

химические показатели опытных образцов примерно равноценна.

Графическая интерпретация качественных показателей опытных образцов с внесением различного количества фосфолипидной добавки представлена на рисунке 1.

Исходя из полученных результатов, для серий I и II выбирается доза внесения фосфолипидной добавки в количестве 10%, которая обеспечивает высокие органолептические показатели ферментированного продукта, не оказывает отрицательного влияния на продолжительность ферментации, а готовый продукт обладает высокой пищевой ценностью.

Литература:

1. Яковлев. Ю.Я. Фосфолипиды в молочных продуктах/ Ю.Я.Яковлев., Т.С. Кудрявцев// Молочная промышленность.-2008.-№9.-С.43-44.

УДК 664

ИЗУЧЕНИЕ КРИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ STUDY OF STABILITY TO FREEZING LACTIC ACID BACTERIA USED IN BREAD TECHNOLOGY

С.В. Кутаевская
S.V. Kitaevskaya

Казанский государственный технологический университет
Kazan State Technological University

The influence of an amber acid and succinates on stability of lactic acid bacteria to freezing is investigated. The researched additives can be recommended to application in cryogenic technology of bread.

В последние десятилетия мировая пищевая индустрия интенсивно использует достижения криогенных технологий, позволяющих получать полуфабрикаты, а также готовую продукцию, сохраняющие свои качественные характеристики в течение длительного периода хранения.

На сегодняшний день лишь небольшое число отечественных производителей предлагают потребителям замороженные полуфабрикаты из слоеного и слоено-дрожжевого теста с начинками, наполнителями и без них. Криогенная технология ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба еще полностью не отработана. Имеющиеся на сегодня технологические решения не могут обеспечить необходимое качество полуфабрикатов и готовых изделий, приготовленных на их основе.

При длительном хранении теста в замороженном состоянии часто возникают две проблемы: ослабление структуры теста, приводящее к низкому объему хлеба и грубой структуре его мякиша, а также снижение бродильной активности микрофлоры теста, проявляющееся в длительном его созревании при расстойке. К способам решения первой проблемы следует отнести подбор режимов замора-

живания хлебопекарных полуфабрикатов, использование качественного сырья и разнообразных улучшителей. Одним из перспективных направлений решения второй проблемы является селекция штаммов дрожжей и молочнокислых бактерий, сохраняющих свою биологическую активность на различных этапах процесса приготовления хлеба и хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов.

В настоящее время имеется достаточно способов, с помощью которых можно максимально снизить отрицательное воздействие физико-химических факторов на клетки микроорганизмов, либо полностью избежать возникновения некоторых из них на этапах низкотемпературной обработки полуфабрикатов. К одним из таких способов следует отнести варьирование скоростями охлаждения и замораживания полуфабрикатов, что позволяет изменять в нужном направлении скорость образования кристаллов льда и характер кристаллизации в целом. Однако даже при использовании оптимальных скоростей замораживания не удается добиться полной сохранности клеток микроорганизмов. Несмотря на то, что клетки молочнокислых бактерий отличаются более высокой резистентностью к низким температурам по сравнению с клетками дрожжей, погибает большой процент даже устойчивых клеток. Следует отметить важную роль молочнокислых бактерий в формировании качества ржаных и ржано-пшеничных хлебопекарных полуфабрикатов и готовой продукции.

Различные виды микроорганизмов способны переносить процессы охлаждения и хранения в замороженном состоянии при очень низких температурах. Однако чувствительность микроорганизмов к замораживанию и дефростации сильно варьирует от их видовой принадлежности. Процент выживающих клеток при низкотемпературном консервировании зависит от индивидуальных особенностей различных видов микроорганизмов, состава среды, в которой они находятся в период замораживания, продолжительности хранения, скорости охлаждения и дефростации.

В связи с изложенными фактами, на сегодняшний день большой научный и практический интерес представляет поиск специальных веществ – криопротекторов, способных прямо или косвенно защищать клетки микроорганизмов от необратимых повреждений в процессах низкотемпературной обработки и последующей дефростации тестовых полуфабрикатов, что ведет к сохранению их физиологической и биохимической активности в размороженных полуфабрикатах. Следует отметить, что при использовании криопротектора в отношении микроорганизмов, применяемых в пищевых технологиях, основным требованием является его абсолютная безвредность не только для клеток микроорганизмов, но и организма человека в целом.

Механизм защитного действия каждого криопротектора индивидуален. Молекулы криопротекторов содержат гидроксильные, карбоксильные, либо аминоксильные группы и способны образовывать водородные связи с молекулами воды, переводя ее в связанное состояние и предотвращая ее замерзания при низких температурах. Кроме того, они снижают концентрацию электролитов в среде, противодействуют осмотическому давлению, действуют на проницаемость клеточных мембран.

Исследование механизмов защитного действия криопротекторов экзо- и эндоцеллюлярного действия до настоящего времени – один из актуальных вопросов криобиологии. Полученные на сегодняшний день факты свидетель-

ствуют, что существенное значение в механизме криопротекции играют физико-химические изменения, происходящие в среде и внутри клеток при введении криопротекторов и в процессе замораживания. В области положительных температур эти изменения проявляются в виде повышения вязкости растворов и увеличения их осмотической силы, уменьшения диэлектрической постоянной среды, изменений структуры воды.

Вопрос о том, какими свойствами должен обладать криопротектор, до сих пор не имеет исчерпывающего ответа, но, исходя из экспериментальных данных, некоторые из важных свойств криопротекторов проникающего типа уже известны: низкая молекулярная масса, хорошая растворимость в воде, эффективное снижение количества вымораживаемой воды в виде чистого льда, предотвращение кристаллизации и поддержание в растворенном состоянии солей и белков клетки.

Однако нельзя забывать о том, что при использовании криопротектора в пищевых технологиях основным требованием является его абсолютная безвредность в больших концентрациях как для клеток микроорганизмов, так и для организма человека в целом.

Янтарная кислота и ее соли обладают уникальной разносторонностью проявлений биологической активности, однако сфера их применения в микробиологической практике на сегодняшний день является достаточно узкой. Поэтому исследования, связанные с селекцией молочнокислых бактерий с заданными свойствами и разработкой эффективного способа повышения их криорезистентности путем использования янтарной кислоты и ее производных на сегодняшний день представляются весьма перспективными.

Применение криорезистентных штаммов микроорганизмов позволит создать возможность направленного управления процессом созревания полуфабрикатов с целью достижения наилучшего качества готовой продукции, а также увеличения продолжительности хранения тестовых заготовок в замороженном виде.

На сегодняшний день установлена роль молочнокислых бактерий в формировании качества ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба, но недостаточно изучено повреждающее действие на их клетки процессов замораживания, хранения и последующей дефростации полуфабрикатов. В этой связи необходимыми представляются исследования, направленные на изучение влияния низкотемпературной обработки на физиологическую активность молочнокислых бактерий и поиск путей повышения их криорезистентности.

Целью настоящей работы являлось исследование возможности использования янтарной кислоты и ее солей в качестве криопротекторных агентов в отношении молочнокислых бактерий, применяемых в криогенной технологии хлеба.

Из природных источников (сока квашеной капусты, кислого коровьего молока), микрофлора которых сформирована естественным путем и сухих заквасок, применяемых в хлебопечении, было выделено и отобрано для исследований шесть штаммов молочнокислых бактерий различных таксономических групп.

На основании изучения совокупности морфологических, культуральных и физиолого-биохимических признаков, руководствуясь определителем бактерий Берджи, установлена видовая принадлежность выделенных штаммов

микроорганизмов.

Выделенные микроорганизмы идентифицированы как *L. casei*, *L. bavaricus*, *L. acidophilus*, *L. fermenti* и *L. plantarum*. Виды *L. casei*, *L. bavaricus* и *L. plantarum* относятся к факультативным гетероферментативным лактобактериям, вид *L. acidophilus* – к облигатным гомоферментативным, а вид *L. fermenti* – к облигатным гетероферментативным лактобактериям.

Установлено, что наиболее высокой криорезистентностью обладает штамм молочнокислых бактерий вида *L. casei*, у которого выживаемость клеток при хранении в замороженном виде в течение 2, 24 часов и 1 недели выше на 35 %, 20 % и 10 % соответственно по сравнению с остальными исследованными видами молочнокислых бактерий. Выявлено, что к воздействию низкотемпературной обработки более чувствительны клетки культуры *L. plantarum*.

Выявлено, что криорезистентность молочнокислых бактерий увеличивается при их предварительном культивировании в средах, содержащих различные концентрации янтарной кислоты, сукцината калия и сукцината аммония. Янтарная кислота и сукцинат калия оказывают криопротекторное действие на молочнокислые бактерии в диапазоне концентраций в среде до 0,001 масс. %, сукцинат аммония – в диапазоне концентраций до 0,0001 масс. %. Внесение янтарной кислоты и ее солей в среду культивирования позволяет увеличить выживаемость клеток молочнокислых бактерий на 15–20 %, 20–25 % и 25–30 % соответственно.

Следует отметить, что включение янтарной кислоты и сукцинатов в среду в период предварительного культивирования позволяет повысить активность амилолитических ферментов молочнокислых бактерий на 30–45 % и 15–20 % соответственно, а также интенсифицировать процесс кислотообразования на 10–20 % в зависимости от вида молочнокислых бактерий.

Полученные данные позволяют говорить об эффективности использования янтарной кислоты и ее солей в отношении молочнокислых бактерий. Применение данных добавок в составе среды предварительного культивирования отражается на дальнейшем развитии молочнокислых бактерий: происходит активация ферментов амилолитического комплекса и повышается их кислотообразующая активность. Такое стимулирующее воздействие исследованных добавок на микроорганизмы позволит управлять интенсивностью и направленностью микробиологических и биохимических процессов в полуфабрикатах хлебопекарного производства и в конечном итоге прогнозировать стабильное качество готовой продукции.

Исследованные добавки можно рекомендовать для использования в качестве компонентов среды культивирования молочнокислых бактерий, применяемых в криогенной технологии хлеба и хлебобулочных изделий.