при производстве крекеров // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 6. Тэхніка. 2020. Том 10. № 1. С. 66–77.
14. Алтухов И.В., Быкова С.М., Очиров В.Д. Перспективы применения томатного порошка в рецептуре песочного печенья // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8. С. 185.
15. Способ приготовления заварных пряников с томатным порошком из мелкоплодных томатов. пат. RU 2494624 / О.В. Перфилова, А.А. Потапова, Д.В. Акишин, Л.Г. Елисеева. Опубл. 10.10.2013.
16. Казимирова М.А., Першакова Т.В., Матвиенко А.Н. [и др.]. Разработка технологии и рецептуры сдобных булочных изделий, обогащенных пищевыми добавками // Новые технологии / New technologies. 2018. № 1. С. 37–42.
17. Гаджиева А.М., Маллаева Д., Муртазалиева З. [и др.]. Использование томатного порошка в национальных дагестанских хлебобулочных изделиях // Повышение качества и

безопасности пищевых продуктов: материалы X всероссийской научно-технической конференции. Махачкала: ДГТУ. 2020. С. 18–21.

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

19. Зверева Л.Ф., Немцова З.С., Волкова Н.П. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 416 с.

20. Шаршунов В.А. [и др.] Технология и оборудование для производства хлебобулочных изделий: учеб. пособие; под общ. ред. В.А. Шаршунова. Мн.: Минсата, 2017. 1008 с.

21. Гвасалия Т.С., Якименко Т.П., Макличенко О.А. Дрожжи хлебопекарные как основное сырье хлебопекарного производства // Современная наука и инновации. 2016. №4 (16). С. 144–158.

REFERENCES

1. Safjanov D.A., Hetereva A.A., Tuksina K.S. Prospects of development of a baking production. An experimental substantiation to working out and an estimation of quality of bread, bakery and flour confectionery products of a functional purpose // Food Processing: Techniques and Technology. 2007. Vol. 3. Pp. 39–41.
2. Lukin A.A. Prospects of creating bakery products of a functional purpose // Bulletin of the South Ural State UniversitySeries “Food and Biotechnology”. 2015. Vol. 3. No. 1. Pp. 95–100.
3. Kozhemayko AV, Sergeeva I.Yu., Dolgolyuk I.V. Experimental Determination of Biologically Active Compounds in Pomace of Siberian Beet and Carrot// Food Processing: Techniques and Technology. 2021. Vol. 51. No.1. Pp. 179-187. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-179-187>.
4. Ponomareva E.I. [et al.]Breadsticks with enhanced nutritional value for salt-free nutrition //Food Processing: Techniques and Technology. 2018.Vol. 48.No. 1.Pp. 114–124. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-114-124.
5. Veselova A.Yu.[et al.] Influence of vegetable and fruit powders on the organoleptic characteristics of bread sticks for diabetic purposes // Baking in Russia. 2014. No. 5. Pp. 18–20.
6. Azarova M.G. Lenten breadsticks // Baking in Russia. 2014. No. 1. Pp. 32–33.
7. Ali M.Y., Sina A.A., Khandker S.S., Neesa L., Tanvir E.M., Kabir A. et al. Nutritional composition and biologically active compounds of tomatoes and their impact on human health and diseases: review // Products. 2020. Vol. 10, No. 1. P. 45. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
8. Alam M. J. [et al.] Enzyme activities in relation to sugar accumulations in tomato // Proc. Pakistan Acad. sci. 2006.Vol. 43. No. 4. Pp. 241-248
9. Naumova N.L., Zhuravel V.V., Burmistrov E.A., Burmistrova O.M. Nutritional value of powder from tomatoes grown in different geographical areas of the Chelyabinsk region / Quality control and food safety // Innovations and food safety. 2021. No. 3 (33). Hp. 22-28.
10. Ostrikov A.N., Gadzhieva A.M., Kas'yanov G.I. Integrated technology for processing tomato raw materials // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij. 2015. No. 1 (63). Hp. 12–17.
11. Popov V.M., Afon'kina V.A., Levinskij V.N. The results of studies of indicators of the process of IR drying of tomatoes on the content of ascorbic acid // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurna. 2017. No. 9–3 (63).Pp. 58–62.
12. Efremov D.P.[et al.] Tomatoes: main uses in the food industry (review) // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022; 84(1):181-195. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-1-181-195>
13. Rusina I.M., Kolesnik I.M. Tomato powder as a promising additive for the activation of baker's yeast in the production of crackers // Bulletin of the Grodzensk State University named after Yanka Kupala. Series 6. Technique. 2020. Volume 10. No 1. Pp. 66–77.

14. Altukhov I.V., Bykova S.M., Ochirov V.D. Prospects for the use of tomato powder in the recipe for shortbread biscuits // Vestnik KrasGAU. 2021. No. 8. P. 185.
15. Method for preparing custard gingerbread with tomato powder from small-fruited tomatoes. Pat. RU 2494624 / O.V. Perfilova, A.A. Potapova, D.V. Akishin, L.G. Elisha-va. – Published. 10/10/2013.
16. Kazimirova M.A. [et al.] Development of technology and recipes for rich bakery products enriched with food additives // New technologies. 2018. No. 1. Pp. 37–42.
17. Gadzhieva A., Mallaeva D., Murtazalieva Z., Muradova D. The use of tomato powder in national Dagestan bakery products) // Proceedings of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020. Pp. 18–21.
18. Practical manual on microbiology. Ed. by N. S. Egorov. Moscow, 1976. 307 p.
19. Zvereva L.F., Nemtsova Z.S., Volkova N.P. Technology and technochemical control of bakery production: a textbook. 3rd ed., revised and extended. M.: Light and food industry, 1983. 416 p.
20. Sharshunov V.A. [et al.] Technology and equipment for the production of bakery products: textbook. General Ed. V.A. Sharshunov. Minsk: Minsata, 2017. 1008 p.
21. Gvasaliya T.S., Yakimenko T.P., Maclichenko O.Y. The baking yeast as main raw materials for baking Modern // Science and Innovations. 2016. No 4(16). Pp. 144–158.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Русина Ирина Михайловна, к.б.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь; e-mail: rimih_2010@mail.ru

Rusina Iryna, Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: rimih_2010@mail.ru

Колесник Ирина Михайловна, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, пер. Доватора 3/1, Гродно, 230012, Беларусь; e-mail: kolesnik_irina@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>

Kalesnik Iryna, senior lecturer, Department of Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Dovatora Lane, 3/1, Grodno, 230012, Belarus, e-mail: kolesnik_irina@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5365-4751>

Гузевич Алисия Ивановна, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья, Гродненский государственный аграрный университет, ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь; e-mail: aliciya_ivanova@mail.ru

Guzevich Alitsiya, senior lecturer, Department of Technology of storage and processing of plant raw materials, Grodno State Agrarian University, Tereshkova St., 28, Grodno, 230008, Belarus; e-mail: aliciya_ivanova@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.04.2023

После рецензирования: 18.05.2023

Дата принятия к публикации: 09.06.2023