

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ БЕЗНИТРИТНОЙ МЯСОПЕРЕРАБОТКИ

BIOPHYSICAL BASES OF ENVIRONMENTALLY CLEAN NITRITE-LESS MEAT PROCESSING

Н. Л. Векшин,

*доктор биологических наук, Институт биофизики клетки РАН,
г. Пущино, Московская область*

Статья посвящена описанию биофизических подходов к безнитритной переработке мяса для приготовления колбасных изделий. Метод реализуется путем полного удаления внутриклеточного кислорода за счет активации митохондриального дыхания, а также устранения ионов кальция и железа в процессе получения фарша. В результате снижаются перекисное окисление липидов, денатурация, автолиз. Технология осуществляется путем замены нитритов, фосфатов и искусственных консервантов на ряд природных метаболитов: ди- или трикарбоновых кислот, антикислородных буферов, природных антиоксидантов и олигопептидных протекторов, абсолютно безвредных для организма человека. Применение технологии приводит к резкому улучшению качества мясopодуkтов и существенному удлинению сроков их хранения, а также снижению желудочно-кишечных и онкологических заболеваний. Работа была поддержана грантами РФФИ-офи-а 04-04-08146 (2004–2006) и РФФИ-Миннаука 04-04-97269 p2004наукoград_a (2004–2006). Разработка удостоена золотых медалей выставок «Архимед-2006» и «Высокие технологии XXI века – 2006». Она стала победителем конкурса «Бизнес инновационных технологий-2006» и конкурса русских инноваций в номинации «Лучшая потребительская инновация – 2007». Коллектив разработчиков был признан победителем программы «СТАРТ–2007». Технология экологически чистой безнитритной мясoпepеработки была недавно удостоена медали конкурса «Экологически безопасные технологии» и получила свидетельство № 972.

Ключевые слова: мясoпepеработка, колбасные изделия, мясные технологии, экологически чистые продукты, нитриты

N. L. Vekshin,

*Doctor of Biological Sciences, RAS Institute of Cell Biophysics,
Pushchino, Moscow Region*

The article is devoted to the description of biophysical approaches to the nitrite-less processing of meat for the preparation of sausages. The method is implemented by the complete removal of intracellular oxygen due to the activation of mitochondrial respiration, as well as elimination of calcium and iron ions in the process of producing minced meat. As a result, lipid peroxidation, denaturation and autolysis were decreased. The technology is implemented by replacing nitrites, phosphates and artificial preservatives by a number of natural metabolites: di-tricarboxylic acids, anti-oxygen buffers, natural antioxidants and oligo-peptide protectors that are absolutely harmless to the human body. Application of the technology leads to a sharp improvement in the quality of meat products and a significant lengthening of their storage, as well as a decrease in gastrointestinal and oncological diseases. The work was supported by grants from the Russian Foundation for Basic Research, 04-04-08146 (2004–2006) and RFBR-Minnauka 04-04-97269 p2004 naukograd_a (2004–2006). The development was awarded the gold medals of the exhibitions «Archimedes-2006» and «High Technologies of the XXI Century-2006». The job won the competition «Business of Innovative Technologies-2006» and the Competition of Russian Innovations in the nomination «Best Consumer Innovation-2007». The development team was recognized as the winner of the «START-2007» program. The technology of ecologically clean nitrite-less processing was awarded by the medal of the contest «Environmentally Safe Technologies» and received certificate No. 972.

Keywords: meat processing, sausages, meat technologies, ecologically clean products, nitrites.

Недостатки нитритной технологии

Зададим себе простой вопрос: почему теряют свежесть мясopодукты? Ответ, вообще говоря, известен: они портятся прежде всего из-за процессов окисления липидов супероксидом. Именно супероксид (молекулярный кислород, получивший электрон от какого-либо восстановителя, гем-белка или железосерного белка), является тем вредоносным агентом, который чрезвычайно быстро окисляет липиды и белки мяса, фарша и колбасы, приводя к протуханию [1–4]. Кроме того, порча усугубляется микробами, жадно набрасывающимися на «тухлятинку». Для предотвращения всего этого безобразия в фарш при изготовлении колбасы на мясoкомбинатах насыпают гору химических консервантов [5–10], многие из которых, в принципе, обладают полезным антиоксидантным и бактерицидным действием. В первую очередь это относится к нитритам [11, 12]. Связываясь с миоглобином, гемоглобином, митохондриальной цитохромоксидазой и другими гем-белками мышечных клеток, они блокируют их активность, предотвращая восстановление кислорода до супероксида. Поэтому нитриты задерживают окислительную порчу. Добавление нитритов в фарш вызывает гибель гнилостной и патогенной микрофлоры, в частности *Clostridium botulinum*, токсины которой могут привести к смертельному исходу. Нитриты заодно возвращают фаршу приятную красно-розовую окраску. Считается, что многие полезные свойства обусловлены не столько самим нитритом, сколько образующейся окисью азота.

Нитриты очень токсичны. Смертельная доза нитрита натрия для человека составляет всего 1 грамм. Даже при стократно меньших количествах нитрит блокирует гемоглобин. Это вызывает метгемоглобинемию – неспособность эритроцитов переносить кислород. Нитриты, многие химические консерванты и стабилизаторы в очень небольших (микrogramмовых) количествах, казалось бы, не слишком опасны, но, попадая с пищей в организм, они неизбежно срабатывают как «мины замедленного действия» [1]. Нитриты блокируют функцию наших гем-белков, а консерванты и стабилизаторы «консервируют» нас при жизни. Это постепенно приводит к ряду тяжелых заболеваний, прежде всего – онкологических [13, 14]. Неумолимая статистика гласит, что работники мясoкомбинатов, употребляющие колбаску помногу и ежедневно, рискуют заболеть раком во много раз скорее, чем рядовые покупатели, балующие себя ей лишь время от времени. Но покупатели тоже рискуют. У них есть выбор: либо через несколько десятков лет все-таки заболеть, либо стать вегетарианцами. Хотя во многих овощах нитритов – навалом (отсюда – распространенная точка зрения,

что 90% нитритов потребляется с овощами), но на самом деле они не столь опасны, как в случае колбасы, ибо овощная клетчатка (связывающая нитрит) в кишечнике человека почти не усваивается.

Поскольку на мясoкомбинатах в промолотое мясо обычно добавляют много фосфатов или полифосфатов [5–10], то этим самым дополнительно активируется порча. Дело в том, что фосфаты сильно ускоряют реакции образования свободных радикалов, катализируемых ионами железа (которые появляются при разрушении мышечных клеток). Железо-фосфатные комплексы служат мощными прооксидантами, ведущими к перекисному окислению липидов, к «незримой» порче фарша и мясoпродуктов [1–4]. Причем особенно опасно для потребителя то, что количество перекисей в продукте задолго до прогоркания может быть столь велико, что, попадая в организм, они вызывают лавину свободно-радикальных цепных реакций в клетках человека и наносят здоровью огромный вред. Кроме того, избыточные фосфаты являются ингибиторами человеческой митохондриальной сукцинатдегидрогеназы [1].

Несмотря на все это, «нитритно-консервантно-фосфатный» способ приготовления колбасного фарша является классическим и повсеместно используется на мясoкомбинатах. И чем дальше идет цивилизация, тем больше становится «химизация» колбасы.

Одним из самых серьезных недостатков нынешних технологий мясoпереработки является то, что не удаляется внутриклеточный кислород (особенно связанный с миоглобином и гемоглобином), вследствие чего не приостанавливаются опасные кислород-зависимые свободно-радикальные реакции. Поэтому все последующие процедуры с необходимостью включают в себя заморозку-разморозку, обработку фарша нитритами, прочими химическими консервантами и стабилизаторами. Порча резко снижается путем быстрого замораживания, вакуумирования, введения твердой углекислоты, поваренной соли и т.д. [7]. Замораживание приостанавливает процессы окисления и гидролиза. Вакуумирование позволяет удалить кислород из воздушного пространства емкости, в которой хранится продукт [15]. Однако оно не удаляет тот кислород, который содержится в цитоплазме клеток, в клеточных мембранах, особенно тот, который связан с миоглобином мышечных клеток и эритроцитарным гемоглобином кровеносных капилляров [1]. Углекислота в некоторой степени вытесняет кислород из тканей. Посол позволяет с помощью высокого осмотического баланса замедлить активацию гидролитических ферментов. К сожалению, перечисленные меры оказываются не всегда и не полностью эффективными.

Недостатком большинства известных технологий является получение довольно быстро портящегося и недостаточно качественного продукта, содержащего нитриты, химические консерванты и фосфаты, а также перекиси липидов и бактерии, в совокупности представляющих реальную опасность для здоровья потребителя. Проблема заключается в том, что существует мало надежных объективных критериев, характеризующих качество и сохранность мясных продуктов [16–19]. В исследованиях, проводимых в мясных отраслевых институтах, принято определять содержание белка, жира, рН, количество свободных аминокислот,

подвижность белков и их «перевариваемость» протеолитическими ферментами; кроме того, измеряют количество нитритов и содержание влаги. К сожалению, эти методы мало чувствительны и мало информативны в отношении качества фарша и мясных продуктов в начале порчи. Контроль качества на мясокомбинатах до сих пор осуществляется «дедовскими» методами: органолептически и визуально, плюс в санэпиднадзоре – бактериологическими посевами. В мясоперерабатывающей отрасли существует острая потребность в объективных высокочувствительных методах контроля качества продукции (рис. 1).

Недостатки старой технологии

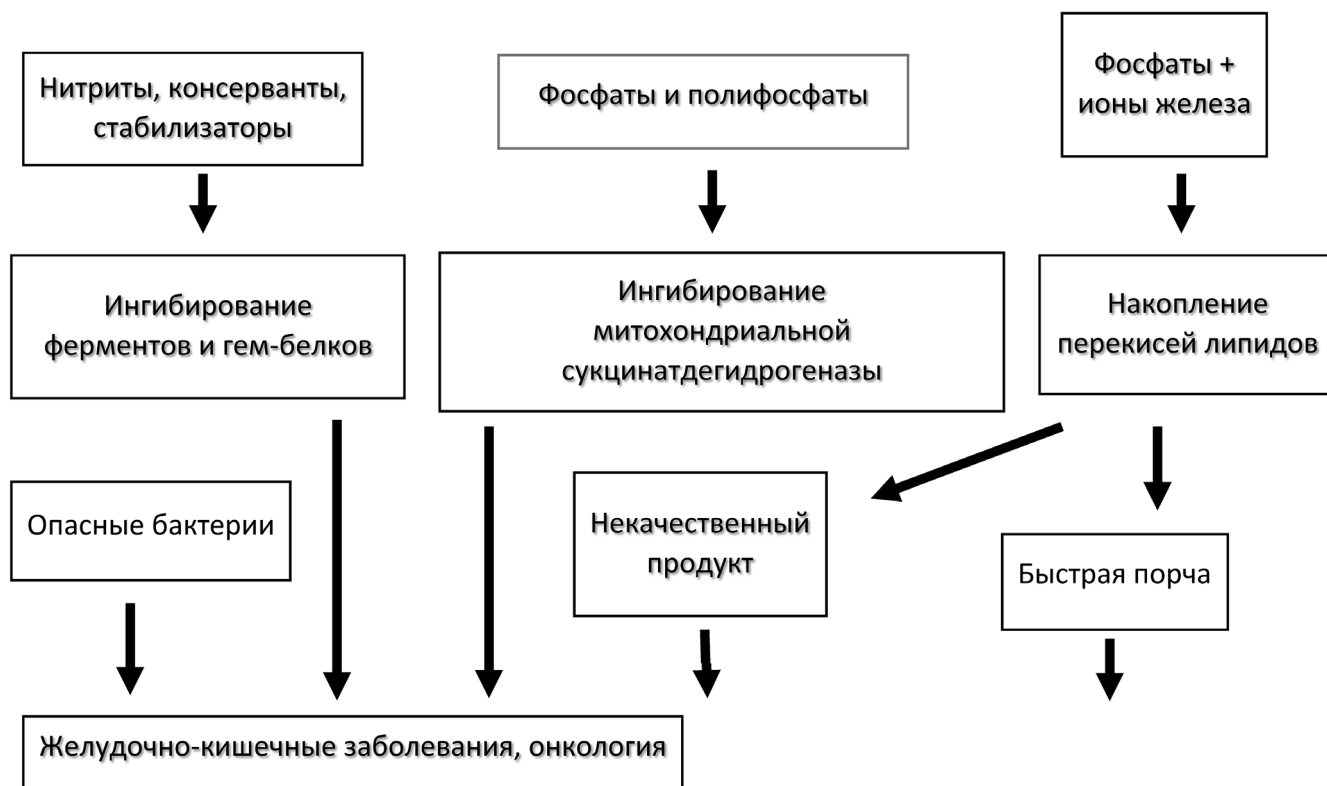


Рис. 1. Недостатки общепринятой технологии мясопереработки

Некоторые научные методики ряда авторов уже использовались для обработки мяса или фарша с целью улучшения вкусовых свойств и удлинения сроков хранения. В частности, известны следующие авторские свидетельства и патенты: Я. М. Курбангалиев и др. «Способ хранения мяса» (для хранения мяса использовалась смесь поваренной соли с лимонной кислотой и последующая заливка мяса растопленным жиром); М. А. Дибирасулаев и др. «Состав для покрытия мяса и мясных продуктов» (использовался консервант на основе сорбиновой кислоты вместе со смесью калиевых и натриевых солей пальмитиновой и стеариновой кислот);

Н. М. Кафиев и др. «Пленкообразующий состав для покрытия пищевых продуктов на основе сахароглицерина» (применялся состав из сахароглицерина, хлористого кальция и моноглицеридов) и др. В случае вареных мясопродуктов применяют обработку природными консервантами типа «Аромарос-М», состоящими из пищевых кислот и их солей. В ряде отраслей пищевой промышленности для придания пище специальных вкусовых качеств и в некоторой степени для консервирования применяются некоторые ди- и трикарбоновые кислоты (лимонная, аскорбиновая и др.), но в отношении мясопереработки они используются недостаточно и не всегда адекватно.

Основы безнитритной технологии

Митохондрии – внутриклеточные органеллы, ответственные за синтез АТФ, потребление кислорода (внутриклеточное дыхание), метаболизм дикарбоновых кислот, транспорт ионов и т.д. Митохондрии в мышечных клетках составляют около 30% сухой массы. Отщепление кислорода от оксимиоглобина при физиологических условиях возможно лишь при непосредственном его контакте с митохондриями [20]. Интересно, что концентрация кислорода, связанного с миоглобином в сердце теплокровных животных, в 30 раз превышает концентрацию кислорода в воде.

При повреждении клеток дыхание митохондрий становится неуправляемым, а после истощения эндогенных субстратов дыхательной цепи в клетке появляется большое количество супероксида и перекисей, с которыми уже не справляются ни супе-

роксидазы, ни каталаза, ни пероксидаза, ни мембранные антиоксиданты [1]. Этот лавинообразный процесс усугубляется молекулами гемоглобина и миоглобина, освобождающимися из тканей при повреждении (из кровеносных капилляров и цитоплазмы соответственно) и дополнительно высвобождающимися кислородом. В результате разрушения клеток мышечной ткани происходит образование большого количества липидных перекисей; резко активируются многие ферменты – митохондриальные оксидоредуктазы, лизосомальные протеолитические ферменты, фосфолипазы и др.; возникает денатурация и агрегация белков; нарушается осмотический баланс и происходит потеря ионов; возникает обсеменение микроорганизмами; утрачивается естественная красно-розовая окраска и приобретает темно-коричневый цвет (из-за перехода оксимиоглобина в мет-миоглобин) [20].

- в клетке содержится ~ 250 мкМ растворенного кислорода;
- еще больше кислорода в миоглобине – главном «депо»;
- в мышечной клетке содержится 10 000 митохондрий, которые окисляют дикарбоновые кислоты и содержат антиоксиданты — убихинон и токоферол

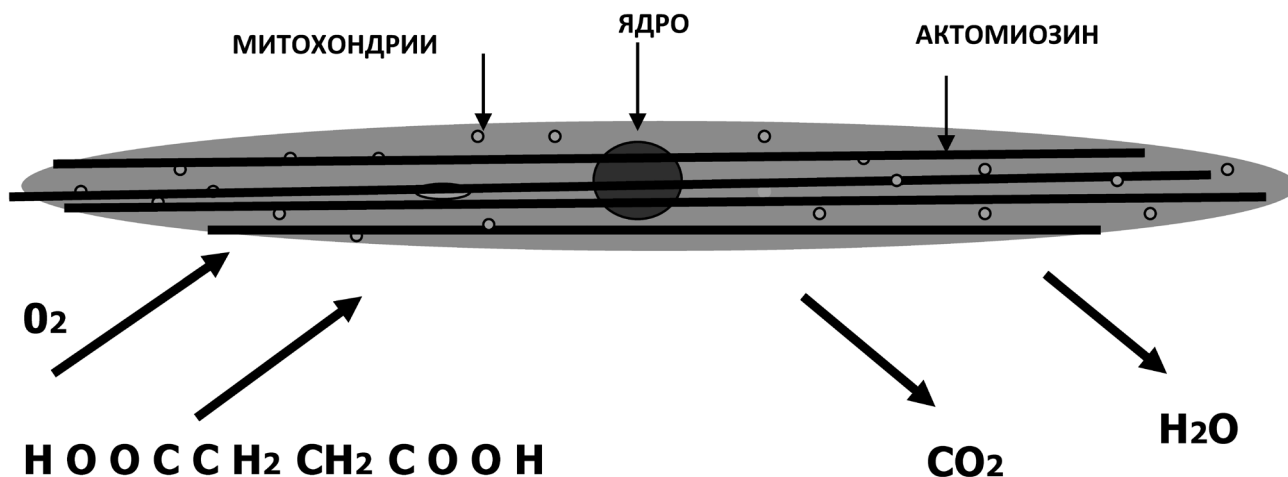


Рис. 2. Схема митохондриального дыхания в клетках мышц животных

Исследования, проводимые в Институте биофизики клетки РАН Пущинского научного центра, нацелены на разработку эффективных биофизических способов совершенствования основ технологии мясоперерабатывающего производства (в частности, путем резкого уменьшения кислород-зависимых молекулярных повреждений при разрушении мышечных клеток) с целью существенного улучшения качества и удлинения сроков хранения мясного фарша, а также для получения безнитритных мясопродуктов. Так, удалось резко снизить образование

и накопление опасных липидных перекисей [1, 21]. Для этого производилось быстрое и полное удаление внутриклеточного кислорода путем использования природных субстратов дыхательной цепи и кислород-вытесняющего буферного раствора («антикислородного буфера»).

Концентрация растворенного кислорода в клетках и кровеносных капиллярах составляет ~250 мкМ. Чтобы убрать такое количество кислорода, достаточно ввести 250–500 мкМ соли дикарбоновой кислоты или НАДН (никотинамидадениндинуклеотид

восстановленный). При комнатной температуре процесс удаления внутриклеточного кислорода занимает всего несколько минут.

Антикислородный буфер облегчает этот процесс. В частности, гидрокарбонатный буфер высвобождает углекислый газ, вытесняющий собой кислород. При замене фосфата на гидрокарбонат количество перекисей липидов в фарше уменьшается на 40% [22].

Новая технология [22–25] заменяет нитриты и искусственные консерванты на ряд природных протекторных веществ, метаболитов, комплексонов и антиоксидантов, абсолютно безвредных для организма человека. Проникновение в получаемый продукт опасных микроорганизмов и их размножение в нем было предотвращено специальными антимикробными олигопептидными протекторами, действующими в малой концентрации. Нами опробован ряд природных «консервантов», антимикробных олигопептидов, хелаторов кальция и железа, природных антиоксидантов (токоферол, каротин, ретинол, убихинон, дигидрохверцитин и др.), а для обработки оболочек мясопродуктов – ряд грамицидинов и актиномицинов.

При изготовлении фарша и колбасы предлагаемым способом автолиз снижается в 1,5 раза, денатурация и гидролиз белков уменьшаются в 2 раза, на 50% уменьшается повреждение мембран, содержание перекисей липидов снижается в 3 раза [26, 27].

Оказалось, что наиболее вредным агентом, блокирующим митохондриальное дыхание и резко активирующим образование перекисей, является оксало-ацетат (щавелево-уксусная кислота). Другим вредным в этом же отношении веществом является глутамат. Это вызывает сильные сомнения в правильности широкого использования глутамата в качестве усилителя вкуса (и т.п.) в пищевой промышленности.

Кроме того, установлено, что необходимо изменить последовательность операций в технологической схеме получения качественного колбасного фарша. Был найден оптимальный вариант этапов приготовления фарша, обеспечивающий подавление процессов порчи [1, 24]. Добавление специй (перец, чеснок и др.) и жирного сырья (шпика) нужно проводить только после завершения первой стадии куттерования, ни в коем случае не раньше (по многим техническим условиям добавление этих компонентов производится слишком рано).

Транспорт и метаболизм ди-, трикарбоновых кислот тесно связан с транспортом внутриклеточного кальция. Ди-, трикарбоновые кислоты активируют энергизованную закачку кальция в митохондрии и влияют на резервную емкость

митохондрий и мышечного ретикулула в отношении кальция [1, 3, 23]. Причиной этого является то, что данные вещества содержат две-три СОО-группы, способные хелатировать ион кальция. Одновременное добавление кальция и ди-, трикарбоновых кислот к фаршу сопровождается двумя «неприятными» вещами: активацией перекисного окисления липидов и частичным выпадением комплекса кальция с ди-, трикарбоновыми кислотами в осадок (в результате – неэффективность добавки, увеличение мутности и др.). В последние годы на Западе ионы кальция используются в качестве безвредного природного консерванта для хранения ряда молочных продуктов. Кальций можно во многих случаях использовать и для мясных продуктов. Но его нельзя применять одновременно с ди-, трикарбоновыми кислотами, т.е. они должны быть разнесены по этапам во времени.

Среди солей ди-, трикарбоновых кислот нами выбраны такие (сукцинат, цитрат, изоцитрат, альфа-кетоглутарат, аскорбат), которые максимально стимулируют митохондриальное потребление кислорода, активируют цикл Кребса, подавляют перекисное окисление липидов, хелатируют свободные ионы кальция и железа. Разработанный подход включает обработку промалываемого мяса указанными метаболитами, а также природными антиоксидантами при определенных соотношениях, после чего осуществляется куттирование при добавлении гидрокарбоната, вытесняющего кислород, а затем введение аскорбиновой кислоты и лимонной кислоты [1, 24]. Проникновение в получаемый продукт опасных микроорганизмов и их размножение предотвращается (помимо кислого рН, отсутствия кислорода и присутствия метаболитов) обработкой поверхности продукта или оболочек олигопептидными протекторами, действующими в малых концентрациях и способными разлагаться в желудочно-кишечном тракте (рис. 3).

Предлагаемый способ позволяет улучшить потребительские качества продуктов (мясного фарша, колбасы и др.) и существенно удлиняет сроки хранения. На основании полученных результатов была подана заявка на изобретение и получен патент «Способ получения безнитритных мясопродуктов» (№ 2005134745 от 09.11.2005) [24].

Новый технологический процесс не потребует каких-либо коренных изменений в работе цехов, закупки нового оборудования, найма нового персонала или аренды новых площадей. Но нужно будет обеспечить строгое выполнение описанной схемы, причем только на парном или замороженном мясе. Подпорченное и протухшее мясо для предлагаемой технологии не пригодно. Таким образом, наш спо-

Схема технологии

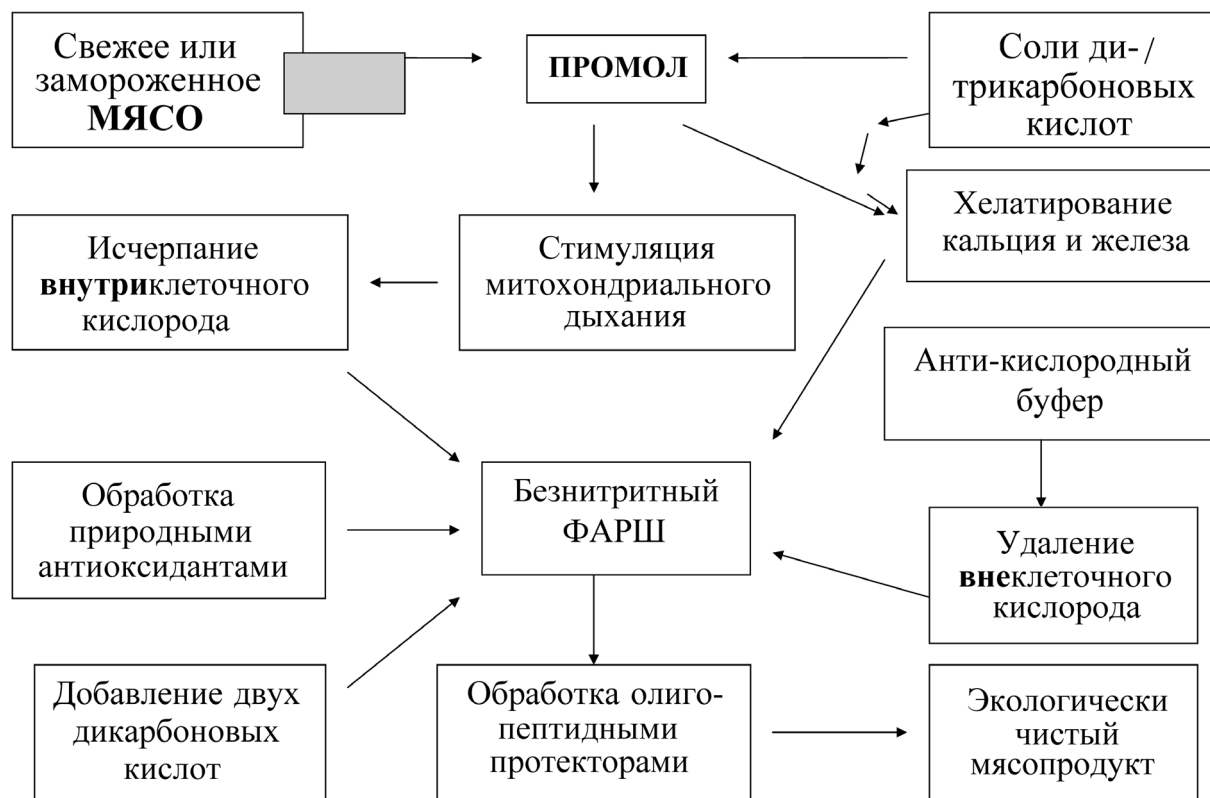


Рис. 3. Экологически чистая безнитритная технология мясопереработки

соб может стать прочным заслоном на пути недобросовестных производителей, делающих колбасу из «тухлятины».

Биодобавки

В нашей стране производится и продается широкий ассортимент пищевых добавок для мясопереработки. Это нитриты и их смеси, белковые смеси, фосфатные смеси, смеси натуральных пряностей, смеси водорастворимых пряностей, полифункциональные смеси, ароматизаторы, ускорители созревания и др. [5–10]. Расход таких добавок составляет 10–100 кг на 1 тонну мяса. Емкость отечественного рынка по пищевым добавкам для мясопереработки составляет не менее 100 тыс. тонн в год. Проблема, однако, заключается в том, что применяемые добавки дают некачественные продукты, содержащие опасные для здоровья вещества (нитриты, фосфаты, прочая «химия», соя и др.). Некоторые фирмы (ООО «Аромарос-М», ООО «Интертехнология» и др.) торгуют также биодобавками (лактат, глутамат и др.). Но применение этих добавок мясокомбинатами производится по слишком примитивной технологии и не обеспечивает качественных результатов. Большинство мясопродуктов содержит высокий процент опасных

перекисей липидов, что ведет к прогорканию продукта и его порче, т.е. не обеспечиваются хорошее качество и сохранность.

Нами разработаны четыре комплексные биодобавки, каждая из которых состоит из 4–5 природных метаболитов [1, 25]. Их можно использовать в мясопереработке. Первая биодобавка позволяет удалить внутриклеточный кислород, поддерживает нейтральный pH и замедляет процессы аутолиза и гликолиза.

Вторая биодобавка индуцирует антиоксидантную активность, обрывает свободно-радикальные реакции накопления перекисей липидов, а также связывает опасные свободные ионы железа.

Третья биодобавка защищает железо-белки, вызывает возврат миоглобина и гемоглобина из метформы в окси-форму и дезокси-форму, возвращает фаршу красно-розовую окраску, а также закисляет pH (это против бактерий).

Четвертая биодобавка состоит из олигопептидных протекторов, действующих в малых концентрациях и предотвращающих обсеменение фарша микробами со стороны оболочки мясопродукта. Причем эти протекторы способны (в случае питания колбасой вместе с оболочкой) разлагаться в желудочно-кишечном тракте.

3. *Векишин Н. Л.* О снижении перекисного окисления липидов в мышечном гомогенате сукцинатом и аскорбатом // Тезисы докладов VII Международной конференции «Биоантиоксидант». М., 2006. С. 81, 82.
4. *Векишин Н. Л., Ревин А. Ф., Лазарева Н. В.* Определение перекисного окисления липидов в говядине тиobarбитуровым тестом на малоновый диальдегид // Мясные технологии. 2007. № 3. С. 44, 45.
5. *Боравский В. А.* Энциклопедия по переработке мяса. М.: Солонпресс, 2002.
6. *Сарафанова Л. А.* Пищевые добавки: энциклопедия. 2-е изд. СПб.: Гиорд, 2004.
7. *Рогов И. А., Забашта А. Г., Казюлин Г. П.* Общая технология мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2000.
8. *Фейнер Г.* Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации. СПб.: Профессия, 2010.
9. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. М.: Медицина, 1991.
10. *Росивал Л. и др.* Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. М.: Лег. и пищ. пром., 1982.
11. *Апраксина С. К.* Использование нитрита и нитрата натрия при производстве вареных колбас длительного срока хранения // Мясные технологии. 2005. № 6.
12. *Кудряшов Л. С., Баймишев Р. Х.* Перспективные разработки для отрасли. Влияние различных доз внесения нитрита натрия на качество и безопасность вареных колбас с длительными сроками хранения // Мясные технологии. 2005. № 1. С. 20.
13. *Groote D. Y.* The meat of products and their a benefit for a health // The world of food ingredients. № 6, p. 16-19.
14. *Петрухина А.* Из чего мы состоим? Из того, что мы едим... // Наука и жизнь. 2009. № 1. С. 26–29.
15. *Шредер В. Л., Кулик Н. В.* Способы хранения в модифицированной газовой среде // Мир упаковки. 2007. № 6. С. 23–25.
16. *Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А.* Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: КолосС, 2004.
17. *Антипова Л. В., Глотова И. А., Жаринов А. И.* Прикладная биотехнология. Воронеж: ГТА, 2000.
18. *Журавская Н. К., Алехина Л. Т., Отрященкова Л. М.* Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. М.: Агропромиздат, 1985.
19. *Машанцева Н. Г., Лантев И. А.* Биотехнология для мясной промышленности // Мясные технологии. 2006. № 1. С. 44, 45.
20. *Постникова Г. Б. и др.* Миоглобин и митохондрии: изучение кинетики отщепления кислорода от оксимиоглобина в суспензии митохондрий // Биофизика. 2005. Т. 50. № 2. С. 297–306.
21. *Векишин Н. Л., Шишмаков Д. А., Рябоконт Е. Н.* Эффективные способы сохранения безнитритного мясного фарша и биофизические методы контроля его качества. // Мясной ряд. 2005. № 2. С. 32.
22. *Векишин Н. Л.* Новые подходы к улучшению технологии мясных продуктов. // Мясные технологии. 2005. № 7. С. 3–6.
23. *Рябоконт Е. Н., Шишмаков Д. А., Соколова И. Б. и др.* Биофизические основы получения экологически чистых мясопродуктов // Партнер-Мясопереработка. 2006. № 3. С. 44–46.
24. *Векишин Н. Л.* Способ изготовления безнитритных колбасных изделий. Патент РФ № 2311047.
25. *Векишин Н. Л.* Комплексная пищевая биодобавка для безнитритных колбасных изделий. Патент Российской Федерации № 2507911 от 27.02.2014.
26. *Векишин Н. Л., Шишмаков Д. А., Соколова И. Б.* Тест на сохранность мяса и фарша // Мясные технологии. 2006. № 2. С. 12–15.
27. *Векишин Н. Л., Ревин А. Ф., Лазарева Н. В.* Активация оксидазы порчу фарша снимет сразу! // Митмейкер. 2006. Осень-зима. С. 33.

References

1. *Vekshin N.L.* 2013. Biofizika ekologicheskoi-chistoi myaso-pererabotki. Pushino: Foton Vek.
2. *Korenman Y.i., Kutschmenko T.A., Smagina N.N.* 2005. Opredeleniye stepeni okislitel'nogo progorkaniya zhivotnogo zhira. Myasnaya Industriya, N 12, p. 42–45.
3. *Vekshin N.L.* 2006. O snizhenii perekisnogo okisleniya lipidov v myshechnom homogenate suktsinatom i askorbatom. Moscow: VII International Conference BIOANTIOXIDANT, p. 81, 82.
4. *Vekshin N.L., Revn A.F., Lazareva N.V.* 2007. Opredeleniye perekisnogo okisleniya lipidov v govyadine ti-obarbiturovym testom na malonovy dialdegid. Myasnye tekhnologii, p. 44, 45.
5. *Boravsky V.A.* 2002. Entsiklopediya po pererabotke myasa. Moscow: Solonpress.
6. *Sarafanova L.A.* 2004. Pishchevye dobavki. St.-Peterburg.
7. *Rogov I.A., Zabatsha A.G., Kazulin G.P.* 2000. Obshchaya tekhnolgiya myasa I myasoproduktov. Moscow: Kolos.
8. *Feiner G.* 2010. Myasnuyе produkty. Nauchnye osnovy, tekhnologii, prakticheskkiye rekomendatsii. St.-Peterburg. Profesiya.
9. 1991. Printsipy otsenki bezopasnosti pishchevykh dobavok I kontaminantov v produktakh pitaniya. Moscow: Meditsina.
10. *Rosival L. et al.* 1982. Postoronniye veshchestva I pishchevye dobavki v produktakh. Moscow: Lyokhkaya i pishhevaya promyshlennost.
11. *Apralsina S.N.* 2005. Ispolzovaniye nitrita i nitrata natriya pri proizvodstve varyonykh kolbas dlitel'nogo sroka khraneniya. Myasnye tekhnologii, N6.
12. *Kudryashov L.S., Baimishev R.Kh.* 2005. Perspektivnye razrabotki dlya otrasli. Vliyaniye razlichnykh doz vneseniya nitrata natriya na kachestvo i bezopasnost varyonykh kolbas s dlitelnymi srokami khraneniya. Myasnye tekhnologii, N1 p. 20.
13. *Groote D. Y.* The meat of products and their a benefit for a health. The world of food ingredients. № 6, p. 16-19.