



Л.БАЛЬ-ПРИЛИПКО,
 докт. техн. наук, професор, академік
 АН ВО України, декан факультету
 харчових технологій
 та управління якістю продукції АПК
 Національного університету біоресурсів
 і природокористування України

Харчування – процес повсякденний

А, отже, з одного боку, це означає, що вже існують усталені уподобання тих чи інших продуктів, обсяги яких орієнтовно можна передбачити, з іншого, є вірогідність зацікавити певні кола споживачів новинками, наділеними оригінальними перевагами.

Таким чином, пропозиції технологів-розробників залишаються актуальними, надто ж, коли вони, справді, відповідають ключовим критеріям попиту - якісні, смачні, поживні, безпечні і, бажано, доступні за ціною. Відтак, запрошуємо до ознайомлення з ними за нашими публікаціями!

УДК 609:637.564

Современные тенденции применения стартовых культур в мясной промышленности



Л. Баль-Прилипко, докт. техн. наук
Б. Леонова, канд. техн. наук
Э. Старкова, аспирант
 Национальный университет биоресурсов
 и природопользования Украины
Н.Машенцева, докт. техн. наук
 ФГБОУ ВПО «Московский государственный
 университет пищевых производств»

Современной тенденцией является создание функциональных продуктов питания с целью улучшения здоровья и безопасности потребителя. Мясные продукты, которые не подвергаются тепловой обработке, могут быть подходящими курьерами для пробиотиков в желудочно-кишечный тракт человека. Такими транспортерами в частности выступают стартовые культуры, которые

дают так называемый старт для начала ферментации мясного сырья, чтобы придать ему необходимые гастрономические качества и обезопасить от нежелательной микрофлоры. Стартовые культуры (бактериальные закваски), используемые в мясной промышленности, представляют собой микроорганизмы различных видов, в том числе лактобациллы, педиококки, стафилококки, микрококки, дрожжи и

мицелиальные грибы. Для бактерий основным технологическим свойством является способность сбраживать углеводы (сахара) до молочной кислоты, в следствие чего осуществляется ферментация мясного сырья. Под их действием происходит расщепление белковых компонентов с образованием пептидов и свободных аминокислот, в результате этого продукт размягчается и имеет соответствующую

Аннотация. Представлен обзор ключевых направлений применения стартовых культур в мясной промышленности. Сформулированы основные критерии выбора бактериальных препаратов для использования в разных технологических целях. Обосновано влияние стартовых культур в производстве мясных продуктов на ферментативное преобразование структуры сырья, формирование специфического аромата, стабильной окраски, гарантии безопасности. Применение прикладной биотехнологии через генетические преобразования дают возможность конструировать высокопродуктивные штаммы микроорганизмов с заданными характеристиками.

Ключевые слова: биотехнология, стартовые культуры, ферментированные мясные продукты, пищевая безопасность, генетическая инженерия, лактобактерии, цветообразование, ароматические соединения, бактериоцины.

Modern trends of application of starter cultures in the meat industry. L.V BAL-PRILIPKO, doctor of technical sciences, professor, B.I LEONOVA, Ph.D.E.R STARKOV, graduate student N.G. MASHENTSEVA, doctor of technical sciences, professor.

Abstract. The article presents an overview of the main areas of application of starter cultures in the meat industry. Described the requirements for bacterial preparation, formulated the basic selection criteria for use in various technological purposes. Theoretically proved that the starter cultures in the production of meat products are used for the enzymatic transformation of the structure of raw materials, the formation of a specific flavor, color stability, safety guarantees. Application of applied biotechnology through genetic changes make it possible to design highly productive strains of microorganisms with desired characteristics.

Key words: biotechnology, starter cultures, fermented meat products, food safety, genetic engineering, lactobacilli, color formation, aromatic compounds, bacteriocins.

консистенцию и легко усваивается. Образование ароматических соединений способствует формированию характерного вкуса и запаха. Важным свойством стартовых культур является антагонизм – подавление роста микроорганизмов, вызывающих порчу продукта, а также нежелательной молочнокислой микрофлоры, которая, наряду с молочной кислотой, образует побочные продукты: уксусную кислоту, углекислый газ, этиловый спирт и другие, которые вредят процессу ферментации мясного сырья [1,2].

Применение стартовых культур на мясоперерабатывающих предприятиях

Стартовые культуры выпускаются в жидком, замороженном и сухом (сублимированном) виде, которые, после восстановления в воде, становятся активными. Бакпрепараты вносят в мясной фарш в начале куттерования. Присутствие их в фарше позволяет уменьшить длительность созревания и сократить технологический процесс производства сырокопченых колбас с 45 до 20 суток.

Качество бакпрепаратов определяется содержанием жизнеспособных клеток, их устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, соблюдением условий и способов их упаковки (желательно хранить упакованными



под вакуумом или в инертной газовой атмосфере) и хранения (при низких температурах). Существенно влияет на качество состав питательных сред, на которых они выращены, и правильно подобранные защитные среды, обеспечивающие выживаемость клеток в препаратах продолжительное время. Количество жизнеспособных клеток может достигать 10¹⁰ – 10¹² КОЕ/г.

Выбор стартовых культур для мясной коллекции

Отбор микроорганизмов для мясной коллекции начинается с выбора высококачественных, полностью удовлетворяющих вкусы и пристрастия потребителя мясных изделий, микрофлора которых сформирована естественным путем, а затем полностью исследована. Микроорганизмы отбираются по их технологическим свойствам. В дополнение к специфическим технологическим характеристикам проверяют их безопасность и конкурентоспособность. Только

после полной комплексной оценки отобранные микроорганизмы рассматриваются в качестве стартовых бактериальных культур для мясной промышленности.

Для использования в промышленности стартовая культура должна обладать рядом следующих свойств:

- отсутствием патогенности и токсикогенности;
- генетической стабильностью;
- высокой скоростью роста при культивировании и способностью синтезировать нужные метаболиты в необходимом количестве;
- устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (при изменении pH среды, температурного оптимума роста и т.д.).

Формирование безопасности мясных продуктов за счет использования аминокислотных стартовых культур

Другим из обязательных критериев отбора безопасных стартовых культур является отсутствие у них способности образовывать биогенные амины сверх допустимой нормы

в течение всего технологического цикла, а также в процессе хранения.

В пищевых продуктах, в том числе и мясных, биогенные амины образуются путем отщепления α-карбоксильной группы аминокислот за счет декарбоксилазной активности микроорганизмов, связанной с наличием у них специфических ферментов декарбоксилаз. Амино-позитивными являются штаммы, образующие в скрининговой среде биогенные амины в количестве, большем чем 350 мг/л; штаммы с низкой декарбоксилазной активностью – аминокислотами – аминокислотами [1].

Амины, получающиеся при декарбоксилировании аминокислот, представляют собой фармакологически активные вещества, а некоторые из них являются сильными ядами. Из отдельных протеиногенных аминов, то есть аминов, образующихся из аминокислот под влиянием микроорганизмов, необходимо назвать путресцин, кадаверин, тирамин, гистамин. Путресцин получается при декарбоксилировании аминокислоты орнитина, кадаверин – при декарбоксилировании диаминокислоты лизина (α,ε-диаминокапроновой кислоты). Кадаверин, так же как и путресцин, относят к группе трупных ядов, или птомаинов, поскольку они образуются и при разложении трупов; ядовитость этих диаминов, однако, незначительна. Из тирозина при декарбоксилировании аминокислот получается тирамин, а из гистидина – гистамин.

Чрезмерное поступление этих веществ в организм отрицательно ска-

зывается на здоровье человека. При этом могут наблюдаться невралгии различных типов, тошнота, диарея, повышение выделения желудочного сока, учащение сердцебиения, снижение диастолического кровяного давления, церебральная депрессия, угнетение репродукции, вазодилатация, артериальная гипертензия, опухолестимулирующее действие, лейкотаксис.

Высокое микробиальное число, которым характеризуются ферментированные продукты, часто неминуемо приводит к значительному накоплению биогенных аминов, особенно таких, как тирамин, 2-фенилэтиламин, триптамин, кадаверин, путресцин и гистамин. Однако нужно отметить, что количество биогенных аминов в продукте одного и того же типа может сильно отличаться. Эти различия зависят от многих факторов: качественно-количественного состава микробиальной флоры, физико-химических параметров, гигиенических условий, сопутствующих технологическому процессу, наличия предшественников биогенных аминов – соответствующих аминокислот.

Выбор стартовых культур является основой для гарантии качества готового продукта в отношении содержания БА. Поэтому неспособность к образованию БА в течение всего технологического цикла и в процессе хранения является существенным критерием для отбора стартовых культур.

В природе биогенные амины физиологически инактивируются аминоксидазами (АО), ферментами, обнару-

женными в клетках бактерий, грибов и животных, способными катализировать окислительное деаминарование аминов с образованием альдегидов, перекиси водорода и аммония.

Потенциальная роль микроорганизмов с аминоксидазной активностью, используемых в ферментации продуктов питания, заключается в прекращении или снижении аккумуляции биогенных аминов в пище. Поэтому аминоксидазная активность рассматривается как важная характеристика при селекции стартовых культур, используемых при производстве ферментированных продуктов [3,4].

Мицелиальные грибы, используемые в качестве биологической защиты поверхности мясных изделий

При использовании мицелиальных грибов для ферментации мясного сырья особое внимание уделяется поиску штаммов, не способных производить микотоксины – вторичные метаболиты мицелиальных грибов, которые представляют собой токсичные химические вещества, вызывающие нарушения обменных процессов у животных и человека, снижение их иммунитета, повышение восприимчивости к инфекционным заболеваниям. Мицелиальные грибы вида *Penicillium camembertii* могут производить два типа микотоксинов – циклопиазонивую кислоту и ругуловазины А и В. Синтез любого микотоксина зависит не только от вида гриба, но также и от штамма, то есть может быть не только видоспецифическим, но и штаммоспецифическим признаком. В связи с этим исследования по отбору штаммов мицелиальных грибов, не способных образовывать микотоксины, являются обязательными.



Поиск штаммов – продуцентов бактериоцинов

Одно из важнейших действий стартовых бактериальных культур – это продление срока годности ферментированных продуктов, так как мясные изделия являются скоропортящимися продуктами. Определенные режимы влажности, температуры и циркуляции воздуха в камерах хранения готовых изделий поддерживаются с целью предотвращения развития патогенных бактерий и микроорганизмов, вызывающих порчу, которые, в большинстве своем, неустойчивы к низким температурам, действию кислот и другим факторам. Штаммы, применяемые для мясной промышленности, могут оказывать существенное влияние на продолжительность срока хранения и качество ферментированных продуктов питания путем подавления нежелательной микрофлоры. Один из возможных способов действия молочнокислых микроорганизмов, результатом которого является подавление нежелательной и становление определенной микрофлоры, это выделение антибактериальных веществ, таких как органические кислоты, диоксид углерода, пероксид водорода, диацетил, а также бактериоцинов. Этим объясняется их комплексное антимикробное действие, что дает возможность использовать их в качестве природных консервантов продуктов питания. Наши исследования сконцентрированы на поиске штаммов – продуцентов белковоподобных антибактериальных веществ – бактериоцинов, которые, несомненно, имеют перспективы промышленного применения.

Антиоксидантные свойства стартовых культур

Окислительная порча мясных изделий сопровождается активацией свободнорадикальных реакций перекисного окисления липидов и денатурацией углеводов и белков, которые инициируются и развиваются с участием свободных радикалов – молекул или частиц, обладающих не спаренными электронами. Радикалы образуются в мясных продуктах за счет экзогенных физико-химических и биологических факторов: под действием света, кислорода воздуха,

повышенной температуры, при наличии следов металлов переменной валентности (меди, железа, олова, свинца), развитие микроорганизмов порчи, катализирующих процессы окисления.

O_2^- – супероксид анион радикал кислорода,

1O_2 – синглетный кислород,

H_2O_2 – перекись водорода,

OH^\bullet – гидроксильный радикал.

Для того, чтобы предотвратить окисление мясного сырья используют различные антиокислители. Механизм действия наиболее распространенных антиоксидантов состоит в обрыве реакционных цепей: молекулы антиоксидантов взаимодействуют с активными радикалами с образованием малоактивных радикалов.

Для стартовых культур, используемых для ферментации мясного сырья, продукты восстановления кислорода – пероксид водорода, супероксид-радикал и гидроксил-радикал чрезвычайно токсичны и микроорганизмы испытывают окислительный стресс [5,6]. В связи с этим аэробы и факультативные анаэробы (какими и являются стартовые культуры) содержат набор ферментов, в том числе каталазу и/или пероксидазу и супероксиддисмутазу (СОД), необходимых для устранения токсичного эффекта кислорода. Каталитические ферменты, содержащиеся в их клетках, помогают справиться со стрессом, инактивируя активные формы кислорода. Использование стартовых культур, обладающих антиоксидантными свойствами, позволяет снизить количество реактивного кислорода в мясных продуктах и, тем самым, предотвратить их окислительную порчу. Поэтому одним из направлений селекционных работ по выбору перспективных стартовых культур является поиск штаммов, обладающих антиоксидантной активностью.

Бактериальная денитрификация в мясных продуктах

Издавна при изготовлении различных мясных продуктов используют нитриты и нитраты натрия, которые в значительной степени влияют на формирование таких качественных показателей как цвет, вкус и аромат.

Как известно, розово-красный

цвет, характерный для мясных изделий, обусловлен взаимодействием оксида азота, образующегося в результате реакции нитрита натрия с миоглобином мяса. Изделия из мяса, посоленные без нитрита натрия, не приобретают не только розовой окраски, но и типичных аромата и вкуса, свойственных тому или иному мясному продукту. Нитриты обладают способностью ингибировать рост микрофлоры и образование токсинов в мясных продуктах. Кроме того, нитриты, добавленные в соленые изделия, оказывают антиокислительное действие на липиды [5-9].

Наряду с этим, нитрат при повышенных концентрациях является мутагенным и токсичным веществом, нитрозирует амины с образованием нитрозаминов и способен вызывать метмиоглобину.

При соблюдении технологических регламентов внесения нитритов их уровень в конечной продукции не будет превышать установленных гигиенических нормативов.

Учитывая то, что колбасные изделия занимают существенное место в структуре потребления мясных продуктов, они являются основными источниками поступления нитритов в организм человека. Вместе с тем, использование нитритов имеет и отрицательные последствия, связанные с возможным образованием токсичной группы соединений – нитрозосоединений (НС). НС вызывают злокачественные опухоли полости рта, пищевода, желудка, кишечника, печени, поджелудочной железы, почек, центральной и периферической нервной системы, кожи, сердца и кровеносной ткани). В настоящее время установлено, что НС образуются как *in vitro*, так и *in vivo* в организме человека и животных из присутствующих предшественников – нитратов, нитритов, аминов и амидов.

В последнее время возрастает число исследований и патентов, посвященных изысканию способов снижения остаточного нитрита в готовом продукте. В этом отношении можно выделить следующие основные направления: уменьшение количества добавляемого в фарш нитрита; применение одновременно с нитритом редуцирующих веществ; использо-

вание различных добавок, интенсифицирующих процесс образования окраски и снижения остаточного нитрита; замена нитритов и нитратов пищевыми красителями и другими соединениями.

До некоторого времени механизм формирования окраски продукта рассматривался исключительно в химическом аспекте. Однако, принимая во внимание способность многих бактерий денитрифицировать нитриты, нельзя не учитывать возможность их влияния на накопление необходимого количества окиси азота.

Характерная особенность денитрифицирующих бактерий – наличие наряду с обычной дыхательной системой окислительно-восстановительной. Различие между дыханием и восстановлением нитритов заключается в том, что при дыхании микроорганизмы активируют молекулярный кислород, а при денитрификации кислород нитритов, и переносят на него водород, образующийся в результате дегидрирования субстрата. Денитрификация идет как в анаэробных, так и в аэробных условиях. Пока в среде присутствуют нитриты, необходимая для жизнедеятельности денитрифицирующих бактерий энергия возникает за счет переноса электронов или атомов водорода с молекул редуцирующих веществ (донаторов водорода) на молекулы нитрита (акцептора водорода [7-9].

В качестве денитрифицирующих культур используются микроорганизмы из семейства микрококков: *Staphylococcus carnosus*; *Staphylococcus xylosus*; *Micrococcus varians*. Это грамположительные, каталазоположительные кокки, которые не имеют никаких факторов вирулентности и доказали свою безопасность за долгие годы безупречной службы в качестве стартовых культур для мясной промышленности. Поиск микроорганизмов с высокой денитрифицирующей активностью является одной из задач при отборе промышленно-ценных штаммов.

Выводы

Сегодня самая важная тенденция пищевой промышленности – это безопасность. Смесь здоровой конкурентоспособной микрофлоры и технологически эффективных факторов – основной рецепт высококачественных мясopодуKтов. Добавленные специфические микроорганизмы (амино-негативные, способные синтезировать бактериоцины) действуют как сильные конкуренты в отношении предотвращения распространения микроорганизмов, вызывающих порчу, и патогенов. Микроорганизмы, обладающие аминоксидазными ферментами, снижают содержание биогенных аминов, находящихся первоначально в сырье, а также накапливающихся в процессе ферментации и хранения. Одновременно

защитные культуры помогают сохранять вкус и аромат продукта (микроорганизмы с глутаматдегидрогеназной активностью), формировать цвет естественным путем (денитрифицирующие микроорганизмы) и предохранять от окисления (каталазоположительные кокки и микроорганизмы с антиоксидантными свойствами).

Дрожжи и мицелиальные грибы являются сильными антагонистами зеленых плесеней порчи, поэтому они используются в качестве биологической защиты поверхности мясных изделий.

Для создания штаммов с желеваемым генотипом наиболее эффективным современным методом на сегодняшний день является способ введения в микробные клетки определенных генов, полученных с использованием технологий рекомбинантных ПНК



Література

1. **Bover-Cid S., Holzapfel W.H.** Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria // *Int J Food Microbiol.*– 1999.– Dec 1;53(1):33-41.
2. **Bover-Cid S., Hugas M., Izquierdo-Pulido M., Vidal-Carou M.C.** Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid-decarboxylase starter culture for fermentation of Fuet sausages // *J Food Prot.*– 2000.– Feb;63(2):237-43.
3. **Баль-Прилипко Л.В.** Зниження вмісту нітриту натрію у варених ковбасах за допомогою денітрифікуючих мікроорганізмів // *Biotechnologia Acta.*– 2015.– №3.– С. 110–115.
4. **Fadda S., Vignolo G., Oliver G.** Tyramine degradation and tyramine/histamine production by lactic acid bacteria and *Kocuria* strains // *Biotechnology Letters.*– 2001.– V. 23, №24.– P. 2015–2019.
5. **Mathur S, Singh R.** Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria-a review // *Int J Food Microbiol.*– 2005.– Dec 15; 105(3):281-95.
6. **Miyoshi A., Rochat T., Gratadoux J.J., Le Loir Y, Oliveira S.C., Langella P., Azevedo V.** Oxidative stress in *Lactococcus lactis* // *Genet Mol Res.*– 2003.– Dec 30;2(4):348-59.
7. Report of the Thirty-second Session of the Codex Committee on Food Hygiene Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Twenty-fourth Session Geneva, 2-7 July 2001.
8. **Баль-Прилипко Л.В.** Свойства мясных фаршевых систем с применением современных биотехнологических приемов // «Научный результат»- Серия: «Технология бизнеса и сервиса».– 2015.– №1– С. 33–39.
9. **Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Гармаш О.М., Старкова Е.Р.** Біотехнологічні прийоми у сучасній м'ясопереробній промисловості // мат. VI Всеукраїнської наук.-практ. конф., Львів, 10-11 квіт. 2014.– С. 62–64.