

А. А. НЕСТЕРЕНКО, А. В. ПОНОМАРЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕННЫХ КОЛБАС

Ключевые слова: кислотность, производство, созревание, сушка, стартовые культуры, сырокопченые колбасы, технические условия, фарш, электромагнитная обработка.

Аннотация. На сегодняшний день есть множество приемов по ускорению созревания и сушки сырокопченых колбас. Мы предлагаем новый способ интенсификации технологического процесса, основанного на применении электромагнитной обработки стартовых культур и мясного сырья. В работе представлены результаты промышленной выработки сырокопченых колбас и обоснована возможность использования электромагнитной обработки для ускорения технологического процесса.

Технология изготовления сырокопченых колбас известна человечеству с давних пор и использовалась, главным образом, для длительного сохранения в домашних условиях мяса, полученного в период сезонного убоя скота. Первые ремесленные производства этой мясной продукции появились в Европе в конце XVIII века. Потребители всегда высоко ценили и ценят сырокопченые колбасы, не задумываясь над сложностью микробиологических и биохимических процессов, результат которых обеспечивает пищевую безопасность и органолептические характеристики продукта [6, с. 395].

Ученые и специалисты прекрасно понимают проблемы этой технологии. «Ни один микробиолог не мог бы изобрести сырокопченую колбасу, поскольку процесс ее производства является, в сущности, чудовищным: мясное сырье и жир набивается в оболочку и хранится до момента потребления». Эти слова принадлежат немецкому ученому, профессору Лотару Ляйтнеру, который разработал теоретические и практические основы обеспечения микробиологической безопасности и стабильности многих пищевых продуктов [6, с. 401].

Успехи научных исследований в области биотехнологии повлекли за собой разработку новых технологий, позволяющих интенсифицировать производство мясных изделий, улучшить их органолептические свойства и значительно повысить гарантию выработки высококачественных продуктов, обеспечить более рациональную переработку вторичного сырья мясной промышленности и т. д. [7, с. 72]. В последние годы во многих странах в мясной отрасли стали активно использовать стартовые культуры, содержащие лактобациллы, микрококки, дрожжи, при производстве различных видов колбас, соленых продуктов, в том числе с привлечением низкосортного мясного сырья. На основании методов биотехнологической модификации разработаны ресурсосберегающие технологии производства сырокопченых колбас [1, с. 152].

Несмотря на большое количество положительных эффектов при применении стартовых культур, их использование в технологии сырокопченых колбас весьма затруднено, поскольку требует использование климатических камер, что может существенно влиять на стоимость готового продукта.

На сегодняшний день среди производителей сырокопченых колбас широко распространено химическое подкисление с помощью глюконо-дельта-лактона.

Глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) представляет собой ангидрид глюконовой кислоты. При контакте с водой он снова образует глюконовую кислоту, понижая pH фарша независимо от его температуры [4, с. 37]. Тем не менее применение ГДЛ может негативно влиять на вкус, создавая металлический привкус, кислинку и горечь, придавать рыхлую текстуру, а также влиять на цвет колбасных изделий, делая его бледным в зависимости от количества добавленного ГДЛ. Более того, высокое содержание ГДЛ может способствовать росту пероксидаобразующих лактобацилл, что приводит к прогорклости и нестабильному цвету [1, с. 169].

В связи с вышеуказанным возникает необходимость в усовершенствовании технологии сырокопченых колбас. Одним из способов является введение новых технологических операций, позволяющих исключить применение химических подкислителей и максимально эффективно использовать применяемые стартовые культуры [3, с. 77].

Целью данной работы является совершенствование технологии сырокопченых колбас с использованием электромагнитного воздействия на сырье и стартовые культуры.

Объекты и методы исследования. На базе колбасного цеха ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий» для проведения эксперимента были произведены три (№ 1 – с ГДЛ; № 2 – стартовые культуры Альми 2; № 3 – стартовые культуры Альми 2 после электромагнитной обработки) параллельные выработки сырокопченых колбас в соответствии с разработанным на мясокомбинате ТИ 006-00422020-2002 по производству колбас сырокопченых полусухих к ТУ 9213-006-00422020-2002 «Колбасы сырокопченые полусухие».

Предварительная подготовка мясного сырья для партий № 1 и № 2 соответствовала ТИ 006-00422020-2002. Подготовка мясного сырья для партии № 3 заключалась в следующем: говядину жилованную высшего сорта и свинину жилованную, нежирную в кусках массой до 300 граммов укладывали в тачки, при этом толщина слоя составляла 30 см. Уложенное в тачки сырье обрабатывали электромагнитным воздействием в течение 30 минут частотой 100 Гц. Дальнейшая подготовка мясного сырья соответствовала ТИ 006-00422020-2002.

Приготовление фарша осуществляется в куттерах. Подготовленное мясо и шпик в соответствии с рецептурой загружают в куттер в следующем порядке: говядину, нежирную свинину, пищевую добавку, содержащую ГДЛ для образца № 1, бактериальный препарат для образца № 2 и бактериальный препарат активированный электромагнитным излучением, для образца № 3, специи, соль, нитрит натрия (в растворе), шпик.

Общая продолжительность куттерования до 3,5 мин. Окончание процесса куттерования определяют по рисунку фарша, в котором сравнительно однородные по величине кусочки шпика, размером, рекомендуемым для данной колбасы, должны быть равномерно распределены. Температура фарша в конце куттерования составляла минус 3 °С.

После составления фарш выбивают в искусственную белковую оболочку диаметром 50 мм. После чего батоны колбас отправляют на термическую обработку, которая проводилась двумя способами.

Первый способ термической обработки применялся к опытной партии № 1:

1. Осадка проводилась в течение 24 часов при температуре 8 °С;
2. Копчение проводилось дымом от древесных опилок твердых лиственных пород в течение 2 суток при температуре 22 ± 2 °С и относительной влажности 92 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,2 – 0,5 м/с в коптильных камерах.

3. Сушка. Колбасу после копчения сушили 7 суток при температуре 13 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 82 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,05–0,1 м/с.

Дальнейшую сушку проводили при температуре воздуха 11 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 77 ± 3 % до достижения стандартной влаги.

Второй способ предназначен для образцов № 2 и № 3:

1. Осадка и копчение совмещены. Процесс проводят в термоагрегате в течение 3 – 4 суток по следующим режимам: первые сутки колбасу выдерживают при температуре 22 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 92 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,2–0,5 м/с. На вторые сутки подают слабый дым в течение 4–6 часов, относительную влажность воздуха снижают до 88 ± 3 %. На третьи сутки подачу дыма усиливают и дальнейший процесс проводят при температуре 20 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 83 ± 3 % и скорости движения воздуха 0,05–0,1 м/с. Общая продолжительность обработки дымом составляет 8–12 часов.

2. Сушка. После копчения колбасу сушат при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 82 ± 3 % в течение суток. Дальнейшую сушку проводят при температуре воздуха 13 ± 1 °С до достижения нормативной влаги.

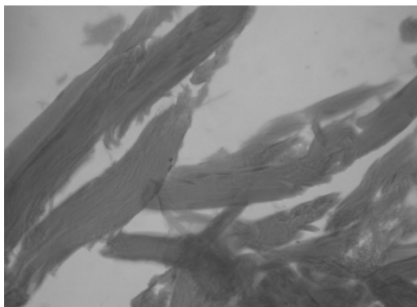


Рисунок 1 – Гистологический срез обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани

При гистологическом исследовании «обработанной» поперечно-полосатой мышечной ткани у всех видов имелись структурные изменения в мышечных волокнах, которые характеризовались лизисом миофибрилл. При этом сами мышечные волокна были фрагментированы (рис. 1) [8, с. 35]. Соединительная ткань между мышечными воло-

нами и между мышечными пучками также была в состоянии распада и представляла гомогенную белковую массу, которая практически не окрашивалась. При измерении рН проводимые в соответствии с ГОСТ 26188-84 показания по свинине изменились с 5,6 до 5,4, при измерении рН говядины изменились с 6,2 до 6,0 [4, с. 37].

При проведении микробиологических исследований «обработанного» мясного сырья проводимых в соответствии с ГОСТ 10.444.15-94 показатели микрообсемененности снизились, результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Количество колониеобразующих единиц в зависимости от параметров электромагнитной обработки

№ образца	Время обработки, мин.	Частота (f), Гц	КМАФАнМ, КОЕ/г (-3)	БГКП, в 0,001 г.
к	-	-	$5,9 \times 10^4$	Не обнар.
1	30	10	$1,6 \times 10^5$	Не обнар.
2	30	100	$1,1 \times 10^2$	Не обнар.
3	30	200	$4,0 \times 10^4$	Не обнар.

При проведении выработки контролировались 3 основных показателя рН, массовая доля влаги и количество КМАФАнМ. Первые показатели для всех образцов были сняты после составления фарша. Результат представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели рН, массовая доля влаги и количество КМАФАнМ определяемые в фарше

Образец	рН	Массовая доля влаги	КМАФАнМ
Контроль	5,7	53,7	$2,8 \times 10^6$
№ 1	5,6	53,75	$2,8 \times 10^6$
№ 2	5,6	53,7	$3,7 \times 10^6$
№ 3	5,5	51,05	$2,1 \times 10^6$

При рассмотрении полученных результатов мы можем увидеть, на сколько рН исходного фарша изменяется. Данные изменения происходят за счет изменения активности микрофлоры, подвергнутой активации, при помощи электромагнитного излучения.

Известно, что жидкокристаллическую структуру имеют многие вещества биологического происхождения. Примером может слу-

жить белок миозин, входящий в состав многих мембран. Существуют предположения, что отдельные структурные элементы цитоплазмы, например митохондрии, имеют жидкокристаллическое строение, поэтому для них характерна анизотропия магнитных свойств. Мы не исключаем возможности того, что жидкие кристаллы, являясь магнитно-анизотропными структурами клетки, ориентируются под влиянием магнитного поля. Локализуясь в мембранных структурах клетки, они ответственны за изменение проницаемости мембраны, которая в свою очередь, регулирует биохимические процессы [5, с. 42].

Магнитное поле оказывает влияние на некоторые физикохимические свойства воды, находящейся в клетках: поверхностное натяжение, вязкость, электропроводность, диэлектрическую проницаемость, поглощение света. Изменение свойств воды, в свою очередь, ведет к изменению единой системы воды с молекулами белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов. Установлено, что магнитное поле, изменяя энергию слабых взаимодействий, оказывает влияние на надмолекулярную организацию живых структур. Это приводит к количественным изменениям в химически специфичных реакциях, отдельные из которых протекают с участием ферментов. Магнитные поля имеют разновидности. Некоторые из них активизируют биологические объекты. Основой их является вращающееся электромагнитное поле [2, с. 70].

Понижение массовой доли влаги связано с вышеописанным явлением разрушения мышечной ткани.

Благодаря первоначальной электромагнитной обработке на этапе подготовки сырья, мы снизили общую обсемененность мясного сырья, а за счет введения активированных стартовых культур мы получили фарш с наибольшим содержанием желательной микрофлоры по отношению к не желательной. Этого нельзя добиться при обычном внесении стартовых культур. Это можно увидеть при сравнении показателей КМАФаНМ контроля и образца № 2. В связи с этим микрофлора образца № 2 будет являться менее контролируемой и при неправильном проведении созревания риск образования микробиологического брака в данном случае возрастает.

Следующий этап измерений проводился после осадки, до постановки на копчения, после копчения перед постановкой на сушку, на 3, 5, 11, 15 дни сушки. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты микробиологических
и физико-химических показателей

Образец	pH	Массовая доля влаги	КМАФанМ
ДО КОПЧЕНИЯ (ПОСЛЕ ОАДКИ)			
№ 1	5,4	53,25	$2,7 \times 10^6$
№ 2	5,5	53,50	$4,3 \times 10^6$
№ 3	5,3	51,00	$2,4 \times 10^6$
ПОСЛЕ КОПЧЕНИЯ (ПЕРЕД СУШКОЙ)			
№ 1	4,9	50,28	$5,0 \times 10^5$
№ 2	5,3	52,91	$1,6 \times 10^6$
№ 3	5,1	48,99	$9,0 \times 10^5$
3-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	47,38	$2,9 \times 10^5$
№ 2	5,1	50,10	$8,7 \times 10^5$
№ 3	5,1	45,41	$1,0 \times 10^5$
5-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,7	44,83	$5,7 \times 10^4$
№ 2	4,9	44,98	$6,9 \times 10^5$
№ 3	5,0	42,30	$2,0 \times 10^4$
11-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	42,59	$6,3 \times 10^3$
№ 2	4,8	43,10	$9,7 \times 10^4$
№ 3	4,9	39,13	$4,0 \times 10^2$
15-й ДЕНЬ СУШКИ			
№ 1	4,8	40,23	$1,5 \times 10^3$
№ 2	4,7	41,83	$2,7 \times 10^4$
№ 3	4,9	37,81	$3,0 \times 10^2$

Как видно из представленной таблицы, содержание влаги у образца № 3 достигло заданного показателя в не более 40 % на 11 день сушки или на 15 день производства. Образцы № 1 и № 2 не достигли этого показателя на 15 день сушки. Можно сделать вывод, что образец №3 будет наиболее оптимальный.

Процесс сушки складывается из следующих фаз:

- парообразование на поверхности и в глубине продукта;
- перенос водяных паров во внешнюю среду через пограничный слой (внешний влагоперенос);
- перенос влаги от центра к поверхности (внутренний влагоперенос).

Движущей силой внешнего влагопереноса является разность парциальных давлений водяного пара на поверхности продукта и в окружающей среде.

В результате внешнего влагопереноса создается градиент влажности внутри колбасного батона, являющийся движущей силой внутреннего переноса влаги.

Следствием внутреннего переноса влаги является перенос водорастворимых веществ и концентрация последних в зоне испарения влаги. Вследствие этого возникает градиент их концентраций, направленный от центра к периферии продукта.

Ход сушки зависит от скорости фазового превращения влаги, скорости переноса влаги внутри продукта и скорости внешнего влагопереноса через пограничный слой. Последний оказывает сопротивление тепло- и массообменным процессам, так как отличается повышенным влагосодержанием и пониженной температурой. Толщина этого пограничного слоя (образуется непосредственно у поверхности продукта) зависит от скорости движения воздуха в камере.

Однако при сушке мясопродуктов для снижения толщины пограничного слоя не используют искусственную конвекцию воздуха в камере сушки, так как повышение скорости движения воздуха приводит к неравномерному высуханию внешнего и внутреннего слоев.

Скорость сушки внешнего слоя при прочих равных условиях всегда выше, чем у внутренних слоев. При этом влагосодержание центрального слоя может превышать показатель внешнего слоя в 1,5 раза и более.

Внешний слой уплотняется, усаживается, оказывая сопротивление переносу влаги внутри продукта и тормозя процесс сушки.

Внутренний влагоперенос, а значит, и скорость сушки зависят от свойств продукта: содержания и прочности связи влаги с материалом, тканевого состава продукта, вида оболочки, диаметра батона и др. В образце № 3 существенное влияние на скорость сушки оказало электромагнитное воздействие на мясное сырье, что привело к частичному разрушению мышечной ткани, понижению рН и потере влаги.

Производство сырокопченых колбас с использованием активированных электромагнитным импульсом бактериальных стартовых культур является оптимальным для ускорения технологического процесса. При использовании данной технологии снижаются требования к сырью по его биохимическим свойствам и микробиологическим показателям. Возможность корректировать исходный рН мяса. Мясо можно применять парное, выдержанное, созревшее или замороженное. Положительным моментом использования активированных бактериальных

культур является их активность, что позволяет получить одинаковые продукты из мяса с разными исходными биохимическими параметрами при определенных условиях производства.

Величина рН в интервале, близком к изоэлектрической точке белков мяса (5,1–5,5), создает лучшие условия для снижения водосвязующей способности и соответственно для сушки, является оптимальной для образования нитрозопигментов, ответственных за окраску сырых колбас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Калачев А. А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / под общ. ред. проф. Л. В. Антиповой. СПб.: ГИОРД, 2011. 286 с.

2. Игнатов В. В. Панасенко А. П., Радин Ю. П., Шендеров Б. А. Влияние электромагнитных полей сверхвысокочастотного диапазона на бактериальную клетку: Учебное пособие для вузов. Саратов.: Издательство СГУ, 1978. 80 с.

3. Нестеренко А. А. Влияние электромагнитного поля на развитие стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, Мичуринск, 2013. № 2. С. 75–80.

4. Нестеренко А. А. Технология ферментированных колбас с использованием электромагнитного воздействия на мясное сырье и стартовые культуры // Научный журнал «Новые технологии», Майкоп: МГТУ, 2013. №1. С36–39.

5. Нестеренко А. А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы // Научный журнал «Наука Кубани», Краснодар: Министерства образования и науки Краснодарского края, 2013. № 1. С. 41–44.

6. Патиева А. М. Обоснование использования мясного сырья свиней датской селекции для повышения пищевой и биологической ценности мясных изделий / А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко, А. А. Нестеренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, 2012. Т. 1. № 35. С. 392–405.

7. Патиева А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы / Патиева А. М., Патиева С. В., Величко В. А. // Вестник НГИЭИ. 2012. № 8. С. 69–82.

8. Хвьяля С. И. Перспективные направления в биологической и морфологической оценке сырья и мясной продукции // Все о мясе, Юбилейный номер, 2005, № 4. С. 35–36.

USE OF ELECTROMAGNETIC TREATMENT IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF COLD SMOKED SAUSAGE

Keywords: cold smoked sausage, technical standards, maturation, drying, production, acidity, forcemeat, starter cultures, electromagnetic treatment.

Annotation. Today there are a number of technological approaches for accelerating the maturation and drying of cold smoked sausage. We propose a new way of intensifying technological process based on electromagnetic treatment of starter cultures and meat products. This paper presents the results of commercial production of cold smoked sausage and reasons for the potential use of electromagnetic treatment for accelerating technological process.

НЕСТЕРЕНКО АНТОН АЛЕКСЕЕВИЧ – аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

NESTERENKO ANTON ALEKSEEVICH – the graduate student of chair of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).

ПОНОМАРЕНКО АЛЕКСАНДРА ВЯЧЕСЛАВОВНА – студентка факультета перерабатывающих технологий, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

PONOMARENKO ALEXANDER VYACHESLAVOVNA – the student of faculty of processing technologies, the Kuban state agrarian university, Russia, Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru).
