

УДК 664.66.019

ПОВЫШЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одним із перспективних способів підвищення мікробіологічної стабільності хлібопекарської продукції як ключового моменту у визначенні строків його придатності є застосування попередньої обробки води контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою. Такий технологічний підхід дозволяє подовжити термін життя продукції без використання консервантів та поліпшувачів, що відповідає сучасним підходам до виробництва екологічно чистої продукції

Ключові слова: хлібопекарська продукція, плазмохімічно активована вода, мікроскопічні гриби, картопляна паличка

Одним из перспективных способов повышения микробиологической стабильности хлебопекарной продукции как ключевого момента в определении сроков его пригодности является применение предварительной обработки воды контактной неравновесной низкотемпературной плазмой. Такой технологический подход позволяет существенно продлить жизнь пищевых продуктов без использования консервантов и улучшителей, что соответствует современным подходам к производству экологически чистой продукции

Ключевые слова: хлебопекарная продукция, плазмохимически активированная вода, микроскопические грибы, картофельная палочка

С. Ю. Мыколенко

Кандидат технических наук,
Кафедра пищевых технологий
Днепропетровский национальный
университет им. О. Гончара
пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010
E-mail: svetfotini@mail.ru

А. А. Пивоваров

Доктор технических наук, профессор
Кафедра технологии неорганических
веществ и экологии*
E-mail: apivo@ua.fm

А. П. Тищенко

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра оборудования и
технологии пищевых производств*
E-mail: antisch@ua.fm

*Государственное высшее учебное заведение
«Украинский государственный химико-
технологический университет»

пр. Гагарина, 8, г. Днепропетровск, Украина, 49005

1. Введение

Хлебопекарное производство является одной из наиболее развитых отраслей пищевой промышленности Украины, которая обеспечивает население социально важным, стратегическим продуктом – хлебом. Хлебобулочные изделия пользуются высоким спросом, однако по ассортименту характеризуются определенными особенностями. Основная целевая группа производителей хлеба простых сортов – это мало защищённые слои населения, которые нуждаются в получении дешевого продукта удовлетворительного качества. Эксклюзивная хлебопекарная продукция более привлекательна для потребителей с высоким уровнем доходов, доля которых в Украине незначительна.

Последнее время все больше потребителя интересуют вопросы безопасности пищевой продукции.

Считается, что хлебобулочные изделия не входят в группу продовольственных товаров, которые потенциально обладают высоким уровнем риска для здоровья человека. Но иногда потребитель может стать жертвой действия опасных факторов, вызванных употреблением хлебопекарной продукции. Среди наиболее распространенных заболеваний хлеба – плесневение и картофельная болезнь, развитие которых вызывает негативная микрофлора продукции. Поэтому разработка современных методов повышения устойчивости хлебопекарной продукции к указанным заболеваниям актуальна и своевременна.

2. Постановка проблемы

За счет развития микроорганизмов пищевые продукты не только теряют свою привлекательность за

счет снижения потребительских свойств, но и накапливают в себе вредные организму человека вещества, например, микотоксины – продукты жизнедеятельности плесневых грибов. Такие метаболиты способны вызывать канцерогенез и нарушать работу органов желудочно-кишечного тракта, а также обладают кумулятивными свойствами, то есть способны накапливаться в организме человека [1]. Чтобы удовлетворить потребности потребителей и повысить уровень прибыльности производства хлебопекарные предприятия вынуждены использовать целый перечень мероприятий, направленных на решение проблемы пролонгирования продолжительности хранения готовой продукции. Это такие технологические приемы, как использование заквасок, что особенно эффективно для предупреждения картофельной болезни хлеба, применение улучшителей, в частности, консервантов. Пагубное действие таких добавок на негативную микрофлору хлеба сочетается с отрицательным их влиянием на полезные, технологически важные микроорганизмы. Это, в свою очередь, негативно отображается на производственных процессах. Общеизвестен и тот факт, что консерванты угнетают микрофлору кишечника, от состояния которой в большой степени зависит здоровье человека.

К основному сырью хлебопекарного производства относится мука, вода, дрожжи и соль. Большинство исследователей считает, что микробиологическое состояние сырья не способно существенно влиять на устойчивость готовой продукции при хранении, поскольку во время производства тестовые заготовки подвергаются достаточно высокой температурной обработке. В работе [2] показано, что чем большее количество микроорганизмов содержится в муке, тем менее продолжительное время продукт остается пригодным к употреблению.

Обработка воды контактной неравновесной низкотемпературной плазмой представляет собой технологический прием, направленный на приобретение водой новых характеристик, в частности антисептических свойств и высокой проникающей способности. Поэтому целью работы стало исследование влияния плазмохимически активированной воды на микробиологическую устойчивость хлебопекарной продукции при хранении.

Для достижения поставленных целей следует выполнить следующие задачи:

- определить степень плесневения хлебобулочных изделий разного компонентного состава при использовании воды, подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы;
- установить влияние плазмохимически активированной воды на развитие картофельной болезни хлеба;
- определить динамику изменения микробиологических показателей безопасности хлебопекарной продукции, приготовленной с применением плазмохимически активированной воды.

3. Литературный обзор

Наиболее распространенной формой микробиологического повреждения хлебобулочных изделий является плесневение. Микроскопические грибы,

которые вызывают этот процесс, представлены десятками видов микроорганизмов, среди которых чаще всего встречаются грибы родов *Penicillium* (рис. 1, а), *Aspergillus* (рис. 1, б), *Mucor* (рис. 1, в). Особенности данных микроорганизмов является то, что они продуцируют афлотоксины В1, В2, А, охратоксин А, цитринин, патулин, пеницилловую кислоту и другие вещества, вызывающие пищевые отравления и тяжелые заболевания человека [1–4].

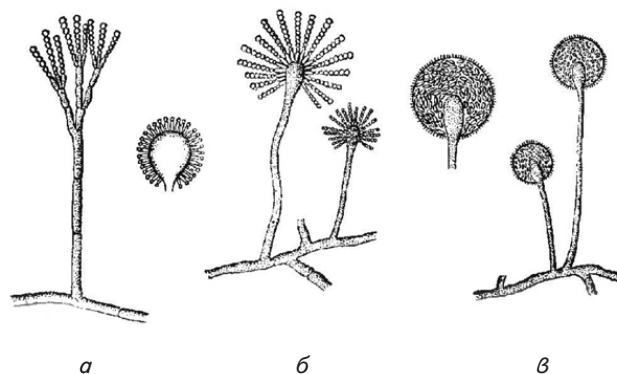


Рис. 1. Виды плесневых грибов: а – *Penicillium*; б – *Aspergillus*; в – *Mucor*

В технологии хлебобулочных изделий на современном этапе плесневение является важнейшей проблемой. Известно, что микроскопические плесневые грибы развиваются при температуре от 5 до 50 °С. Но, как и для большинства микроорганизмов, наиболее благоприятной температурой для их жизнедеятельности является 25–35 °С. Поэтому проблема плесневения продукции в летний период существенно обостряется. Повышенная относительная влажность среды во время хранения хлеба также позитивно влияет на их рост. Распространено мнение о том, что споры плесневых грибов хлебобулочных изделий гибнут во время выпекания, а заражение продукции происходит микроорганизмами, которые содержатся в окружающей среде, при охлаждении и упаковке готовой продукции [5]. Следует отметить, что Поляковой С. П. [6] доказано, что между степенью контаминации основного сырья производства хлеба – муки – микроорганизмами и устойчивостью хлебобулочных изделий к плесневению существует высокая положительная корреляция.

Среди ассортимента хлебобулочных изделий хлеб имеет наибольшее содержание влаги. В то же время, в его рецептуре отсутствуют вещества, например, моносахариды, способные снизить относительную равновесную влажность продукта и сдерживать развитие микроскопических грибов [7]. Поэтому для обеспечения микробиологической устойчивости эффективным является использование таких консервантов, как пропионовая, уксусная кислоты, их соли и другие вещества синтетического происхождения [8]. Чаще всего внесение таких компонентов не только угнетает жизнедеятельность полезной микрофлоры теста, замедляя его созревание и увеличивая продолжительность производственного цикла, но и способно негативно отображаться на здоровье человека и противоречит основам получения экологически чистой продукции, которые все больше укрепляют свое положение на рынке.

Наряду с плесневением наиболее распространённым видом микробиологической порчи хлебопекарной продукции из пшеничной муки является картофельная болезнь хлеба как следствие жизнедеятельности спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* [9, 10]. Мука всегда содержит некоторое количество таких бактерий и их спор, поэтому с основным сырьем они могут попадать и в готовую продукцию. В последнее время наблюдается снижение микробиологической чистоты муки, что связано с нарушением агротехнических мероприятий во время выращивания зерна, недостаточным уровнем очистки зерна перед помолом, в частности, фактическим отсутствием в подготовительном отделении мукомольных заводов операции влажной очистки его поверхности с использованием моечных машин. Сниженной микробиологической устойчивости изделий к картофельной болезни способствует также и то, что преимущественное количество хлебобулочных изделий сегодня поставляется на рынок упакованным в полимерные материалы [11].

Для предотвращения развития *Bacillus subtilis* в хлебопекарной продукции используют ряд технологических мероприятий, среди которых наиболее популярно использование подкисляющих полуфабрикатов (закваски, жидкие дрожжи) и пищевых добавок химического и микробиологического происхождения (пропионовая, уксусная, молочная кислоты и их соли; селектин, низин, гидрохлорид лизина и др.) [12, 13]. В то же время использование дополнительных компонентов вызывает повышение себестоимости продукта и в некоторых случаях способно негативно отображаться на потребительских качествах изделий.

Поскольку вода в рецептуре хлебобулочных изделий занимает второе место после муки, известны разные способы воздействия на нее с целью улучшения качества готовой продукции, в частности, ее микробиологической устойчивости (рис. 2). Использование активированных водных сред обычно направлено на такие актуальные для современного хлебопекарного производства аспекты, как сокращение технологического цикла, улучшение качества готовой продукции, продления срока ее хранения путем замедления черствения и повышения устойчивости к микробиологической порче [14–16]. При этом высоким должен оставаться уровень безопасности пищевой продукции. Не остаются в стороне экологичность и экономическая эффективность производства при внедрении инновационных технологий. Чаще всего физико-химические методы дополнительной подготовки воды имеют недостатки, связанные с высокой стоимостью оборудования и его сложностью в обслуживании, ростом количества технологических операций и нестабильностью свойств, приобретенных во время активации водных сред. Использование воды, подвергнутой действию известных физико-химических факторов, например таких, как электролиз, ультрафиолетовое излучение или искровой разряд, не получили широкого распространения также по причине отсутствия производства серийного технологического оборудования, усовершенствованных технологических регламентов и соответствующего санитарно-гигиенического тестирования готовой продукции. Поэтому в большинстве своем такие технологические решения до сих пор не вышли за пределы лабораторных исследований.



Рис. 2. Способы обработки воды и водных растворов в хлебопекарном производстве

Вызывают интерес процессы активации воды с помощью электрических разрядов, среди которых отдельное внимание следует уделить применению контактной неравновесной плазмы для обработки питьевой воды и водных растворов [17]. При плазмохимической активации вода подвергается воздействию ультрафиолетового облучения, электролиза, гидравлического удара, импульсного разряда, действию озона и атомарного кислорода, что происходит во время одной технологической операции. К особенностям воды, активированной под действием плазмы, относится наличие устойчивого пероксида водорода и надперекисных соединений. Также в результате плазмохимической обработки меняется структура, характерная для магистральной воды без дополнительной обработки, динамическое равновесие, что приводит к разрушению кластеров с образованием дополнительного количества свободных, несвязанных между собой молекул воды.

4. Исследование влияния плазмохимически активированной воды на микробиологические показатели хлебопекарной продукции

Плазмохимически активированная вода содержит пероксидные и надперекисные соединения, которые за счет мелкокластерной структуры такой воды способны глубоко проникать не только в составляющие компоненты хлебобулочных изделий, а и сквозь мембраны микробиологических клеток. Угнетение жизнедеятельности болезнетворных микроорганизмов под влиянием воды, подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы, были подтверждены в ряде работ [17, 18]. Поэтому целями работы стало определение степени воздействия воды, подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы, на развитие плесневых грибов и картофельной болезни готовой продукции, а также установление наличия санитарно-показательных микроорганизмов и микроорганизмов порчи бактериологическими методами.

Для определения влияния плазмохимически активированной воды на уровень плесневения хлебобулочных изделий готовили по следующим рецептурам:

хлеб, в рецептуру которого входили мука, дрожжи, соль в соотношении 100:2,5:1,5 соответственно; хлебобулочные изделия с добавленным к указанной рецептуре сахаром в количестве 10 % к массе муки; хлебобулочные изделия с добавленным к указанной рецептуре жиром в количестве 10 % к массе муки. Для приготовления теста использовали муку высшего сорта ТМ «Днепромлын», дрожжи хлебопекарные пресованные ТМ «Львовские», соль поваренную пищевую, сахар-песок и маргарин столовый. Приготовление опытных образцов осуществляли с использованием плазмохимически активированной воды, которая содержала пероксидные соединения в концентрации 300 мг/л, как такой, что обеспечивает получение продукции наивысшего качества [19]. В качестве контроля служили изделия на основе воды городской магистрали г. Днепропетровска без дополнительной обработки. Тесто замешивали безопасным способом по методике пробного лабораторного выпекания [20]. После выпекания изделия охлаждали и упаковывали в полиэтиленовую пленку. Стойкость хлебобулочных изделий к плесневению определяли путем фиксации признаков появления колоний плесневых грибов на поверхности образцов во время хранения на протяжении 10 суток при комнатной температуре по шкале, приведенной в табл. 1.

Таблица 1
Шкала оценивания степени плесневения хлебобулочных изделий

Признаки	Баллы
Отсутствуют	0
1–2 одиночные колонии	1
3–4 колонии	2
5–10 колоний	3
10–20 колоний	4
более 20 колоний	5
повреждено более 50 % поверхности изделия	6
повреждено 70 % поверхности изделия	7
повреждено 80 % поверхности изделия	8
повреждено 90 % поверхности изделия	9
вся поверхность изделия покрыта плесенью	10

Для определения влияния плазмохимически активированной воды на развитие картофельной болезни в качестве объекта исследований использовали хлеб из муки второго сорта ТМ «Днепромлын», приготовленный с использованием воды, подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы, и хлеб, изготовленный по традиционной технологии. Признаки порчи хлеба фиксировали на протяжении 48 часов хранения при температуре 37–38 °С в условиях повышенной влажности воздуха.

Определение микробиологических показателей хлебопекарной продукции, изготовленной с использованием плазмохимически активированной воды, осуществляли в условиях бактериологической лаборатории санитарно-эпидемиологической станции г. Днепропетровска. Количество мезофильно аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАМ) и плесневых грибов определяли в опытных и контрольных образцах сразу же после выпекания,

через 24 и 48 часов хранения изделий при комнатной температуре без упаковки. Гигиеническая экспертиза хлебобулочных изделий проводилась по показателям содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (ГОСТ 26670-91) и плесневых грибов (ГОСТ 10444.12-88).

Результаты исследования (табл. 2), свидетельствуют о том, что при изготовлении изделий с добавлением сахара или жира наблюдалась задержка процесса плесневения изделий на 1–2 дня как для опытных, так и для контрольных образцов. Следует отметить, что при использовании магистральной воды без дополнительной обработки видимый мицелий на поверхности хлебобулочных изделий появлялся на 3–4 дня раньше по сравнению с образцами, приготовленными на основе плазмохимически активированной воды.

Таблица 2

Устойчивость хлебобулочных изделий к плесневению

Продолжительность хранения, сутки	Оценка уровня микробиологического повреждения плесневыми грибами хлебобулочных изделий на основе:			
	магистральной воды		плазмохимически активированной воды	
	наличие признаков	баллы	наличие признаков	баллы
хлеб, приготовленный без дополнительного сырья				
1–4	–	–	–	–
5	+	2	–	–
6	+	3	–	–
7	+	3	–	–
8	+	3	–	–
9	+	4	+	1
10	+	6	+	1
хлебобулочные изделия с 10 % сахара				
1–6	–	–	–	–
7	+	3	–	–
8	+	3	–	–
9	+	4	–	–
10	+	8	+	1
хлебобулочные изделия с 10 % жира				
1–6	–	–	–	–
7	+	3	–	–
8	+	3	–	–
9	+	4	–	–
10	+	7	+	1

Картофельная болезнь хлеба развивается в теплое время года и характерна для крупноштучных изделий. Это связано с тем, что такая продукция имеет низкую титруемую кислотность по сравнению с ржаными сортами хлеба. Известно, что мелкоштучные хлебобулочные изделия пропекаются лучше, тогда как во внутренней части мякиша изделий массой более 500 г температура достигает лишь 97 °С. Поэтому у последних споры картофельной палочки не дезактивируются, а в условиях высоких температур начинают активно развиваться, что делает продукт непригодным к употреблению. Проведенные исследования показали, что для хлеба из пшеничной муки второго сорта у всех испытуемых образцов отсутствие признаков развития картофельной болезни наблюдалось после

36 часов хранения продукции в благоприятных для размножения микроорганизмов условиях. Однако для контрольных образцов уже через 39 часов после выпечки появлялся незначительный запах, свидетельствующий о начале развития болезни. Через 44 часа хранения образцов хлеба, приготовленных с использованием магистральной воды без дополнительной обработки, запах усиливался и характеризовался как слабый, в то же время у опытных образцов появлялся незначительный запах, который сохранялся до окончания эксперимента. Контрольные образцы после 48 часов хранения в компрометирующих условиях имели резкий запах и залипающий, потемневший мякиш, что указывает на прогрессирование картофельной болезни хлеба.

Полученные данные указывают на то, что плазмохимически активированная вода подавляет жизнедеятельность спорообразующих бактерий, сдерживая развитие картофельной болезни хлеба на 8–10 % по сравнению с изделиями на основе магистральной воды без дополнительной обработки. Следует отметить, что такой эффект обусловлен не изменением кислотности продукта, как в случае применения традиционных методов предотвращения развития *Bacillus subtilis*, а, очевидно, антисептическим воздействием плазмохимически активированной воды на негативную микрофлору муки при тестоведении в результате наличия устойчивого пероксида водорода и мелкокластерной структуры воды.

В табл. 3 отображены результаты проведенных микробиологических исследований пшеничного хлеба, приготовленного по предложенной и традиционной технологии. Установлено, что за счет использования плазмохимически активированной воды происходит повышение уровня безопасности хлебобулочных изделий как по санитарно-показательным микроорганизмам, так и по микрорганнизмам порчи. Так опытные образцы после 24 часов хранения содержали в 13,3 раза меньшее количество МАФАМ по сравнению с контролем, вместе с тем в хлебе на основе воды, подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы, отсутствовали плесневые грибы, наличие которых было зафиксировано для изделий, изготовленных по традиционной технологии. При увеличении продолжительности хранения хлеба количество микроорганизмов в нем возрастало. Однако для изделий на основе плазмохимически активированной воды количество МАФАМ и плесневых грибов оставалась сниженным в 6,4–10 раз по сравнению с контрольными образцами.

Очевидно, что подавление жизнедеятельности микроорганизмов при использовании воды,

подвергнутой действию контактной неравновесной плазмы, с одной стороны, связано с ее способностью оказывать антисептическое воздействие на микрофлору составляющих компонентов продукта [18]. С другой стороны, вследствие мелкокластерной структуры такой воды изготовленные на ее основе хлебобулочные изделия содержат больше связанной влаги по сравнению с изделиями, приготовленными с использованием магистральной воды без дополнительной обработки [21, 22]. Известно, что уровень подвижности воды определяет ее способность принимать участие в физико-химических процессах и способствовать развитию микроорганизмов [23]. При наличии высокого осмотического давления в продуктах развитие микроорганизмов блокируется вследствие обезвоживания их клеток. То есть за счет перехода молекул воды в связанное состояние происходит замедление процесса микробиологического повреждения хлебобулочных изделий.

За счет дополнительной обработки воды контактной неравновесной плазмой без использования синтетических улучшителей, в частности, консервирующего действия, а также дополнительных приемов во время приготовления тестовых полуфабрикатов достигается продление сроков пригодности изделий к употреблению. Поэтому целесообразным является производство хлебобулочной продукции с учетом внедрения процесса подготовки воды с использованием плазмохимической установки, применение которой предусматривается на этапе 1 подготовки сырья к производству (рис. 3).

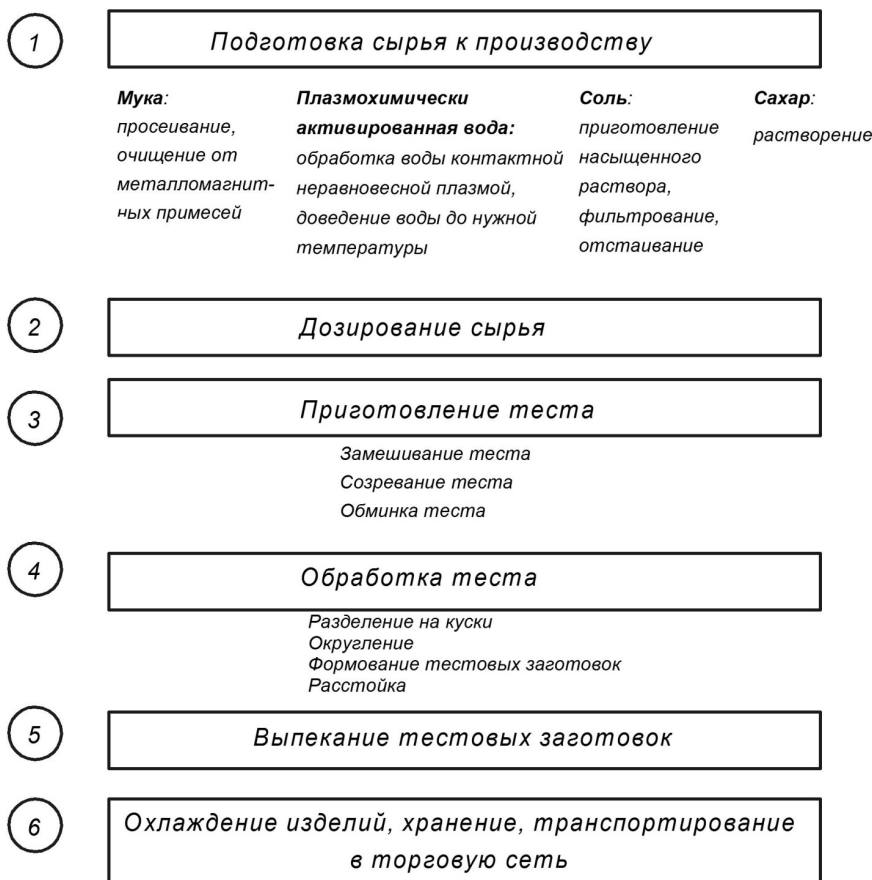


Рис. 3. Функциональная схема производства хлеба по предложенной технологии

Таблица 3

Гигиенические показатели хлеба, приготовленные по предложенной и традиционной технологии

Микробиологические показатели безопасности		Продолжительность хранения изделий, часов		
		0	24	48
Количество МА-ФАМ, КОЕ/г, в хлебе на основе:	магистральной воды	–	$1,0 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^6$
	плазмохимически активированной воды	–	$7,5 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^5$
Содержание плесневых грибов, КОЕ/г, в хлебе на основе:	магистральной воды	–	$2,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^2$
	плазмохимически активированной воды	–	–	$1,4 \cdot 10^2$

Внедрение процесса подготовки воды с применением контактной неравновесной плазмы актуально для хлебопекарных предприятий разной мощности, что предусматривает введение в аппаратно-технологическую схему плазмохимической установки мощностью от 1 до 2 м³/час. Перспективно использование предложенной технологии хлебобулочных изделий и для предприятий малой мощности, в частности, сферы ресторанного хозяйства, но в этом случае более рациональным является покупка плазмохимически активированной воды в готовом к употреблению виде у поставщиков.

6. Выводы

Разработка способов повышения микробиологической устойчивости пищевой продукции во время хранения является залогом решения продовольствен-

ной проблемы в мире. Хлебопекарное производство сталкивается со снижением конечного срока пригодности готовой продукции вследствие развития в ней десятков видов микроорганизмов, в первую очередь грибов родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, а также спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis*.

Обработка воды контактной неравновесной низкотемпературной плазмой позволяет целенаправленно изменять её характеристики за счет наличия пероксида водорода и надперекисных соединений, которые обладают антисептическими свойствами, а также формирования мелкокластерной структуры воды, повышающей её проникающую способность.

Установлено, что применение плазмохимически активированной воды задерживает процесс плесневения пшеничного хлеба, а также хлебобулочных изделий с высоким содержанием сахара и жира, что продлевает срок пригодности продукта к употреблению в 1,5–2 раза без использования искусственных улучшителей химического происхождения. Предложенный технологический прием до 10 % снижает микробиологические риски при производстве хлебопекарной продукции в летнее время за счет угнетения развития картофельной болезни хлеба без традиционного применения в технологии подкисляющих добавок. Бактериологическими методами установлено снижение количества мезофильно аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов в 6,4–10 раз по сравнению с продукцией, произведенной с использованием воды без дополнительной обработки.

Разработана усовершенствованная функционально-технологическая схема производства хлебобулочных изделий с применением плазмохимически активированной воды, что предоставляет возможность получать конкурентоспособную, экологически чистую и безопасную продукцию для пищевых предприятий разной мощности.

Литература

1. Food Spoilage Microorganisms / [ed. by A. C. De W. Blackburn]. – England, Cambridge: Woodhead Publishing Limited. – 2006. – 736 p.
2. Богатырева, Т. Г. Пути повышения микробиологической чистоты хлебобулочных и макаронных изделий, методы контроля [Текст] / Т. Г. Богатырева, О. А. Сидорова. – М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1994. – 40 с.
3. Вербина, Н. М. Микробиология пищевых производств [Текст] / Н. М. Вербина, Ю. В. Каптерева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
4. Reiß, J. Studies on the ability of mycotoxins to diffuse in bread [Text] / J. Reiß // Applied Microbiology and Biotechnology. – 1981. – № 12 (4). – p. 239–241.
5. Способы и средства предотвращения плесневения хлеба [Текст] / Т. Г. Богатырева, Р. Д. Поландова, С. П. Полякова, А. А. Атаев // Хлебопечение России. – 1999. – № 3. – С. 16.
6. Полякова, С. П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Полякова Светлана Петровна; ГНИИХП. – М., 2002. – 22 с.
7. Cauvain, P. Stanley. Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects [Text] / Stanley P. Cauvain, Linda S. Young. – Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2000. – 209 p.
8. Кветный, Ф. М. Применение консервантов в хлебопечении [Текст] / Ф. М. Кветный, Т. В. Шарова, Н. К. Кушнарера // Хлебопечение России. – 1999. – № 3. – С. 21.
9. Полякова, С. П. Использование ультрафиолетового излучения для борьбы с «картофельной болезнью» хлеба [Текст] / С. П. Полякова, Т. Г. Богатырева // Хлебопечение России. – 2003. – № 5. – С. 28–29.
10. Поландова, Р. Д. Картофельная болезнь хлеба: проблемы и современные способы предупреждения [Текст] / Р. Д. Поландова, Т. Г. Богатырева, А. А. Атаев // Хлебопечение России. – 1998. – № 4. – С. 13–14.

11. Колупаева, Т. Г. Влияние упаковки на развитие «картофельной болезни» хлеба [Текст] / Т. Г. Колупаева, И. В. Матвеева, Т. С. Головки // Хлебопечение России. – 2001. – № 6. – С. 10–11.
12. Быковченко, Т. В. Жидкие дрожжи – эффективное средство предотвращения «картофельной болезни» хлеба [Текст] / Т. В. Быковченко // Хлебопечение России. – 2009. – № 1. – С. 14–15.
13. Смирнов, В. Селектин проти картопляної хвороби хліба [Текст] / В. Смирнов, І. Сорокулова // Зерно і хліб. – 2000. – № 1. – С. 24
14. Волохова, Т. П. Ультразвуковая обработка зерна и воды и ее влияние на хлебопекарные свойства пшеничной муки [Текст] / Т. П. Волохова, С. К. Шестаков // Хлебопродукты. – 1999. – № 10. – С. 22–24.
15. Мазур, П. Я. Вода в приготовлении хлеба [Текст] / П. Я. Мазур, И. Н. Яншева, А. А. Выставкин // Хлебопечение России. – 2000. – № 6. – С. 30–32.
16. Сімакова, О. О. Вплив збагаченої калієм води на процес тістоведення [Текст] / О. О. Сімакова // Процеси та обладнання харчових виробництв: тематичний збірник наукових праць ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – 2009. – вип. 20. – С. 272–275.
17. Modern tools and methods of water treatment for improving living standards / [ed. by A. Omelchenko, A. A. Pivovarov, W. J. Swindall]. – Dordrecht: Springer, 2005. – XVI. – 334 p.
18. Исследование дезинфицирующих свойств жидких сред, обработанных контактной неравновесной плазмой [Текст] / Г. Н. Кременчуцкий, Л. Г. Юргель, А. А. Пивоваров, А. П. Тищенко // Вестник Винницкого национального медицинского университета. – 2004. – № 8 (2). – С. 428–430.
19. Півоваров О. А. Математичне моделювання та оптимізація технологічних параметрів виробництва хліба з використанням плазмохімічно активованих розчинів [Текст] / О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко, Г. П. Тищенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 51–54.
20. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв [Текст]: Навчальний посібник / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, О. А. Білик та ін.]; за ред. В. І. Дробот. – К: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
21. Півоваров, О. А. Аналіз стану вологості в хлібі на основі плазмохімічно активованих водних розчинів [Текст] / О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко, Л. Ю. Мирошніченко // Програма і матеріали 78-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 2–3 квіт. 2012 р. – К.: НУХТ, 2012 – Ч. 1. – С. 85–86.
22. Півоваров, О. А. Дериватографічні дослідження тіста, приготованого з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів [Текст] / О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 3 (16). – С. 69–72.
23. Ablett, S. Water in foods [Text] / S. Ablett, P. Lillford // Chemistry in Britain. – 1991. – № 27. – P. 1024–1026.