

**УПАКОВКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ХЛЕБА**
PACKAGING AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE SHELF LIFE OF BREAD

Л. В. Гагарин, студент

Н. Л. Лопаева, кандидат биологических наук, доцент

О. П. Неверова, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42.)

Рецензент: О. В. Горелик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Аннотация

Срок годности хлеба в нашем обществе является проблемой, если рассматривать зону пищевых отходов. В исследованиях сроков годности хлеба важную роль играют различные упаковочные материалы и технологические решения, которые существуют. Традиционно упаковочные материалы должны были быть как можно более инертными (этот метод называется пассивной упаковкой), и благодаря этому хлеб был защищен от основных причин порчи, а именно от присутствия кислорода и плесени. Совсем недавно были использованы пленки из синтетических полимеров, обладающих низкой газопроницаемостью, в сочетании с модификацией головного пространства упаковки путем снижения уровня кислорода ниже 0,1%, а также использование новой концепции, называемой активной упаковкой, которая позволяет упаковочному материалу взаимодействовать с пищевыми продуктами, тем самым резко увеличивая срок хранения хлеба.

Ключевые слова: упаковка хлеба, срок хранения, натуральные антимикробные препараты, закваска, порча.

Summary

The shelf life of bread in our society is a problem when we consider the food waste area. Different packaging materials and technological solutions that exist play an important role in the research of bread shelf life. Traditionally, the packaging materials had to be as inert as possible (this method is called passive packaging), and due to this the bread was protected from the main causes of spoilage, namely the presence of oxygen and mold. More recently, films made of synthetic polymers with low gas permeability have been used, combined with the modification of the headspace of the packaging by reducing the oxygen level below 0.1%, and the use of a new concept called active packaging, which allows the packaging material to interact with the food, thereby dramatically increasing the shelf life of the bread.

Keywords: bread packaging, shelf life, natural antimicrobials, sourdough, spoilage.

Срок хранения зерновых продуктов и их производных в целом может зависеть от упаковочных материалов и используемых технологий, а в нашем случае – хлеба – в основном от скорости черствения. Испытания на срок годности представляют собой инструмент для выбора наиболее подходящих упаковочных систем. Черствение хлеба – сложное явление, которое не может быть описано только одним параметром. По вышеуказанной причине различные тесты обычно проводятся одновременно и предоставляют дополнительную информацию, которая может быть связана с черствением хлеба. Исследователи рассмотрели методы

исследования ретроградации крахмала, которые основаны на изменении физических и химических свойств. В последние годы как производители, так и потребители стали более чувствительны к устойчивости производства продуктов питания, при этом особое внимание уделяется роли упаковки [1]. Оценки воздействия упаковки находятся в диапазоне 5-10% от общего воздействия пищевого продукта на окружающую среду. Иногда необходимо увеличить воздействие упаковки на окружающую среду, чтобы уменьшить потери продуктов питания. Это не всегда так, и новые упаковочные решения, оказывающие меньшее воздействие на окружающую среду, могут гарантировать определенные стандарты срока годности. Хлеб считается одним из основных продуктов питания и в целом рассматривается как скоропортящийся товар из-за быстрого снижения свойств свежести и быстрого черствения. Хлеб всегда присутствует в ежедневном рационе человека, являясь одним из основных продуктов, производимых пищевой промышленностью. Среднегодовое потребление хлеба на душу населения оценивается в 96 кг на душу населения. Около 55% домохозяйств потребляют хлеб без упаковки, приобретаемый в основном в небольших супермаркетах и пекарнях. Хлебобулочные изделия, изготовленные с использованием высокорафинированной белой муки, содержат меньшее количество витамина В1 и витамина Е по сравнению с изделиями из цельнозерновой или ржаной муки. Добавление дополнительных ингредиентов (оливкового масла, чеснока, лука, смешанных семян) к некоторым видам хлебобулочных изделий привело к получению продуктов, обогащенных витаминами В1 и Е. Эти дополнительные растительные ингредиенты использовались для улучшения вкуса и разнообразия ассортимента хлебобулочных изделий, с целью поощрения и ориентации на потребление более здоровой пищи. Сообщается, что молочнокислые бактерии (МКБ) и дрожжи в виде закваски оказывают положительное влияние на качество пшеничного хлеба и черствение, поскольку они отвечают за способность теста к закваске, одновременно подкисляя его. Традиционная закваска, полученная с помощью отдельных микроорганизмов, способна увеличить срок хранения хлеба за счет замедления черствения и улучшить свойства хлеба за счет повышения его питательной ценности, вкуса и аромата [2]. Использование МКБ может повлиять на реологию закваски хлебобулочных изделий благодаря протеолитической активности, зависящей от штамма. Упаковка в модифицированной атмосфере (УМА) является одним из методов, используемых для продления срока хранения продуктов. Это может быть сделано путем использования различных газов для замещения воздуха вокруг невосстанавливаемых продуктов, независимо от того, меняется ли атмосфера со временем хранения или упаковки. Наиболее распространенным методом УМА, используемым для хлебобулочных изделий, является добавление CO₂ внутрь упаковки продуктов для снижения уровня O₂. Таким образом, срок хранения упакованных УМА продуктов продлевается. В продуктах с высоким содержанием воды, таких как хлебобулочные изделия, CO₂ может растворяться в воде с образованием углекислого газа, тем самым снижая pH. Это подкисление содержимого клеток приводит к гибели бактерий. Сделан вывод, что рост плесени не может быть предотвращен, но может быть задержан N₂ и/или CO₂ до 5-10 дней. Единственной возможностью предотвратить рост плесени было поддержание уровня O₂ ниже 0,4%. Результаты зависимости содержания O₂ от роста грибов на других видах продуктов при УМА были подтверждены.

Хлебобулочные изделия являются скоропортящимися продуктами питания, которые подвергаются серьезным физическим, физико-химическим, органолептическим и микробным изменениям во время хранения. Зависимая от времени потеря качества вкуса и текстуры обычно описывается как черствение хлеба. Упругость мякиша значительно увеличивается,

хрустящая корочка хлеба уменьшается, а буханка хлеба теряет свой аромат, приобретая черствый вкус. Эти сложные физико-химические явления являются следствием ретроградации гранул крахмала, желатинизированных во время выпечки, обмена влагой между крахмалом и белковыми компонентами хлеба, увеличения взаимодействия между белковой фракцией и крахмалом, перераспределения воды в хлебе и удаления ароматических молекул. Использование закваски имеет давние традиции и до сих пор играет важную роль в процессе хлебопечения. Закваска получается в результате спонтанного брожения смеси муки, воды и соли; в последние годы стали использовать специальные культуры и контролировать процесс брожения. Закваска используется в хлебопечении, и ее способность улучшать качество и продлевать срок хранения хлеба была широко изучена. Учёные исследовали влияние условий обработки на микробное качество пшеничного и заквасочного хлеба, выпекаемого на пару. Условия обработки включали время выпечки (8 и 13 мин), температуру (150 и 200 °С), количество пара (200 и 600 мл) и использование УМА. Было проанализировано общее количество анаэробных мезофильных пластин, плесени, дрожжей и спорообразующих бактерий, а также рН (водородная сила) и a_w (активность воды) хлеба, выпеченного на пару. Полученные данные были использованы для построения прогнозных моделей, показывающих влияние основных эффектов и их взаимодействие. Добавление закваски позволило продлить срок приемлемого качества хлеба по количеству анаэробов с 8 до более чем 13 дней. Визуальный рост плесени и дрожжей (наличие/отсутствие единичных пятен) был наиболее эффективным при сочетании УМА и использования самой высокой температуры и времени выпечки. Однако микробиологический анализ плесени и дрожжей показал, что наилучшим потенциалом сохранения обладает закваска, за которой следует УМА. Это исследование показало, что корректировка условий выпечки, состава хлеба и упаковки может увеличить срок хранения хлеба, выпеченного естественным путем [3].

Молочнокислые бактерии (МБ) представляют собой гетерогенную группу промышленно важных бактерий, которые используются для производства ферментированных продуктов питания и напитков, используя различные субстраты, такие как молоко, овощи, зерновые, мясо, какао-бобы и т.д. Наиболее важным преимуществом МБ, делающим их пригодными для использования в пищевой биотехнологии, является то, что они признаны безопасными. Было доказано, что МБ способствуют увеличению срока хранения ферментированных продуктов благодаря производству широкого спектра соединений, действующих синергетически для предотвращения или устранения микробной контаминации.

В ферментированных продуктах МБ также вносят вклад в питательные и органолептические характеристики конечных продуктов и традиционно используются в качестве стартовых культур для промышленного производства многих видов продуктов питания и напитков.

Концепция так называемых «функциональных продуктов питания» была предложена недавно и за последние несколько лет продемонстрировала значительный рост. Такие продукты питания должны способствовать улучшению самочувствия и здоровья, и в то же время снижать риск некоторых основных хронических и дегенеративных заболеваний, таких как рак, сердечно-сосудистые заболевания, ожирение и расстройства желудочно-кишечного тракта. Молочнокислые бактерии (МКБ) производят несколько метаболитов, которые, как было показано, оказывают положительное влияние на текстуру и черствение хлеба, например, органические кислоты, экзополисахариды (ЭПС) и/или ферменты. ЭПС могут улучшить вязкоупругие свойства теста, увеличить объем буханки, уменьшить твердость мякиша и продлить срок хранения. Кроме того, превращение аминокислот или пептидов в ароматические

соединения вносит существенный вклад в формирование вкуса пищи [4]. В частности, преобразование глутамата МБ позволяет целенаправленно оптимизировать вкус пищи. Преимущество производства ЭПС заключается в том, что оно позволяет избежать использования улучшителей хлеба, таких как дорогостоящие гидроколлоиды. Однако производство экзополисахаридов в процессе закваски осложняется одновременным подкислением в результате метаболической деятельности бактерий, что может значительно снизить положительное технологическое воздействие ЭПС. Образование альтернативных продуктов из сахарозы, таких как органические кислоты, имеет особое значение для применения ЭПС. Ранее было установлено, что лактат и ацетат значительно влияют на реологию теста, объем хлеба и твердость мякиша и могут нивелировать положительный эффект ЭПС. Был разработан новый процесс получения закваски с высоким содержанием декстрана, используя специфический штамм МБ, способный производить достаточно высокомолекулярный (ВМ) декстран, что обеспечивает значительное влияние на объем хлеба.

Полученная закваска позволяет улучшить свежесть, структуру мякиша, ощущение во рту и мягкость всех видов хлебобулочных изделий - от изделий из пшеничного теста до ржаного заквасочного хлеба. [5]

Заключение

Передовые упаковочные технологии играют важную роль в пищевой промышленности уже более десяти лет и в последние годы становятся все более распространенными, особенно в обществе, заботящемся о здоровье. Поскольку эти упаковочные технологии успешно продлевают срок хранения некоторых пищевых продуктов, включая хлебобулочные изделия, использование химических консервантов, которые вызывают проблемы со здоровьем, может быть значительно сокращено.

Для продления срока годности пищевых продуктов от упаковки требуется multifunctionality в плане химических, физических и биологических изменений продуктов. С химической точки зрения, упаковка должна быть способна контролировать и/или предотвращать окисление и некоторые другие химические реакции в пищевых продуктах. Упаковка должна поддерживать уровень влажности в продуктах, что является критическим параметром для контроля черствения хлеба и изменения текстуры и внешнего вида. Самое главное, рост микроорганизмов в продуктах питания во время хранения является серьезной проблемой и основной причиной сокращения срока годности продуктов. В настоящее время востребованы упаковки, способные подавлять размножение микроорганизмов. Использование закваски в хлебопечении влияет на все аспекты качества хлеба. Технологическое воздействие закваски на вкус, текстуру, срок хранения и пищевые качества продуктов зависит от биоконверсии компонентов муки на стадии теста. Помимо создания уникального вкуса, продукты брожения закваски связаны с различными полезными для здоровья свойствами.

Библиографический список

1. Розалёнок Т. А., Сидорин Ю. Ю. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2 (33).
2. Ермолаева Е. О. Трофимова Н.Б., Астахова Н.В., Безносков Ю.В., Позняковский В. М. Обоснование выбора упаковки для увеличения срока хранения и обеспечения качества хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки // Пищевая промышленность. 2020. № 7.

3. *Россиева Д. В., Ермолаева Е. О., Трофимова Н. Б.* Анализ видов упаковки пряников в торговых организациях Кемерово // Пищевая промышленность. 2017. № 9.
4. *Димитрова М., Хрусавов Д.* Изменения сушеных хлебопекарных дрожжей при хранении и возможность их активации // Известия вузов. Пищевая технология. 2000. № 5-6.
5. *Мыколенко С. Ю., Пивоваров А. А., Тищенко А. П.* Повышение микробиологической устойчивости хлебопекарной продукции с применением плазмохимических технологий // ВЕЖПТ. 2014. № 12 (68).