Использование биотехнологических процессов в современном производстве вареных колбас

В.В. Хорольский, д.т.н.,
Н.Г. Машенцева, к.т.н.,
А.Г. Бучинская, к.т.н., *МГУ прикладной биотехнологии*

В настоящее время рынок вносит серьезные коррективы в процесс производства продуктов питания, ставя все новые и новые задачи перед производителями, в том числе специалистами мясной промышленности. Возросшие потребительские требования к качеству и цене готовой продукции обязывают специалистов отрасли искать новые нетрадиционные пути решения возникающих технологических проблем, способные обеспечить рентабельную и бесперебойную работу предприятия в рыночных условиях. Немаловажная роль при этом отводится созданию безотходных технологий качественных мясных продуктов с широким вовлечением в сферу производства всех видов сырья, получаемого при переработке сельскохозяйственных животных. Рациональное использование вторичного сырья мясной промышленности

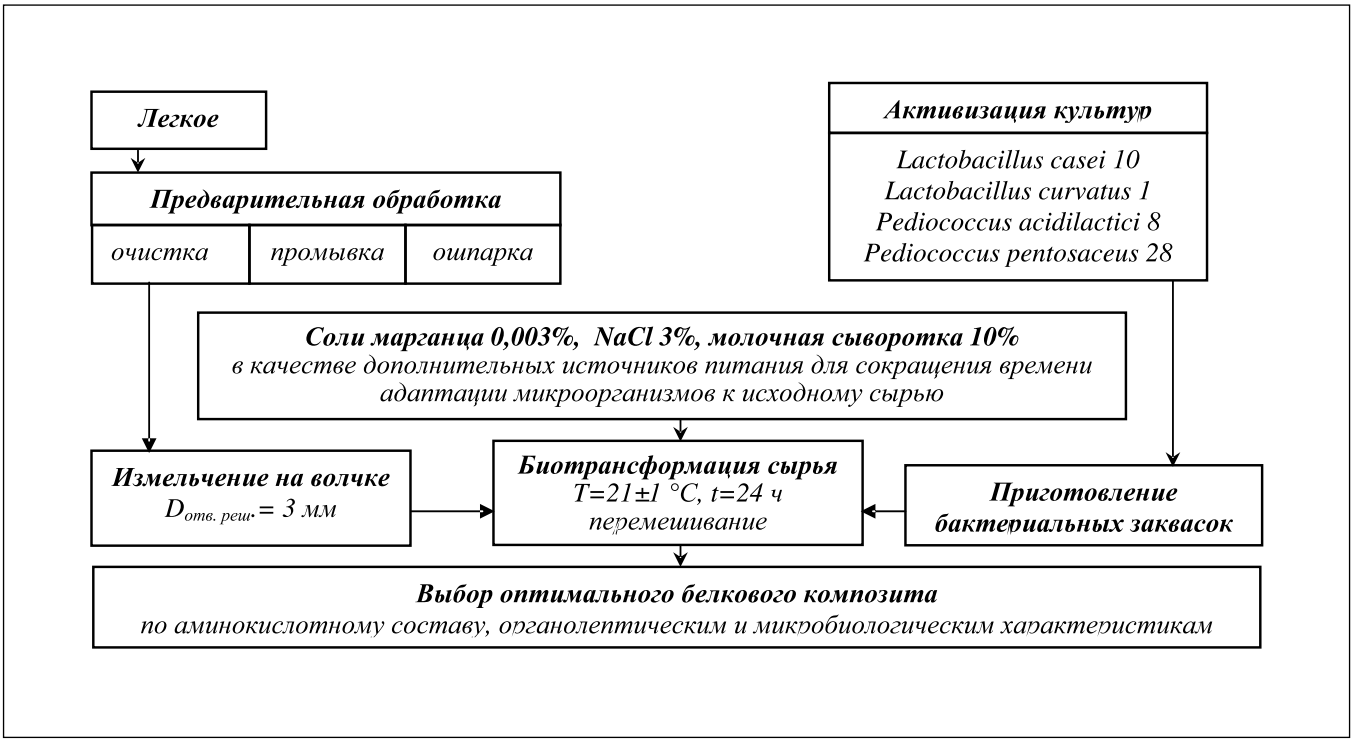


Рис. 1. Схема получения белкового композита на основе говяжьих легких

приведет к значительной экономии материальных ресурсов и будет способствовать экологическому равновесию окружающей среды.

Мясная промышленность располагает разнообразными способами, позволяющими целенаправленно изменять качественные характеристики белка неполноценного пищевого сырья для придания ему необходимого комплекса функциональных свойств.

Среди существующих многочисленных приемов обработки вторичного мясного сырья одним из перспективных направлений в последнее время является целенаправленное использование биотехнологических методов, основанных на применении различных видов микроорганизмов.

В связи с этим в МГУ прикладной биотехнологии проведена научно-исследовательская работа, в ходе которой была изучена возможность использования консорциумов молочнокислых микроорганизмов для модификации вторичного мясного сырья и использования его в качестве белкового композита при производстве мясных изделий.

Исследования были направлены на поиск активных штаммов молочнокислых микроорганизмов, позитивно воздействующих на исходные свойства коллагенсодержащего сырья (говяжье легкое), получение белкового композита путем биотрансформации такого сырья, изучение свойств белкового композита и целесообразности применения в технологии мясных продуктов, в частности, вареных колбас.

Выделение штаммов молочнокислых микроорганизмов проводили из национальных сыровяленых и сырокопченых колбас, микрофлора которых сформирована естественным путем. В результате селекции были отобраны штаммы Lactobacillus curvatus 1, Lactobacillus casei 10, Pediococcus acidilactici 8, Pediococcus pentosaceus 28. У выделенных штаммов изучали морфологические, культуральные, физиолого-биохимические, технологические свойства.

Проведенные исследования показали, что штаммы являются солеустойчивыми, проявляют высокую антагонистическую активность по отношению к санитарно-показательной микрофлоре, обладают высокой энергией кислотообразования, сильной ферментативной системой, а также способностью биосинтеза клеток при 20 – 30 °С и адаптированы к мясному сырью.

Идентификацию выделенных штаммов проводили по совокупности фенотипических и молекулярно-генетических свойств (анализ нуклеотидных последовательностей 16S рРНК) в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ (2001, 2002).

Выделенные штаммы молочнокислых микроорганизмов являются коллекционными культурами МГУПБ и находятся на депонировании во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ФГУП ГосНИИ Генетики и селекции промышленных микроорганизмов.

Вышеперечисленные свойства выделенных штаммов определили возможность их использования в биотрансформации вторичного мясного сырья (исследования проводи-

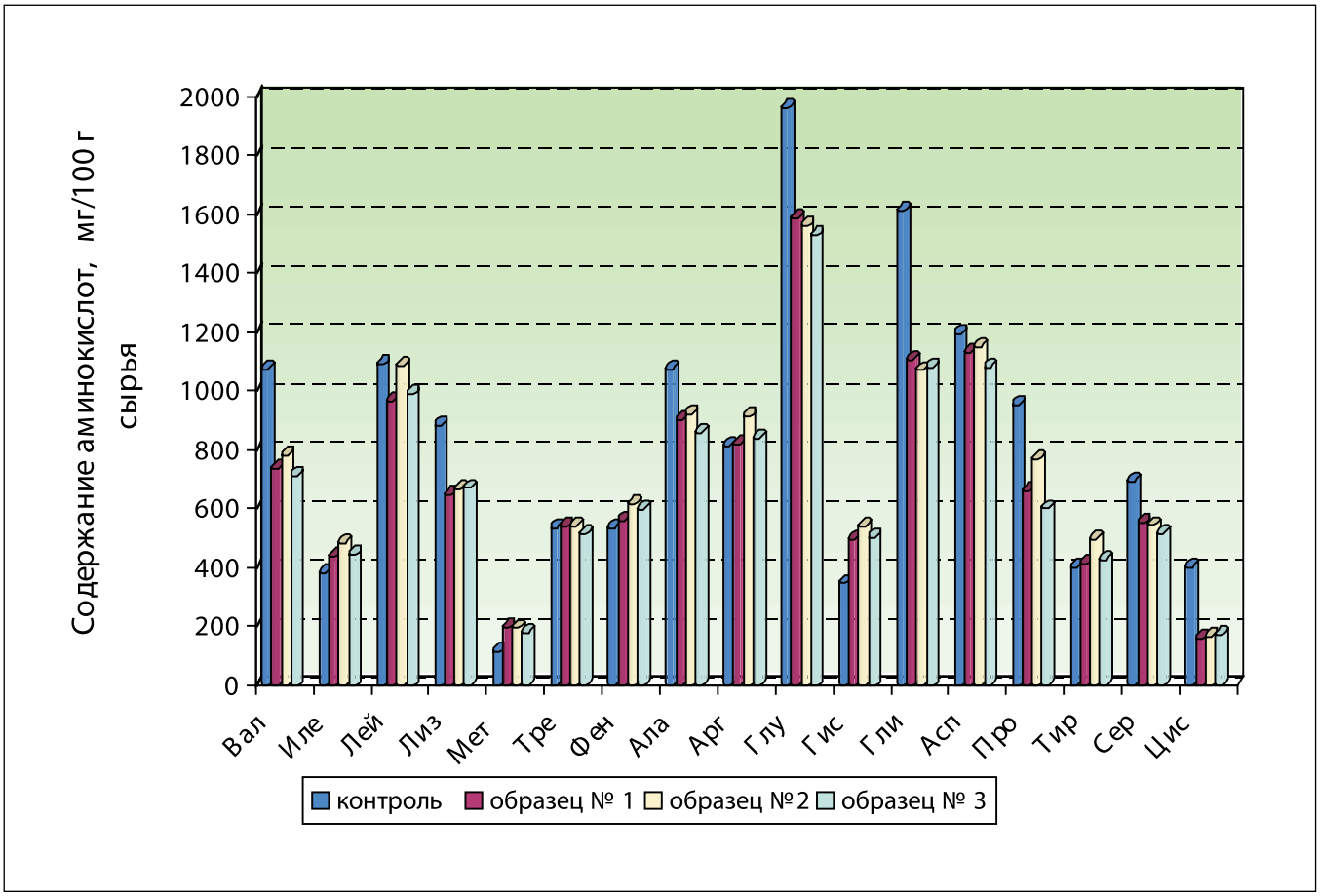


Рис. 2. Аминокислотный состав биотрансформированных говяжьих легких

ли на примере говяжьего легкого). Биотрансформацию осуществляли согласно схеме, представленной на рисунке 1.

Бактериальные закваски с концентрацией 10^9 КОЕ/г вносили в количестве 5 % к массе несоленого сырья. Для проведения процесса биотрансформации было сделано четыре варианта бактериальных заквасок с разным соотношением выделенных штаммов. Бактериальная закваска № 1 характеризовалась равным количественным соотношением всех выделенных штаммов (КОЕ/мл), в бактериальной закваске № 2 соотношение штаммов Lactobacillus casei 10, Lactobacillus curvatus 1, Pediococcus pentosaceus 28, Pediococcus acidilactici 8 составило 4:4:1:1, в закваске № 3 – 1:1:4:4, в закваске № 4 – 1:4:1:4. Таким образом, было получено четыре образца биотрансформированного сырья.

Органолептическая оценка показала, что образец № 1 имел розовый цвет и приятный кисловатый аромат. Образец № 2 обладал бледно-розовым цветом с ярко выраженным кисловатым запахом. Образец № 3 характеризовался розовым цветом и кисловатым ароматом, который был слабее, чем у образца № 1. Образец № 4 также имел розовый цвет, но отличался резким кислым запахом и имел низкую активную кислотность, что привело к закисанию субстрата (измельченное говяжье легкое). Поэтому из последующих исследований этот образец был исключен. Контроль обладал неприятным запахом, свойственным испорченному мясу. Таким образом, можно сделать вывод, что все образцы биотрансформированного сырья практически не отличались друг от друга по цвету, но имели отличие по запаху, т.е. молочнокислые микроорганизмы позволили нивелировать характерный запах легких.

При исследовании микробиологических показателей было установлено, что внесение бактериальных заквасок способствует снижению развития патогенной и условно-патогенной микрофлоры (КМАФАнМ, бактерии группы кишечных палочек, сульфитредуцирующие клостридии, сальмонеллы, золотистый стафило-

Таблица 1. Структурно-механические характеристики образцов вареных колбас

Показатель	Готовый продукт			
	контроль	образец № 1	образец № 2	образец № 3
Напряжение среза, кПа	38,50 ± 0,15	37,60 ± 0,11	33,80 ± 0,08	31,40 ± 0,13
Работа резания, Дж/м^2	253,0 ± 16,1	252,0 ± 15,9	232,00 ± 20,10	224,0 ± 17,2
Пластичность, см^2/г	7,50 ± 0,29	10,80 ± 0,34	11,40 ± 0,25	14,60 ± 0,18
Предельное напряжение сдвига, Па	887,0 ± 0,2	760,0 ± 0,2	560,0 ± 0,1	463,0 ± 0,1

Таблица 2. Технологические характеристики образцов вареных колбас

Показатель	Готовый продукт			
	контроль	образец № 1	образец № 2	образец № 3
Активная кислотность, pH	6,92 ± 0,10	6,90 ± 0,15	6,88 ± 0,13	6,85 ± 0,11
ВСС, % к массе продукта	59,37 ± 0,25	60,32 ± 0,19	60,5 ± 0,22	60,76 ± 0,20
Выход готового продукта, %	109,0 ± 0,5	111,0 ± 0,3	112,0 ± 0,3	114,0 ± 0,4

кокк) с одновременным увеличением количества молочнокислых микроорганизмов.

Антагонистический эффект достигался за счет молочнокислой микрофлоры, в результате жизнедеятельности которой происходит накопление молочной кислоты. В свою очередь, молочная кислота способствует быстрому снижению pH субстрата, что и приводит к гибели условно-патогенной микрофлоры.

Анализ результатов исследования аминокислотного состава (рис. 2) показал, что среди незаменимых аминокислот увеличилось количество изолейцина, треонина, фенилаланина, метионина. Также происходило увеличение количества аргинина, гистидина, тирозина. Тем не менее у всех образцов наблюдается значительное уменьшение количества валина, лизина, лейцина, глицина, глутаминовой кислоты и пролина, поскольку эти аминокислоты участвуют в процессах образования вкусо-ароматических соединений.

По совокупности полученных результатов проведенных исследований наиболее рациональным вариантом был признан образец № 2 (измельченные легкие, биотрансформированные штаммами Lactobacillus casei 10, Lactobacillus curvatus 1, Pediococcus acidilactici 8, Pediococcus pentosaceus 28 в соотношении 4:4:1:1).

Таким образом, использование молочнокислых микроорганизмов в биотрансформации вторичного мясного сырья положительно влияет на его исходные характеристики и позволяет получать белковый композит с желаемым комплексом свойств.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение целесообразности использования полученного белкового композита в производстве вареной колбасы.

Были изготовлены опытные образцы вареных колбас с 10-, 20-, 30 %-й заменой основного сырья (говядина и свинина в равном соотношении) на белковый композит (образцы № 1, 2, 3 соответственно), а также контрольный образец – вареная колбаса «Столовая» I сорта, выработанная по традиционной технологии.

Таблица 3. Состав летучих компонентов в образцах вареных колбас

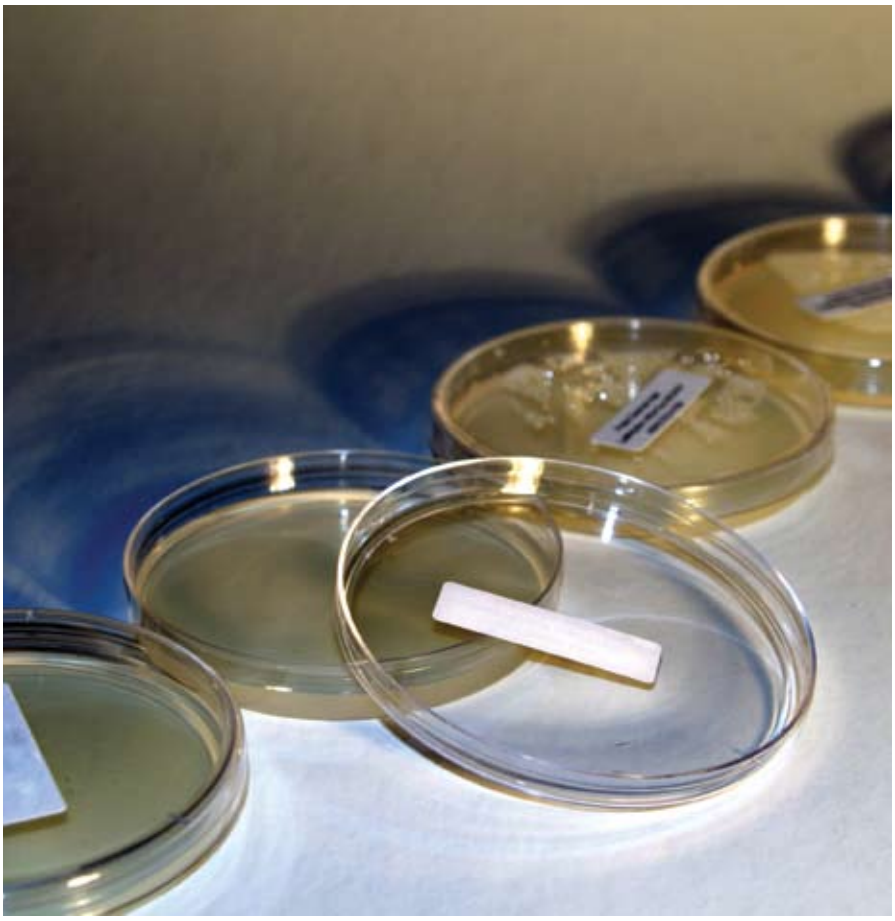
Вещество	Содержание в фазе летучих компонентов, %			
	контроль	образец № 1	образец № 2	образец № 3
Гексаналь	0,25	0,38	0,31	0,35
γ-терпинен	0,013	0,063	0,045	0,089
3,7-диметил-1,6-октадион-3-ол	0,00	0,41	0,52	0,05
Изосафрол	10,57	10,62	12,27	12,31
Пентадеканаль	0,05	0,07	0,08	0,08
β-фелландрен	0,061	0,117	0,106	0,151
Линалилпропаноат	0,285	0,584	0,48	0,41
Карнофиллен	4,68	5,25	5,35	6,38
Азарон	0,072	0,153	0,12	0,103
Олеилол	0,342	0,96	0,86	0,797

В целях определения рационального уровня замены основного сырья на белковый композит были изучены органолептические характеристики, химический состав, переваримость in vitro, структурно-механические и технологические свойства опытных образцов вареных колбас.

Наилучшими органолептическими свойствами обладал образец № 2 с 20%-ной заменой основного сырья на белковый композит. Он отличался выраженным ароматом, упругой и нежной консистенцией, характеризовался достаточной сочностью и розовым цветом на разрезе.

Анализ химического состава и энергетической ценности опытных и контрольного образцов вареных колбас не выявил существенного отличия по этим показателям. Так, энергетическая ценность 100 г опытных образцов № 1, 2, 3 составила 703, 685, 683 ккал соответственно, контрольного – 713 ккал.

При оценке биологической ценности контрольного и опытных образцов определяли степень гидролиза белков пищеварительными ферментами in vitro. По полученным данным установлено, что введение биотрансформированного сырья в рецептуру вареных колбас способствует увеличению переваримости. Анализ результатов показал, что суммарная переваримость опытных образцов вареных колбас больше контрольного образца в среднем на 35 %.



Исследование структурно-механических характеристик свидетельствует, что с увеличением количественного введения белкового композита отмечается снижение величин предельного напряжения сдвига, предельного напряжения среза, работы резания, увеличение пластичности опытных образцов вареных колбас по сравнению с контролем (табл. 1).

Также были исследованы показатели влагосвязывающей способности, активной кислотности и выход готового продукта (таблица 2).

Как видно из табл. 2, активная кислотность опытных вареных колбас несколько ниже значения pH контрольного образца. Тем не менее у образцов с наличием белкового композита в рецептуре наблюдается увеличение влагосвязывающей способности, в результате чего происходит незначительное увеличение выхода образцов готового продукта.

Изменения переваримости in vitro, структурно-механических и технологических свойств опытных образцов вареных колбас можно объяснить тем, что в процессе биотрансформации говяжьего легкого под действием молочной кислоты, образуемой молочнокислыми микроорганизмами, происходят набухание коллагена и распад полипептидных цепочек на более мелкие звенья (желатозы) с одновременным образованием глю-

тина, который имеет большое количество гидрофильных групп, что способствует разрыхлению соединительной ткани. Реакционная способность коллагена возрастает, он становится способным связывать дополнительные молекулы воды. В процессе термообработки происходит дальнейшая деформация трехмерной структуры коллагеновых волокон за счет ослабления и разрыва водородных связей, удерживающих полипептидные цепи, которые в результате своего разрыва претерпевают различные видоизменения.

Подобные структурные и химические преобразования, происходящие с коллагеновыми волокнами в процессе биотрансформации и термообработки, объясняют изменение реологических и технологических характеристик, повышают доступ пищеварительных ферментов к белковым молекулам, тем самым увеличивая переваримость готового продукта.

Таким образом, согласно проведенному комплексу исследований, было установлено, что уровень замены основного мясного сырья на белковый композит в количестве 20 % в технологии вареных колбас является наиболее рациональным.

При исследовании состава летучих компонентов, обусловливающих вкус и аромат вареных колбас, было обнаружено около 200 вкусо-ароматических соединений. Анализируя данные газохроматографического исследования, следует отметить, что все образцы имели идентичный качественный состав и отличались только количественным содержанием отдельных соединений (табл. 3).

Из полученных данных следует, что введение в рецептуру белкового композита не только не изменяет качественный состав летучих компонентов, но и способствует в некоторых случаях незначительному увеличению содержания некоторых из них: гексаналя, γ-терпинена, олеилола, изосафрола, пентадеканаля, пальмитинового альдегида, карнофиллена, β-фелландрена и др. В целом полученные результаты показывают, что содержание летучих компонентов опытных образцов идентично контрольному образцу. Это означает, что использование белкового композита в технологии вареных колбас позволяет получить вкусо-ароматические характеристики, близкие к контролю.

Согласно проведенным микробиологическим исследованиям опытных образцов вареных колбас, которые изучали в течение 5 сут хранения, было установлено, что их санитарно-гигиенические характеристики соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Изучение пероксидных чисел в процессе хранения показало, что характер изменения липидной фракции опытных образцов вареных колбас практически не отличался от контрольного образца.

На основе проведенных исследований была разработана бактериальная закваска «МультиЛакт», предназначенная как для биотрансформации вторичного мясного сырья, так и для производства традиционных ферментированных и деликатесных мясных изделий.

Таким образом, научно обоснована и экспериментально доказана возможность использования биотрансформированного сырья в качестве белкового композита при производстве вареных колбас, которые по качественным показателям не уступают колбасам, выработанным по традиционной технологии.

Данный подход позволит создавать новые малоотходные и безотходные технологии других видов продуктов, основанные на комплексной переработке мясного сырья.