

УДК 664.64, 664.66.03

ПОВЫШЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ ЗАВАРНОГО ХЛЕБА ЗА СЧЕТ СТАБИЛИЗАЦИИ ЕГО СВОЙСТВ ТЕРМООБРАТИМЫМ ПЕКТИНОМ

Т. Д. Самуйленко, Т. А. Гуринова, Е. В. Гущенко, М. А. Литвинчук

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Актуальным для хлебопекарной промышленности Республики Беларусь является расширение ассортимента изделий с длительными сроками хранения, в частности, заварного хлеба, что обусловило цель исследования. Научная задача – обоснование использования термообратимого пектина для стабилизации потребительских свойств заварного хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, получаемого из замороженного недопеченного полуфабриката.

Материалы и методы. В рецептурном составе теста использовали пектин NH термообратимый. Экспериментальные исследования – в условиях лаборатории кафедры технологии хлебопродуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий и производства ОАО «Витебскхлебпром».

Результаты. Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие влияние пектина на показатели пористости и содержание связанной влаги в хлебе, что позволяет прогнозировать свежесть хлеба через 48 и 72 ч хранения. При этом по органолептическим и физико-химическим показателям хлеб соответствует требованиям ТНПА. Оптимальное содержание пектина в рецептуре теста – 0,06 %.

Выводы. Рекомендовано для пролонгирования сроков хранения (до 96 ч) заварного хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, получаемого, в том числе, из замороженного недопеченного полуфабриката, применение термообратимого пектина NH.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *заварной хлеб; замороженные недопеченные полуфабрикаты; сохраняемость; пектин; потребительские свойства.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Самуйленко, Т. Д. Повышение сохраняемости заварного хлеба за счет стабилизации его свойств термообратимым пектином / Т. Д. Самуйленко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 2(35). – С. 87–96.

INCREASE IN KEEPING QUALITY OF SCALDED BREAD DUE TO STABILIZATION OF ITS PROPERTIES WITH THERMO REVERSIBLE PECTIN

T. Samuylenko, T. Gurinova, E. Guschenko, M. Litvinchuk

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The expansion of the range of products with long shelf life, scalded bread in particular, is relevant for baking industry of the Republic of Belarus, thus determining the purpose of the study. The scientific task of the study is to substantiate the use of thermo reversible pectin for stabilizing consumer properties of scalded bread made from a mixture of rye and wheat flour and produced from frozen half-baked semi-finished product.

Materials and methods. Thermo reversible pectin NH was used in a baking formula. Experimental studies were carried out in the laboratory of the Department of Grain Products Technology of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies and at ОАО «Vitebskkhlebprom».

Results. Regression equations adequately describing the effect of pectin on porosity and bound moisture content in bread were obtained, thus allowing us to ensure bread freshness after 48 and 72 h of storage. Moreover, in terms of organoleptic and physico-chemical parameters bread meets the requirements of TNPA.

Optimal content of pectin in a baking formula amounts to 0,06 %.

Conclusions. It is recommended to use thermo reversible pectin NH for prolonging shelf life (up to 96 hours) of unpackaged scalded bread made from a mixture of rye and wheat flour as well as from frozen half-baked semi-finished products.

KEY WORDS: *scalded bread; frozen half-baked semi-finished products; keeping quality; pectin; consumer properties.*

FOR CITATION: Samuylenko, T. Increase in keeping quality of scalded bread due to stabilization of its properties with thermo reversible pectin / T. Samuylenko [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – No. 2(35). – P. 87–96 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Рынок хлебобулочных изделий Республики Беларусь обеспечен широким ассортиментом, вариации которого обусловлены спектром используемых сырьевых компонентов, технологических приемов и персонализацией готового продукта.

Несмотря на тенденцию последних лет, связанную со снижением объемов производства хлебобулочных изделий в целом, востребованными остаются хлебобулочные изделия из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки, в частности заварной хлеб. Заварной хлеб обладает неповторимым вкусом и ароматом, имеет длительные сроки хранения до 96 ч в упакованном виде и пользуется популярностью не только в республике, но и за ее пределами. Это подтверждается увеличением ежегодного экспорта в Российскую Федерацию, Узбекистан, Азербайджан и другие страны. Пищевая ценность заварного хлеба достаточно высокая, в его рецептурный состав входит широкий перечень основных, дополнительных, нетрадиционных сырьевых компонентов, которые, с одной стороны, являются физиологически важными и могут улучшать пищевую ценность, а с другой стороны, могут вноситься для расширения существующего ассортимента. Научкой о питании доказано, что заварной хлеб является источником основных макро- и микронутриентов (незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ, пищевых волокон, витаминов). В заварном хлебе на 30 % больше калия и на 50 % – магния, чем в пшеничном хлебе, больше витаминов В₁, В₂, В₃, РР и др. биологически активных веществ [1, 2]. Заварной хлеб составляет основу ежедневного рациона питания населения многих стран. В Республике Беларусь заварной хлеб пользуется наиболее высоким спросом среди ассортимента хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки и может быть отнесен к национальным сортам хлеба. Доля его в общем объеме производимых хлебобулочных изделий доходит до 45,2 %, а в объеме производства ассортимента хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки – до 100,0 % в зависимости от хлебопекарного предприятия. Кроме того, заварной хлеб можно отнести и к социально значимым продовольственным товарам, что обусловлено традициями и привычками населения страны, доступностью для всех групп населения, широким разнообразным ассортиментом.

Белорусские хлебопеки бережно сохраняют традиционные технологии заварного хлеба с использованием жидких ржаных заварок, в частности с использованием сброженной заварки, полученной на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки. Эта технология является непрерывной многостадийной и включает следующие основные этапы: заваривание рецептурной смеси, осахаривание полученной жидкой ржаной заварки, заквашивание осахаренной заварки термофильными молочнокислыми бактериями, охлаждение термофильной заквашенной заварки и сбраживание термофильной заквашенной заварки мезофильными молочнокислыми бактериями и дрожжевыми клетками [3]. Каждый представленный этап протекает при определенных технологических параметрах для создания требуемых технологических свойств полуфабриката, обеспечивающих потребительские

свойства готовой продукции. Поэтому сохранение традиционной технологии заварного хлеба является одной из важных задач хлебопекарной отрасли в целом, и идентичности национального пищевого продукта в частности.

В то же время анализ рынка хлебобулочных изделий показал необходимость в производстве изделий с длительными сроками хранения, что требует конкретизации к потребительским свойствами и показателям качества готовой продукции этой направленности, технологическим аспектам ее производства, ассортименту и показателям качества используемых сырьевых компонентов. Увеличение сроков хранения хлебобулочных изделий можно обеспечить оптимизацией рецептурного состава, использованием пролонгированных технологий получения теста, применением средств, повышающих микробиологическую устойчивость, применением специальных условий при упаковке, в том числе и замораживанием недопеченных полуфабрикатов [4–9]. Согласно литературным данным, среди рецептурных сырьевых компонентов, обеспечивающих пролонгированные сроки хранения, преимущественно выделяют: белоксодержащие компоненты (сухая клейковина, молочные продукты, соевые продукты и др.); жиросодержащие компоненты растительного и животного происхождения, сахаросодержащие компоненты [10, 11].

Хлебопекарные предприятия Республики Беларусь активно внедряют в своем производстве технологии замораживания готового заварного хлеба и хлеба, полученного из замороженных недопеченных полуфабрикатов. Недопеченные полуфабрикаты – это заготовки тесто-хлеб, которые имеют от 80 до 90 % степени прогрева от общей продолжительности выпечки. Заварной хлеб после хранения в замороженном виде, размораживания, выпечки должен по органолептическим, физико-химическим показателям соответствовать требованиям существующих технических нормативных правовых актов. Однако, повторное допекание приводит к ускорению процесса черствения более чем в 2 раза, снижению способности мякиша коллоидно связывать воду [12–19]. Снижение сохраняемости наблюдается и при использовании в технологии заварного хлеба сухих мучных полуфабрикатов.

Как известно, вода является важным компонентом теста, определяющим качество готового хлеба. Коллоидная природа выпекаемых заготовок обуславливает наличие в ней нескольких форм связи влаги. П. А. Ребиндер предложил классификацию связи влаги материалами, разделив ее на три энергетических уровня: химически связанная влага, физико-химическая связанная влага, а при условии удаления влаги путем отжима – физико-механическая связь. По мере хранения хлеба гидрофильные свойства мякиша уменьшаются, что приводит к изменению форм связывания воды. Уменьшается при этом и общее количество водорастворимых веществ, и растворимость в воде крахмала мякиша. Особенности технологии получения заварного хлеба из замороженных недопеченных полуфабрикатов приводят к более быстрым потерям гидрофильных свойств мякиша и к более быстрому черствению [20–21].

Среди компонентов, обладающих влагоудерживающей способностью, вызывает интерес чистый пектин и пектинсодержащее сырье, в частности продукты переработки плодов и овощей. Пектин относится к полисахаридам межклеточных образований и клеточных стенок, содержащимся в овощах, плодах, клубне- и корнеплодах, цитрусовых и яблочных выжимках, свекловичном жоме и других вторичных продуктах пищевой промышленности. Получаемые из растительного сырья пектины давно используются в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки с технологическими функциями гелеобразователя и загустителя (Е440). Студнеобразование пектина зависит от степени этерификации, молекулярной массы, концентрации сахара в растворе, рН среды, температуры. Наиболее прочные гели образуются в присутствии кислот и сахарозы, которая в процессе студнеобразования выполняет роль дегидратирующего компонента. Пектин также обладает пенообразующими и эмульгирующими свойствами, являясь поверхностно-активным веществом. Одним из

характерных свойств водных растворов пектиновых веществ является повышенная вязкость эмульсий, которая возрастает с присутствием в системе жирового продукта. Имеется ряд исследований по использованию пектина и пектинсодержащего сырья в технологии хлеба. Установлено его влияние на процессы брожения теста, на укрепление клейковины, на объем, пористость и сохранение свежести готового пшеничного изделия. Хорошие результаты показало применение пектина при замораживании опары, теста, пшеничных тестовых заготовок [22–25]. В то же время, исследований в области использования пектина и пектинсодержащего сырья в составе полуфабрикатов технологии замораживания заварного хлеба в литературных источниках не представлено.

Учитывая свойства такого сырья и положительный опыт его использования в технологии пшеничного хлеба, предполагается, что применение пектина и пектинсодержащего сырья в рецептурном составе замороженного недопеченного полуфабриката позволит продлить сроки свежести заварного хлеба на его основе. Стоит отметить, что в состав заварного хлеба часто входит сахар или сахаросодержащие продукты (сиропы сахарные ароматизированные, сиропы инвертные, патока крахмальная или мальтозная, мед сахарный янтарный), растительные масла, сухая пшеничная клейковина, сыворотка молочная сухая и др. Кислотность теста для заварного хлеба находится в пределах от 8,0 до 9,0 град, что является хорошими условиями для студнеобразования пектина.

Объект исследований – заварной хлеб, полученный при вторичной выпечке из замороженного недопеченного заварного полуфабриката.

Предмет исследования – качественные характеристики, определяющие степень свежести (пористость, количество связанной воды) заварного хлеба, полученного с использованием замороженного недопеченного заварного полуфабриката, в состав которого входит пектин.

Цель исследования – повышение срока хранения заварного хлеба на основе замороженного недопеченного заварного полуфабриката.

Научная задача – обоснование использования термообратимого пектина для стабилизации потребительских свойств заварного хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, получаемого из замороженного недопеченного полуфабриката после повторной выпечки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лабораториях кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» и на производственной площадке ОАО «Витебскхлебпром».

Контрольный образец хлеба изготавливался по стандартной рецептуре хлеба «Заварной». В состав рецептуры входит мука ржаная сеяная, мука пшеничная первого сорта, солод ржаной сухой неферментированный, дрожжи прессованные, концентрат квасного сусла, сироп инвертный, соль йодированная, тмин.

В качестве дополнительного компонента использовали пектина NH. Это термообратимый пектин, который при нагревании растворяется, сообщая массе жидкую консистенцию, а при охлаждении застывает, то есть массу с ним можно повторно нагреть. Пектин NH отличается составом от традиционного пектина тем, что в его состав дополнительно добавлены смеси из буферных солей, которые передают ему другие реологические свойства (термообратимость). Также пектина NH проявляется свои свойства с минимальным количеством сухих веществ (от 20,0 %), минимальными температурами активации 80–85 °С и в практически обессахаренных смесях.

В качестве опытных образцов были использованы следующие:

- Образец 1 – внесение пектина NH в количестве 0,01 %;
- Образец 2 – внесение пектина NH в количестве 0,03 %;
- Образец 3 – внесение пектина NH в количестве 0,06 %.

Тесто на сброженной заварке замешивали в тестомесильной машине порционного действия с последующим брожением. Влажность теста составила 48–50 %, конечная кислотность теста – 8,0 град. После брожения тестовые заготовки помещали в формы и направляли в расстойный шкаф для расстойки при температуре 38 °С и относительной влажности воздуха 85 %. Продолжительность расстойки составила 55–60 мин. Выпечку производили в тоннельной печи с распределением температур на три зоны: I – 205 °С, II – 225 °С, III – 210 °С в течение 33 мин. Охлаждение до температуры в мякише 35 °С производили в условиях цеха. После чего полуфабрикат подвергли шоковому замораживанию до температуры в мякише минус 15 °С и хранили в течение трёх суток при температуре минус 20 °С. После хранения в замороженном виде образцы размораживали в дефростаторе при температуре 38 °С и относительной влажности воздуха 65 % до температуры в мякише хлеба плюс 7 °С. Допекание проводили в ротационной печи. После процесса допекания изделия хранились в неупакованном и упакованном виде. Для оценки качества заварного ржано-пшеничного хлеба использовали общепринятые методы определения органолептических и физико-химических показателей. Пористость хлебобулочных изделий определяли по ГОСТ 5669–96. Вычисления проводили с точностью до 1 %. Определение содержания связанной влаги в хлебобулочных изделиях проводилось по методу В. Бушук и В. Меротра [26–28].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пористость является физико-химическим показателем качества хлебобулочных изделий и выражает отношение объема пор к общему объему мякише в процентах. Для хлеба из смеси ржаной хлебопекарной и пшеничной муки в соответствии с СТБ 639–95 этот показатель должен быть не менее 46 %. Пористость формируется за счет выделения газов (в основном CO₂) в результате молочнокислого и спиртового брожения, которое происходит при созревании теста под влиянием молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток. Хороший хлеб имеет структуру застывшей пены. Хлеб с равномерной мелкой тонкостенной пористостью, хорошо разрыхленный лучше пропитывается пищеварительными солями и поэтому хорошо усваивается [29].

Результаты анализа пористости неупакованных и упакованных образцов представлены на рис. 1 и рис. 2.

Анализируя результаты исследования показателя пористости неупакованных и упакованных образцов с различным содержанием пектина, можно отметить, что в ходе хранения пористость планомерно уменьшалась. В неупакованных образцах она уменьшалась более интенсивно, чем в упакованных. Также стоит заметить, что показатель пористости с течением времени в контрольном образце (без внесения пектина) как в неупакованном, так и в упакованном виде уменьшался более интенсивно по сравнению с другими образцами.

Для неупакованных изделий без пектина показатель пористости не соответствует ТНПА уже через 48 ч. Все исследуемые образцы с внесением пектина по показателю пористости соответствуют ТНПА в течение 48 ч и образцы с пектином в количестве 0,03 и 0,06 % в течение 72 ч.

Упакованные изделия в соответствии с ТНПА после размораживания должны сохранять свежесть в течение 96 ч, однако у изделий после допекания без пектина (контроль) уже через 72 ч показатель пористость ухудшается.

Результаты анализа количества связанной влаги неупакованных и упакованных образцов представлены на рис. 3 и рис. 4.

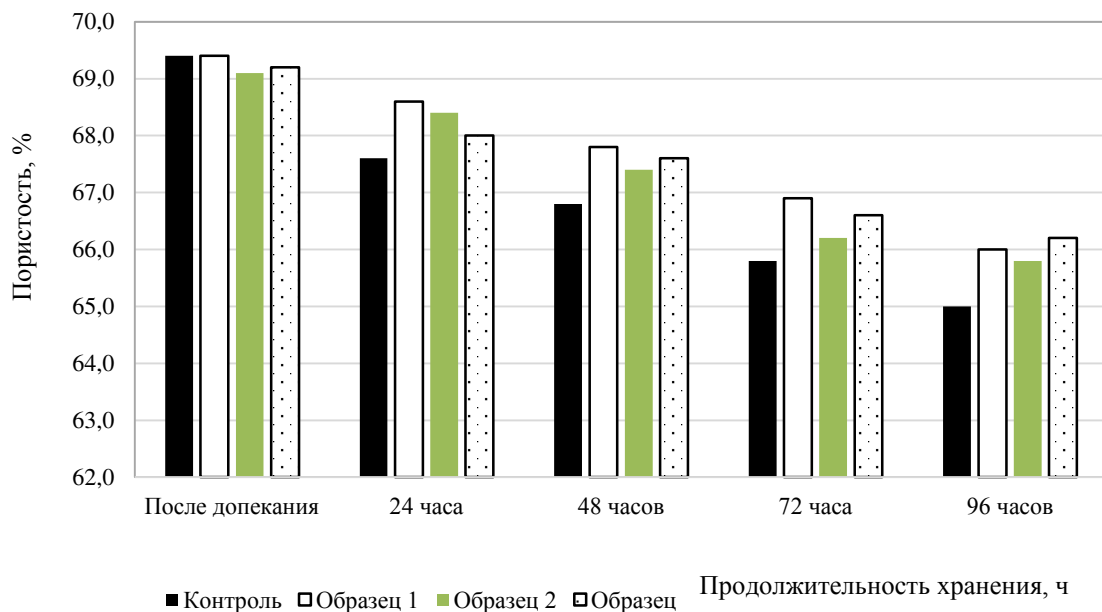


Рис. 1. Изменение показателя пористости (%) неупакованных образцов в процессе хранения

Fig. 1. Changes in porosity index (%) of unpacked samples during storage

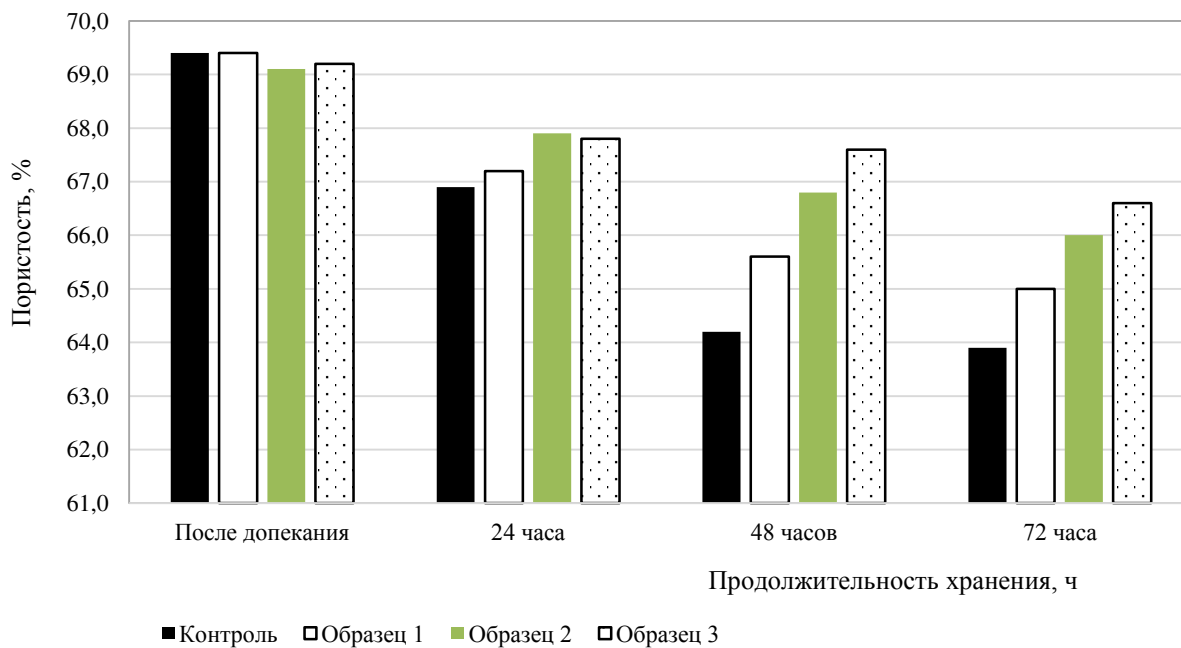


Рис. 2. Изменение показателя пористости (%) упакованных образцов в процессе хранения

Fig. 2. Changes in porosity index (%) of packed samples during storage

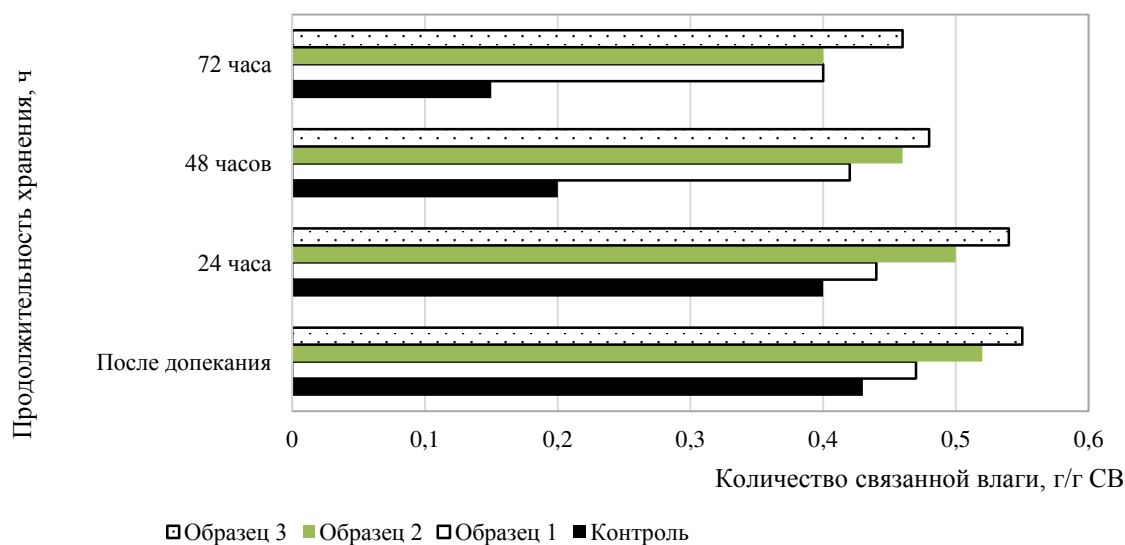


Рис. 3. Изменение количества связанной воды (г/г сухих веществ) в процессе хранения в неупакованных образцах

Fig. 3. Changes in the amount of bound water (g/g of dry matters) during storage in unpacked samples

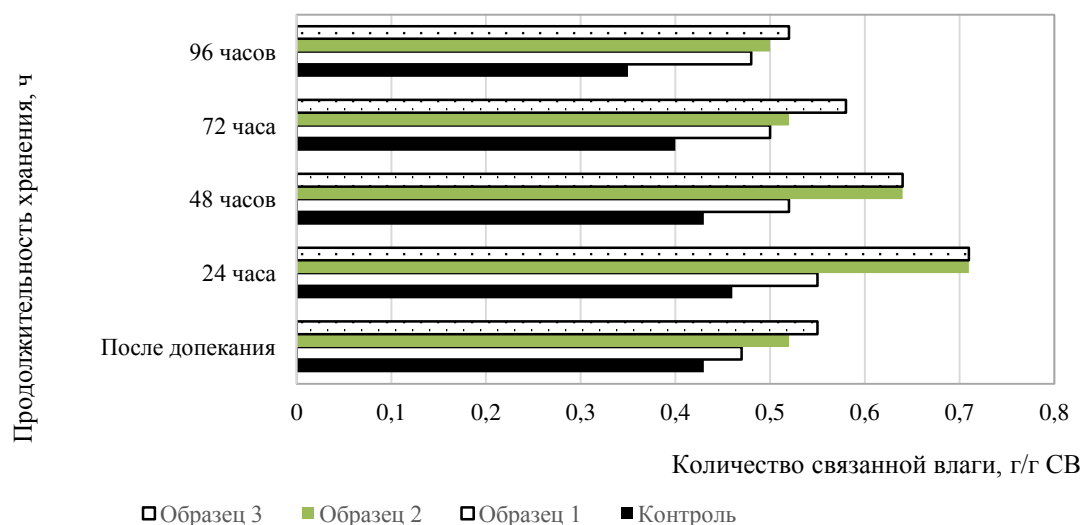


Рис. 4. Изменение количества связанной воды (г/г сухих веществ) в процессе хранения в упакованных образцах

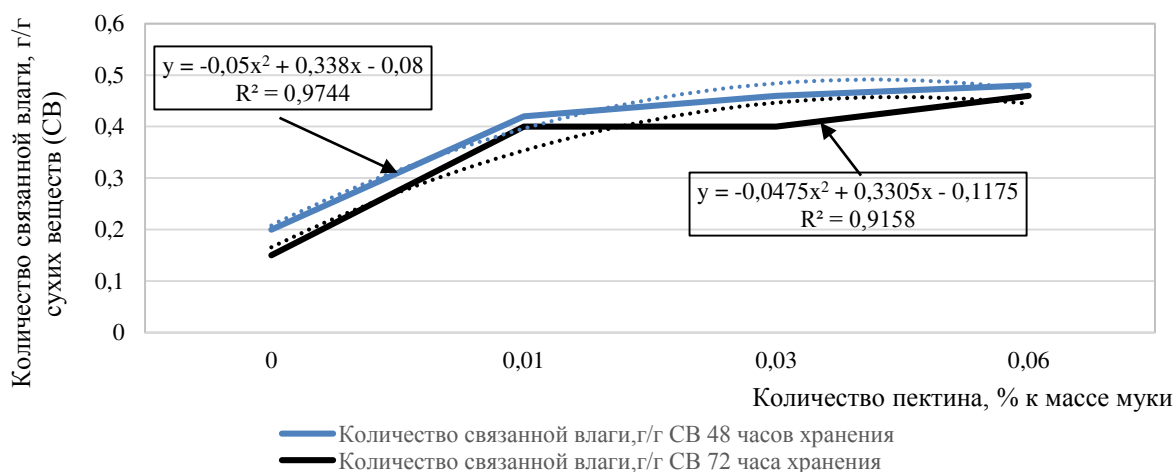
Fig. 4. Changes in the amount of bound water (g/g of dry matters) during storage in unpacked samples

Степень свежести хлеба характеризуется изменением гидрофильных свойств коллоидов мякиша при хранении. При хранении хлеба снижается способность мякиша к набуханию и поглощению воды, уменьшается вязкость суспензии мякиша, а также способность мякиша связывать воду.

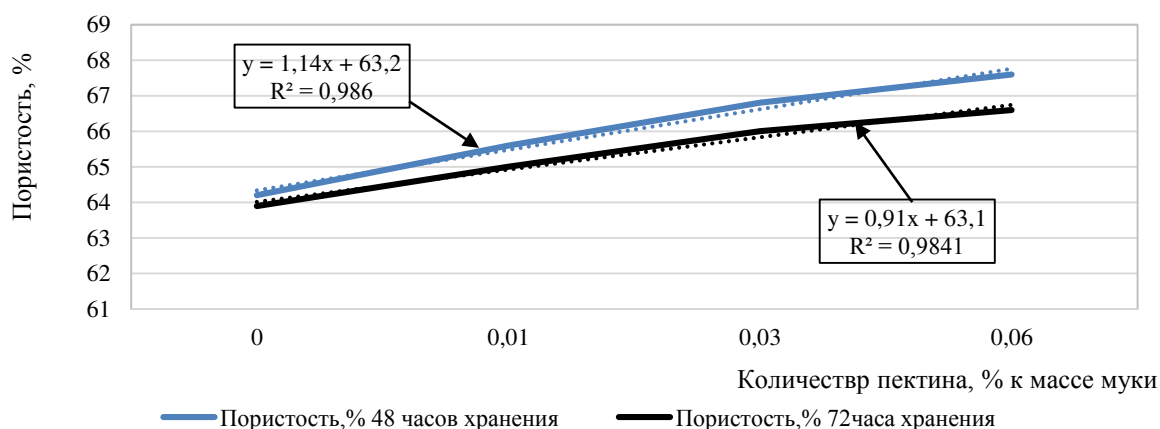
Установленная динамика изменения количества связанной воды подтверждает влияние пектина на процесс черствения заварного ржано-пшеничного хлеба. В процессе всего периода хранения неупакованных изделий величина данного показателя снижается. Однако

количество связанной воды в опытных образцах (с пектином) несколько выше, чем в контрольном (без пектина) и снижение происходит более плавно. Такая тенденция сохраняется в течение всего исследуемого периода. После 48 ч хранения в образцах с добавлением пектина связанной влаги на 50 % больше, чем в контрольном образце, а через 72 ч хранения – на 60–67 % больше, чем в контрольном образце.

Для упакованных изделий в первые 24 ч наблюдается увеличение связанной воды в исследуемых образцах вероятнее всего за счет конденсации влаги из окружающей среды на поверхности изделий. В контрольном образце содержание связанной воды 0,46 г/г сухих веществ, а в образцах с содержанием пектина 0,55–0,71 г/г сухих веществ. После 96 ч хранения контрольный образец теряет 24 % связанной воды и этот показатель равен 0,35 г/г сухих веществ, что на 27–30 % меньше, чем показатель связанной воды у образцов с пектином (0,48–0,5 г/г сухих веществ). Наилучшими показателями, характеризующими свежесть продукта, обладал образец с внесением в рецептуру 0,06 % пектина. Проанализированы зависимости влияния количества пектина на показатели свежести заварного неупакованного ржано-пшеничного хлеба (рис. 5).



а)



б)

Рис. 5. Влияние количества пектина на показатели свежести заварного неупакованного ржано-пшеничного хлеба: а) изменение количества связанной воды (г/г СВ); б) изменение показателя пористости (%)

Fig. 5. Effect of the amount of pectin on the freshness of scalded unpacked rye-wheat bread: а) changes in the amount of bound water (g/g of dry matters); б) changes in the porosity index (%)

Экспериментальные исследования проведены с пятикратной повторностью опытов, ошибка опыта составила 5,0 %. На графиках представлены средние значения. Обработка экспериментальных результатов проведена с использованием программного обеспечения Statgraphics Plus 5.0 Manugistics company. В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимости внесения пектина в рецептуру заварного ржано-пшеничного хлеба, полученного из замороженного недопеченного полуфабриката, на показатели пористости и содержания связанной влаги, которые позволяют прогнозировать свежесть хлеба через 48 и 72 ч хранения. Наилучшие результаты получены с использованием пектина NH в дозировке 0,06 %, которая позволяет не только увеличить количество связанной влаги, но и одновременно обеспечить высокий показатель пористости заварного хлеба.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа применения технологии замораживания в производстве заварного ржано-пшеничного хлеба выявлено, что изделия, полученные из замороженного недопеченного полуфабриката, проявляют признаки увеличения скорости черствения.

В результате исследований установлено, что внесение в состав рецептуры заварного ржано-пшеничного хлеба пектина NH в количестве 0,06 % позволяет увеличить количество связанной влаги, сохранить высокую пористость заварного хлеба и продлить сроки его свежести после допекания до 96 ч даже в неупакованном виде и получить изделия, которые по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует ТНПА.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник для студентов вузов / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 415 с.
- 2 Косован, А. П. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / А. П. Косован // М.: ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности. – 2008. – 268 с.
- 3 Кузнецова Л. И. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки: монография / Л. И. Кузнецова [и др.] – СПб.: ГосНИИХП, 2003. – 298 с.
- 4 Алехина, Н. Н. Замороженные полуфабрикаты – перспективный сегмент рынка хлебобулочных изделий / Н. Н. Алехина [и др.] // Материалы IX Междунар. науч.-прак. конф. «Технологии и продукты здорового питания». – Саратов: Саратовский ГАУ, 2015. – С. 7–9.
- 5 Богатырева, Т. Г. Технологии пищевых продуктов с длительными сроками хранения / Т. Г. Богатырева, Н. В. Лабутина. // М.: Профессия. – 2013. – С. 175.
- 6 Герасимова, Э. О. Криогенные технологии в хлебопечении / Э. О. Герасимова, Н. В. Лабутина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2019. – №1 (367). – С. 6–9.
- 7 Никитина, Н. В. Российский рынок замороженных хлебобулочных и кондитерских изделий / Н. В. Никитина, Н. С. Афанасьева // Science of Europe. – 2018. – № 27. – С. 3–6.
- 8 Краус, С. Глубокая заморозка – перспективная технология в хлебопечении / С. Краус, Л. Акжигитов, Е. Люнина // Хлебопродукты. – 2005. – № 7. – С. 38–39.
- 9 Рогов, И. А. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) / И. А. Рогов [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2002. – 184 с.
- 10 Колесникова, Н. В. Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания / Н. В. Колесникова [и др.] – Улан-Удэ: Изд-во ВосточноСибирский гос. технол. ун-тет, 2005. – 44 с.
- 11 Бакулина, О. Н. Продукты гидролиза крахмала как пищевые добавки / О. Н. Бакулина // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки, 2003. – № 2. – С. 51–52.
- 12 Гуринова, Т. А. Формирование качества недопеченных замороженных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Т. А. Гуринова, Е. В. Гущенко, Д. Н. Шувькина // Сборник материалов VIII Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». – Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2023. – 388 с.
- 13 Усень, Ю. С. Технология изготовления замороженных хлебобулочных изделий и полуфабрикатов / Ю. С. Усень, К. И. Жакова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2012. – № 2(16). – С. 46–50.
- 14 Кветный, Ф. М. О замораживании хлебобулочных изделий / Ф. М. Кветный, М. Ю. Юрко, В. И. Заикина // Хлебопечение России. – 2006. – № 1. – С. 22–23.

- 15 Bárcenas, M. E. Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of par-baked bread M. E. Bárcenas, C. M. Rosell. // Food Chem. – 2006. – 95. – P. 438–445.
- 16 Bárcenas, M. E. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: low temperatures and hydrocolloid addition / M. E. Bárcenas, C. M. Rosell. // Food Chem. – 2007. – 100. – P. 1594–1601.
- 17 Ben Aissa. Stresses and Cracking in Freezing Part-Baked Bread: a Numerical Model/ Ben Aissa, M. Fadhil, Q. Tuan Pham, J.Y. Monteau, A. le Bail. // International Society for Horticultural Science (ISHS). – Leuven, Belgium. – 2008. – P. 133–140.
- 18 Hamdami, N. Two-stage freezing of part baked breads: application and optimization / N. Hamdami, Q. T. Pham, A. Le-Bail, J.-Y. Monteau // J. Food Eng. – 2007. – № 82(4). – P. 418–426.
- 19 Mohsen, D. I. Review on identification, underlying mechanisms and evaluation of freezing damage / Dalvi-Isfahan, Mohsen; Jha, Piyush Kumar; Tavakoli, Javad; et al. // Journal of food engineering. – August, 2019. – P. 50–60.
- 20 Вода в пищевых продуктах. / Под редакцией Р. Б. Дакуорта. – Перевод с англ. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.
- 21 Кенийз, Н. В. Технология замороженных полуфабрикатов с применением криопротекторов / Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол. – Саарбрюккен: Palar u AcademicPudlising, 2014. – 129 с. EDN: SNPRNX.
- 22 Богданов, В. Д. Криопротекторы в холодильных технологиях продуктов питания / В. Д. Богданов, А. В. Панкина // Труды ВНИРО – Т. 191. – 2023. – С. 142–155.
- 23 Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛиПринт, 2007. – 276 с.
- 24 Кочеткова, А. А. Пектин. О многих гранях одного ингредиента / А. А. Кочеткова, Л. Г. Ипатова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2009. – № 1. – С. 34–38.
- 25 Справочник по гидроколлоидам / Под ред. Г. О. Филипс, П. А. Вильямс; Пер. с англ. под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
- 26 Пучкова, Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л. И. Пучкова. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
- 27 Корячкина, С. В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства / С. В. Корячкина, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева // Учебно-методическое пособие. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 49 с.
- 28 Горячева, А. Ф. Сохранение свежести хлеба / А. Ф. Горячева, Р. В. Кузьминский – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 243 с.
- 29 СТБ 639-95 Хлеб из ржаной, смеси ржаной и пшеничной муки. Общие технические условия. – Минск: БелГИСС, 2019. – 20 с.

Поступила в редакцию 20.11.2023 г.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Дмитриевна Самуйленко, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана химико-технологического факультета, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: TataSam@tut.by.

Татьяна Александровна Гуринова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: gurinova09@tut.by.

Екатерина Владимировна Гущенко, аспирант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий

Марина Александровна Литвинчук, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий

ABOUT AUTHORS:

Tatyana D. Samuylenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Dean of the Faculty of Chemistry and Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: TataSam@tut.by.

Tatyana Gurinova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: gurinova09@tut.by.

Ekaterina V. Gushchenko, PhD student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

Marina A. Litvinchuk, student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.