

УДК 637.5.032

05.00.00 Технические науки

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
СЫРОКОПЧЕННЫХ КОЛБАС С
ПРИМЕНЕНИЕМ УСКОРИТЕЛЕЙ**

Кенийз Надежда Викторовна
канд техн. наук. старший преподаватель
РИНЦ SPIN 6140-4114

Нестеренко Антон Алексеевич
канд техн. наук. старший преподаватель
РИНЦ SPIN 9522-0210

Нагарокова Дариет Казбековна
студентка факультета перерабатывающих
технологий
РИНЦ SPIN 4351-7009
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Активация стартовых культур в производстве сырокопченых колбас один из технологических приемов позволяющих ускорить ферментацию и уменьшить срок сушки сырокопченых колбас. В ходе экспериментальных и опытных данных было подтверждена возможность активации стартовых культур при помощи электромагнитной обработки. В работе представлены результаты апробации технологии интенсификации сырокопченых колбас с применением электромагнитной обработки низкими частотами стартовых культур и мясного сырья. Приведены результаты и обоснование разработки устройства для электромагнитной обработки. Определены оптимальные частоты и время для уничтожения и интенсификации роста микрофлоры. В результате проведенных исследований доказано, что электромагнитная обработка влияет на функционально-технологические свойства и микробиологическую обсемененность мясного сырья. Приведены результаты исследования влияния обработанных электромагнитным полем стартовых культур на функционально-технологические свойства модельного фарша. По результатам исследований, проведена апробация предлагаемой технологии в ходе, которой отслеживались pH, массовая доля влаги и микробиологическая обсемененность колбас. В соответствии с протоколами испытательного центра ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий», опытная партия сырокопченых колбас соответствует по физико-химическим, микробиологическим, токсикологическим, органолептическим показателям, срокам годности ТУ 9213-006-00422020-2002. Готовый продукт прошел органолептическую оценку

UDC 637.5.032

Technical sciences

**TECHNOLOGIES OF SMOKED SAUSAGE
PRODUCTION WITH THE APPLICATION OF
ACCELERATORS**

Keniyz Nadezhda Viktorovna
Cand.Tech,Sci., senior lecturer
RSCI SPIN 6140-4114

Nesterenko Anton Alexeevich
Cand.Tech,Sci., senior lecturer
RSCI SPIN 9522-0210

Nagarokova Dariet Kazbekovna
Student of the faculty of processing technologies
RSCI SPIN 4351-7009
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Activation of starter cultures in cold smoked sausage production is one of the most significant technological approaches which allows speeding up fermentation and decreasing the time for air drying of cold smoked sausages. During the research and experimental findings it is confirmed that the activation of starter cultures can be reached by using electromagnetic treatment. There were presented the results of approbation of technologies of intensification of summer sausages with the application of electromagnetic treatment with low frequencies of start cultures and raw meat in the work. There were cited the results and the substantiation of working out of device for electromagnetic processing. There were determined the optimal frequencies and time for destruction and intensification of microflora growth. In the result of carried out researches there was proven that the electromagnetic processing influences the functional-technological properties and microbiological seeding of raw meat. There were cited the results of researches of influence of processed by electromagnetic field start cultures the functional-technological properties of model stuffing. On the results of researches there was carried out the approbation of offered technology in the course of which the pH, mass share of moisture and microbiological seeding of sausages are tracked. In accordance with reports of probationary center of JSC "Meat factory "Tikhoretskiy", experimental line of summer sausages corresponds on physical-chemical, microbiological, toxicological, organoleptic indexes, terms of validity TC 9213-006-00422020-2002. Ready product was subjected the organoleptic assessment of specialists of JSC "Meat factory "Tikhoretskiy"

специалистов ЗАО «Мясокомбинат
«Тихорецкий»

Ключевые слова: СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ,
СЫРОКОПЧЕННЫЕ КОЛБАСЫ, МЯСНОЕ
СЫРЬЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА

Keywords: START CULTURES, SUMMER
SAUSAGES, RAW MEAT, ELECTROMAGNETIC
PROCESSING

Технология производства сырокопченых колбас является одной из самых сложных, длительных и трудоемких. В ходе созревания этого вида продукции протекают сложные биохимические и физико-химические процессы, способствующие формированию характерного вкуса, запаха и цвета готовых колбас [1,2,3].

Анализ зарубежных и отечественных источников позволяет сделать вывод о том, что в технологии производства сырокопченых колбас возникла возможность использования современных технологий, ускоряющих созревание. Как правило, для ускорения созревания используют стартовые культуры, иногда в сочетании с глюкозо-дельта-лактоном [4,5,6].

Применение стартовых культур в сочетании с глюкозо-дельта-лактоном приводит к ускорению пассивных признаков созревания: резкое снижение pH фарша, образование плотной структуры, изменение цвета.

Для ускорения процесса созревания и сушки сырокопченых колбас используют добавки глюкозо-дельта-лактон (ГДЛ). ГДЛ представляет собой ангидрид глюконовой кислоты. При контакте с водой, он снова образует глюконовую кислоту. При этом снижается уровень pH. Нагрев ускоряет образование кислоты. ГДЛ имеет большое значение в производстве сухих колбас благодаря следующим моментам [7,8,9]:

– быстрое уплотнение консистенции за счет быстрого снижения pH. Это также означает, что фарш колбас с ГДЛ должен быть набит в оболочку непосредственно после его составления;

– ускоренное образование окраски путем восстановления нитрита до окиси азота (вызванное кислотой).

– подавление роста микроорганизмов, чувствительных к снижению рН; безопасность критических продуктов может быть повышена путем использования ГДЛ. Тем не менее, тормозящее влияние ГДЛ на нежелательные микроорганизмы не так сильно по сравнению с эффектом от использования различных пищевых кислот. Как часть общей концепции безопасности и в сочетании с другими факторами, бактериостатический эффект ГДЛ может оказаться достаточным [10,11].

Однако, ГДЛ может также вызвать и проблемы в сухих колбасах:

– некондиционный сине-красный цвет, вызванный слишком быстрым и слишком сильным образованием кислоты; эта проблема возникает в случае передозировки ГДЛ;

– при передозировке ГДЛ можно различить на вкус: горькие и кисловатые компоненты портят сенсорный профиль;

– ГДЛ не подавляет пероксидобразующие микроорганизмы; перекись разлагает жир и разрушает окраску. По этой причине, ГДЛ следует использовать только в сочетании с каталазно-позитивными стартовыми культурами;

– ГДЛ может разлагаться под действием гетероферментативных молочнокислых бактерий, результатом чего является неприятный кисловатый привкус. Этой проблемы можно избежать путем использования гомоферментативных молочнокислых бактерий в форме стартовой культуры (стартовые культуры) [12,13].

Использование стартовых культур способствует формированию вкусо-ароматических характеристик и цвета готового продукта [14]. Одной из существенных характеристик стартовых культур является способность производить молочную кислоту из углеводов и таким образом способствовать процессу снижения уровня рН в сухих колбасах. Углеводы присутствуют в мясе в форме мышечного гликогена и, кроме того,

вносятся в фарш при производстве сухих колбас. Используются, главным образом, декстроза, лактоза, сахароза и мальтодекстрин [15-18].

Применение различных сахаров сказывается на скорости развития полезной микрофлоры, что способствует интенсификации технологического процесса производства сырокопченых колбас. Сахара выполняют в сухих колбасах разнообразные функции: они служат «пищей» для процесса ферментации, непосредственно влияют на вкус продукта, позволяют продукту достичь определенной степени твердости (либо намазываемости) и являются более дешевым по сравнению с мясом наполнителем. Тем не менее, использование сахара в качестве наполнителя является выигрышным только лишь пока это не приводит к чрезмерному окислению и, соответственно, к значительным потерям в весе [19-22].

Состав и объемы добавляемых сахаров оказывают существенное влияние на сенсорные характеристики (кислотный профиль, твердость, развитие аромата), а также на процесс созревания сухих колбас [23].

Внесение изменений в технологию может отразиться на качестве готового продукта. Вследствие этого может существенно изменяться аромат, вкус и структура колбас [7,24]. В связи с этим возникает необходимость интенсификации технологического процесса с сохранением высоких потребительских свойств готового продукта. В данном направлении работают как российские, так и зарубежные ученые.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что сегодня одним из перспективных направлений интенсификации технологического процесса производства сырокопченых колбас является применение ЭМП НЧ. Однако применение ЭМП НЧ связано с необходимостью изучения выбора оптимальных частот, безопасности для человека, применения ЭМП НЧ на производстве, изучению действия ЭМП НЧ на стартовые культуры и мясное сырье [1,6,25].

При разработке усовершенствованной технологии сырокопченых колбас нами ставились следующие задачи:

- интенсификация технологического процесса за счет ускорения созревания колбас;
- подавление нежелательной микрофлоры и ускорение роста стартовых культур;
- получение продукта с высоким качеством;
- применимость предлагаемых решений на любом предприятии без значительной подготовки.

Из литературных источников [1,6,26] известно, что ЭМП НЧ может вызвать резонансные колебания биологической клетки и разрушить ее структуру, а при малой интенсивности колебаний – гармонизировать работу клетки.

Совместно с сотрудниками кафедры применения электрической энергии Кубанского государственного аграрного университета, было разработано устройство для обработки мяса и стартовых культур ЭМП НЧ (рис. 1), которое состоит из генератора импульсов и цепи управления. Цепь управления предназначена для управления тиристором VD10. Генератор импульсов состоит из источника низкочастотных электромагнитных колебаний и излучателя электромагнитных импульсов, в виде соленоида. В качестве источника излучений использован генератор униполярных треугольных импульсов, способных сгенерировать частоты в диапазоне 10-200 Гц [1,6,27].

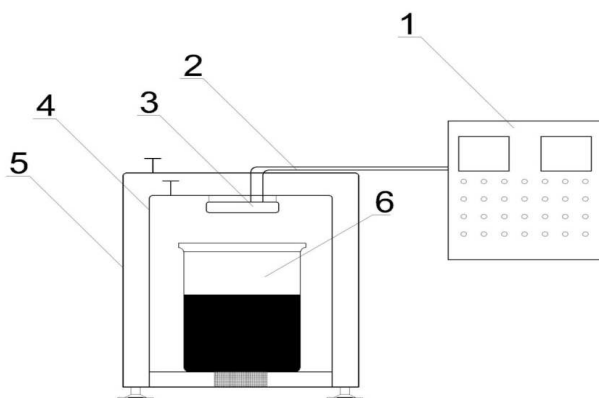


Рисунок 1 – Схема электромагнитной установки с экранированным контуром:

1 – блок управления; 2 – провод; 3 – катушка; 4 – 1-й защитный контур; 5 – 2-й защитный контур из ферромагнита; 6 – обрабатываемый образец

Из литературных источников [1,6,27] известно, что на интенсивность обработки имеют влияние многие факторы.

Для определения наиболее важных факторов, влияющих на обрабатываемый образец, нами была произведена их экспериментальная оценка (в баллах) и построена диаграмма Парето (рис. 2).

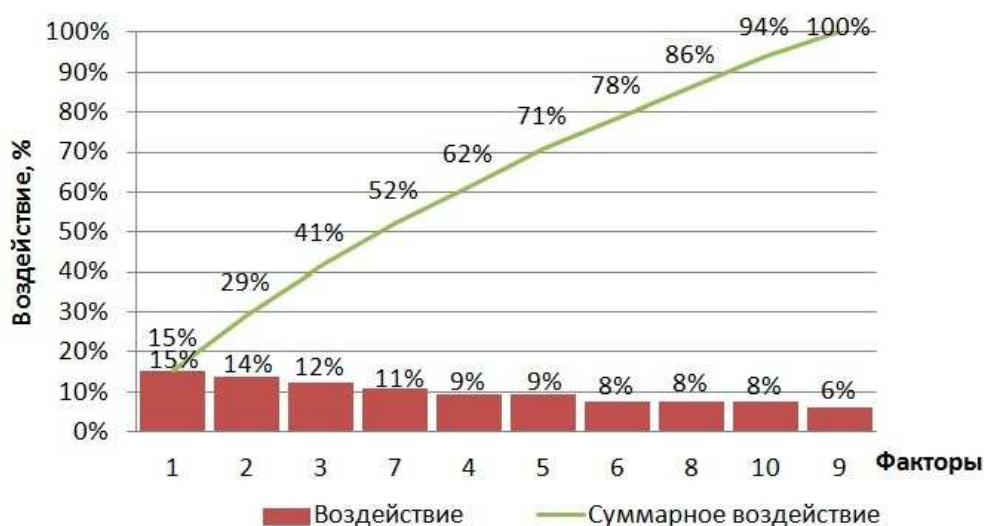


Рисунок 2 – Диаграмма Парето:

1 – частота сигнала, Гц; 2 – время обработки, мин; 3 – форма сигнала; 4 – расстояние до обрабатываемого образца, мм; 5 – размер излучателя, мм; 6 – площадь обрабатываемого объекта; 7 – толщина слоя обрабатываемого

объекта; 8 – форма излучателя; 9 – количество витков излучателя; 10 – другие причины

Как видно из рисунка 2, наиболее существенными факторами являются частота сигнала и время обработки.

Для изучения влияния ЭМП НЧ на развитие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов использовали говядину и свинину охлажденные. Образцы мясного сырья помещали в экранированную камеру с вмонтированным излучателем МП. На мясо генерировали сигнал в виде треугольной формы в диапазонах 10-110 Гц в течение 15, 30, 45 и 60 мин.

Установлено, что максимальный пик развития микрофлоры наступает при обработке ЭМП НЧ с частотой 45 Гц и продолжительностью 60 мин (КМАФАнМ КОЕ/г говядина охлажденная – $8,1 \cdot 10^7$, свинина охлажденная – $6,8 \cdot 10^7$) (рис. 3, 4). При дальнейшем увеличении частоты наблюдается значительное угнетение развития микрофлоры, пик которого является частота 100 Гц с продолжительностью 60 мин (КМАФАнМ КОЕ/г говядина охлажденная – $2,8 \cdot 10^2$, свинина охлажденная – $2,9 \cdot 10^2$) (рис. 5, 6).

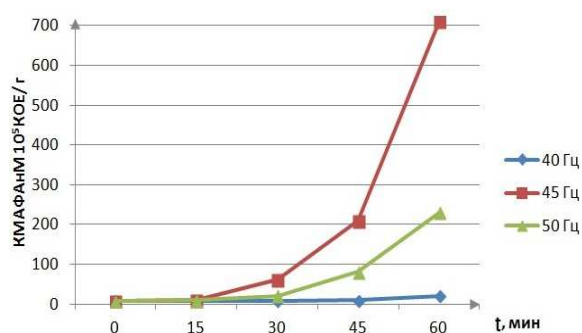


Рисунок 3 – Динамика изменения КМАФАнМ говядины от частоты 40 - 50 Гц и времени обработки ЭМП НЧ

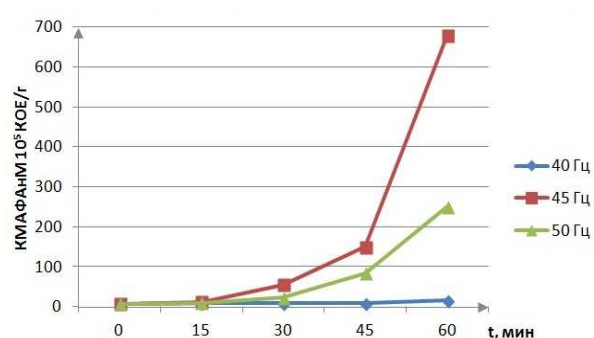


Рисунок 4 – Динамика изменения КМАФАнМ свинины от частоты 40 - 50 Гц и времени обработки ЭМП НЧ

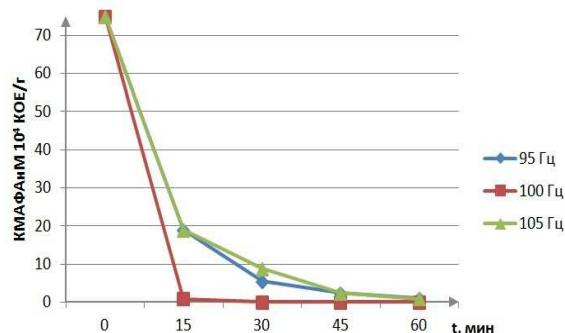


Рисунок 5 – Динамика изменения КМАФAnM говядины от частоты 95 - 105 Гц и времени обработки ЭМП НЧ

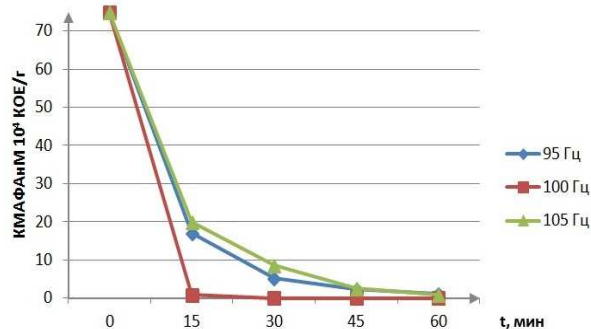


Рисунок 6 – Динамика изменения КМАФAnM свинины от частоты 95 - 105 Гц и времени обработки ЭМП НЧ

При анализе результатов, полученных при обработке говядины и свинины с частотой 100 Гц видно, что различия показателей между временем обработки, начиная от 30 мин (КМАФAnM КОЕ/г говядина охлажденная – $3,2 \cdot 10^2$, свинина охлажденная – $3,1 \cdot 10^2$) и заканчивая 60 мин (КМАФAnM КОЕ/г говядина охлажденная – $2,8 \cdot 10^2$, свинина охлажденная – $2,9 \cdot 10^2$), не являются существенными. На основании полученных данных, определено производить обработку мясного сырья с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 мин для интенсификации роста стартовых культур, предложено активировать их с частотой 45 Гц и продолжительностью 60 мин.

По результатам исследования зависимости развития КМАФAnM от частоты и времени электромагнитной обработки, были построены математические модели в виде формул множественной регрессии. Уравнение регрессии для говядины имеет вид $Y = -31658X_1 + 102466X_2 + 279665$ ($R^2 - 0,905$), для свинины – $Y = -27527X_1 + 90301X_2 + 268938$ ($R^2 - 0,910$); где X_1 – частота обработки, Гц; X_2 – продолжительность обработки, мин; Y – КМАФAnM КОЕ/г. Для нахождения неизвестных постоянных a_1, a_2, b был использован метод наименьших квадратов. Эти уравнения позволяют сделать вывод об

однотипности процессов, протекающих при обработке говядины и свинины охлажденных.

Известно [1,27,28], что действию электромагнитных волн в первую очередь подвергаются мембраны, ограничивающие различные внутриклеточные компоненты. Отдельные структурные элементы клетки имеют жидкокристаллическое строение. В связи с этим для них будет характерна анизотропия магнитных свойств. Полученные результаты позволяют считать, что жидкие кристаллы таких элементов ориентируются под влиянием магнитного поля, являясь ответственными за проницаемость мембраны, которая, в свою очередь, регулирует биохимические процессы, происходящие внутри клетки [6,11].

Результаты исследования спектров фотонов, отраженных от продукта обработки, показывают, что при частоте сигнала равной 100 Гц обеззараживающий эффект максимален. Учитывая, что резонанс наступает при совпадении амплитуд колебаний, то это возможно при кратном соотношении собственных частот колебаний электронов и частот внешнего воздействия, поэтому частота воздействия должна быть целым числом. Цвет отраженного сигнала голубой, это значит, что длины волн, излучаемых фотонах, равны целым числам и изменяется в интервале $6,0 \cdot 10^{14}$ - $7,0 \cdot 10^{14}$ Гц. Из этого следует, что при воздействии частотой 100 Гц и продолжительностью 30 мин, происходит резонанс внешних частот ЭМП НЧ и внутренних частот.

В целях определения безопасного расстояния до излучателя, действие ЭМП НЧ с частотами 45 и 100 Гц изучали на культуре *Escherichia coli*, в физиологическом растворе, помещенной в экранированную камеру и на расстояниях 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 м от излучателя (Рис. 7,8).

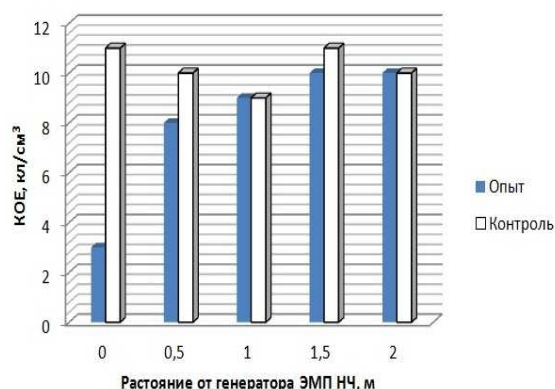
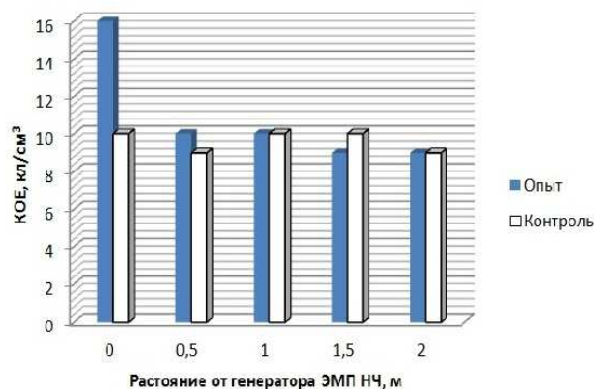


Рисунок 7 – Влияние воздействия ЭМП НЧ с частотой 45 Гц на культуру Escherichia coli внутри и снаружи прибора

Рисунок 8 – Воздействие ЭМП НЧ с частотой 100 Гц на культуру Escherichia coli внутри и снаружи прибора

Установлено, что при воздействии ЭМП НЧ с частотой 45 Гц и продолжительностью 60 мин в образце, находящемся под излучателем, наблюдался активный рост численности колоний, в образце, находившемся на расстоянии 0,5 м от излучателя, рост числа колоний резко уменьшился, а при расстояниях от 1,0 до 2,0 м - значительных изменений в числе колоний не наблюдалось. При анализе электромагнитного излучения (прибор «Импульс» фирмы Soeks), в контрольных точках были зафиксированы следующие показатели: на расстоянии 0,5 м от излучателя – 9,56 мкТл; 1,0 м – 5,10 мкТл; 1,5 м – 3,24 мкТл и 2,0 м – 2,56 мкТл, при предельно допустимых нормах 10 мкТл. Установлено, что при действии с частотой 100 Гц в течение 30 мин в образце, находящемся под излучателем, наблюдалась гибель исследуемой микрофлоры, на расстоянии 0,5 м от излучателя наблюдается незначительное изменения числа колоний, а от 1,0 до 2,0 м - значительных изменений в числе колоний не наблюдалось (Рис. 8). При анализе электромагнитного излучения в контрольных точках были зафиксированы следующие показатели: на расстоянии 0,5 м – 9,06 мкТл; 1,0 м – 6,21 мкТл; 1,5 м – 4,54 мкТл и 2,0 м – 2,66 мкТл. Установлено, что безопасное расстояние от излучателя 0,5 м.

Изучение влияния ЭМП НЧ на мясное сырье и стартовые культуры

Далее изучали влияние ЭМП НЧ на свойства мясного сырья с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 мин. Для этого мышцы из тазобедренной части свинины и говядины помещали под излучатель ЭМП НЧ и обрабатывали с частотой 100 Гц в течение 30 мин. При воздействии ЭМП НЧ, наблюдалось снижение микробиологической обсемененности образцов (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение микробиологической обсемененности мясного сырья после обработки ЭМП НЧ

Наименование образца	Время обработки, мин	Частота f, Гц	КМАФАнМ, КОЕ/г
Говядина (контроль)	–	–	$2,1 \cdot 10^5$
Говядина	30	100	$1,1 \cdot 10^2$
Свинина (контроль)	–	–	$9,4 \cdot 10^4$
Свинина	30	100	$1,0 \cdot 10^2$

При действии ЭМП происходит изменение проницаемости мембран миофибрилл, перераспределение влаги в коллоидной системе мышечной ткани говядины и свинины, изменение степени дисперсности белков [29], что влияет на изменение рН и влагосвязывающую способность (ВСС) мяса (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние ЭМП НЧ на рН и ВСС мяса

Наименование образца	Время обработки, мин	Частота f, Гц	рН	ВСС, %
Говядина (контроль)	–	–	6,10±0,1	68,00±1,12
Говядина	30	100	5,90±0,07	63,50±1,05*
Свинина (контроль)	–	–	5,5±0,1	56,00±1,58
Свинина	30	100	5,3±0,08	52,30±0,4*

* – $P \leq 0,05$

Микроструктурный анализ мышечной ткани, подвергнутой действию ЭМП НЧ, с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 мин показывают, что мышечная ткань свинины характеризуется деструктивными изменениями, повреждениями сарколеммы, фрагментацией мышечных

волокон (рис. 9,10). Мышечные волокна достаточно часто разобщаются, за счет появления вокруг них светлого не окрашиваемого гематоксилином и эозином пространства или же тесно сближены между собой [1,6,9].

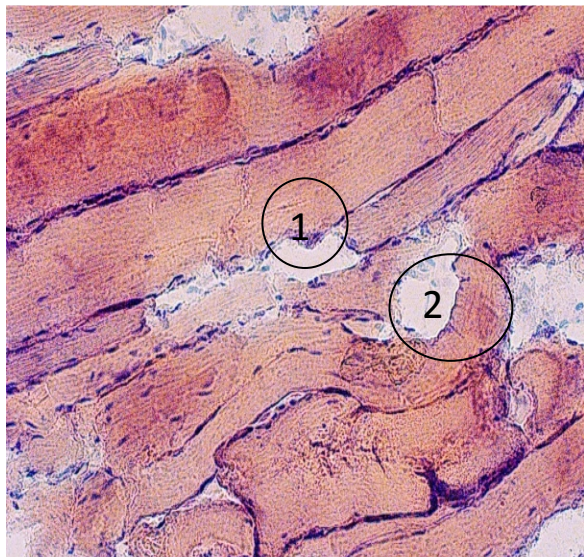


Рисунок 9 – Продольный срез мышечных волокон свинины. Поперечные трещины и фрагментация. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. 200×: 1 – разрывы эпимизия; 2 – фрагментация мышечных волокон

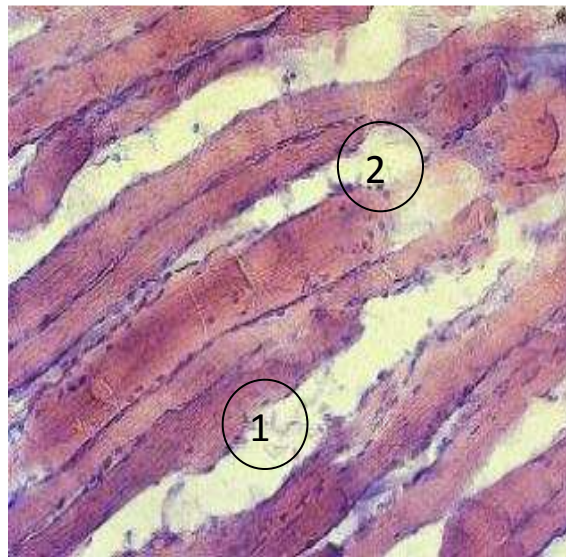


Рисунок 10 – Продольный срез мышечных волокон говядины. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. 200×: 1 – разрыхление миофибриллярных пучков; 2 – фрагментация мышечных волокон

При анализе мышечной ткани говядины, после электромагнитной обработки с частотой 100 Гц с продолжительностью 30 мин установлено: компоновка отдельных волокон в первичном пучке довольно рыхлая, с заметным светлым пространством в области эндомизия. Не всегда хорошо различима граница между отдельными мышечными волокнами (рис. 10). Деструктивные изменения в мышечной ткани, в результате электромагнитного воздействия, выражены достаточно значительно и связаны с возникновением резонанса внешних частот и внутренней частоты мышечной ткани [6].

Для интенсификации технологического процесса производства сырокопченых колбас применяются стартовые культуры, действие которых связано с образованием специфических биологически активных

компонентов, среди которых органические кислоты, ферменты и др. [22,23]. Для определения степени действия на модельную систему вносимых обработанных ЭМП НЧ стартовых культур, был использован модельный фарш, состоящий из 60 % говядины охлажденной и 40 % свинины охлажденной. Мясное сырье предварительно измельчали на волчке с диаметром решетки $d=3$ мм. В качестве экспериментальной микрофлоры использовали стартовые культуры Альми 2 фирмы Almi. В соответствии с рекомендациями производителя стартовых культур, контрольную группу активировали водой в объеме 100 см^3 с температурой $25-30 \text{ }^\circ\text{C}$, оставляли на 30 мин, до ее полного растворения и вносили в модельный фарш. Для опытной группы активацию стартовых культур проводили аналогично контрольной, но по завершению растворения обрабатывали ЭМП НЧ с частотой 45 Гц в течение 60 мин.

Из предварительных опытов известно, что ЭМП НЧ способно ускорить развитие микрофлоры. В связи с этим, была определена оптимальная дозировка внесения обработанных ЭМП НЧ стартовых культур (Табл. 3).

Таблица 3 – Динамика роста стартовой микрофлоры

Количество стартовых культур г/100 кг фарша	Продолжительность, ч				
	0	3	6	9	12
	Количество клеток, КОЕ/г				
20 (контроль)	$4,8 \cdot 10^5$	$5,7 \cdot 10^5$	$6,7 \cdot 10^5$	$8,7 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^6$
17,5	$5,2 \cdot 10^5$	$6,8 \cdot 10^5$	$8,1 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^6$
15,0	$4,9 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^5$	$7,4 \cdot 10^5$	$9,5 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^6$
12,5	$4,1 \cdot 10^5$	$4,7 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^5$	$7,1 \cdot 10^5$	$8,2 \cdot 10^5$
10,0	$3,7 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^5$	$4,7 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^5$

Слишком быстрый рост стартовых культур может привести к закислению фарша, а слабый рост – к неэффективной работе микрофлоры [30], в связи с этим, опытным путем было определена дозировка: 15 г стартовых культур на 100 кг фарша.

Важными показателями, формирующими качество сырокопченых колбас, являются изменение физико-химических и функционально-

технологических показателей мясного сырья [31]. Установлено, что контрольный образец модельного фарша по ВСС превосходит опытный с добавлением стартовых культур, обработанных ЭМП НЧ. Показатель ВСС опытного образца имеет тенденцию к снижению по сравнению с контрольным (рис. 11).

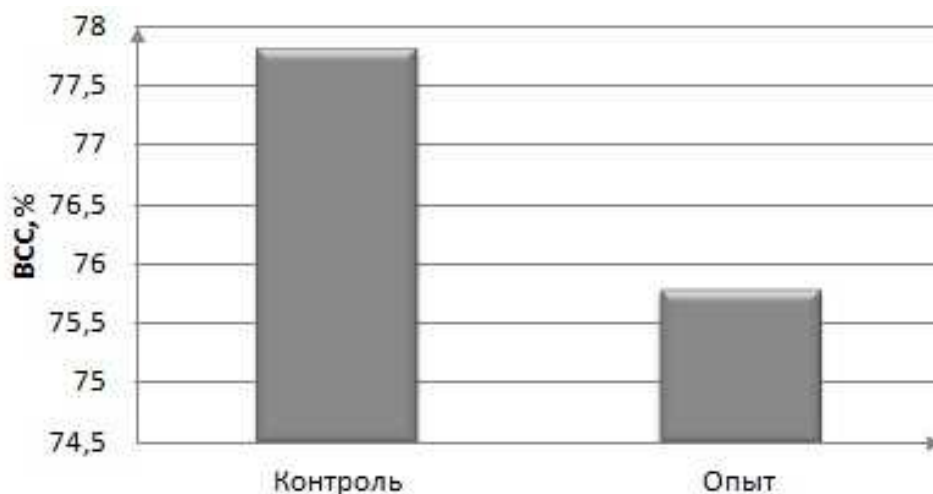


Рисунок 11 – Влагосвязывающая способность модельных фаршей

При формировании монолитной структуры измельченного мяса, большое значение имеет показатель липкости или адгезии. Установлено (рис. 12), что при внесении обработанных ЭМП НЧ стартовых культур (опыт), липкость модельного фарша увеличивается на 15,3 % по сравнению с контролем.

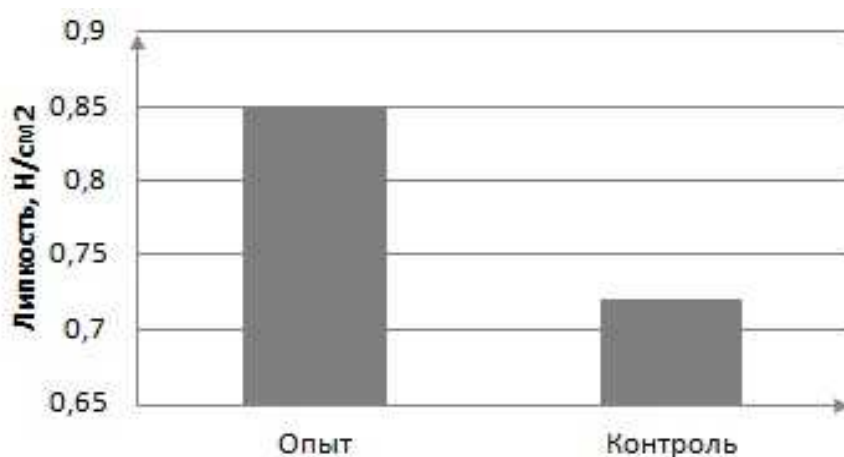


Рисунок 12 – Липкость фарша при внесении стартовых культур

Анализ снижения уровня рН фарша (рис. 13) свидетельствует о накоплении органических кислот в результате работы стартовой микрофлоры. Накопление молочной кислоты в процессе ферментации фарша, приводит к снижению рН, вследствие чего происходит [29]:

- увеличение устойчивости фарша к действию гнилостных микроорганизмов;
- набухание коллагена соединительной ткани;
- повышение активности катепсинов;
- интенсификация реакции цветообразования;
- изменение вкуса и аромата мяса.

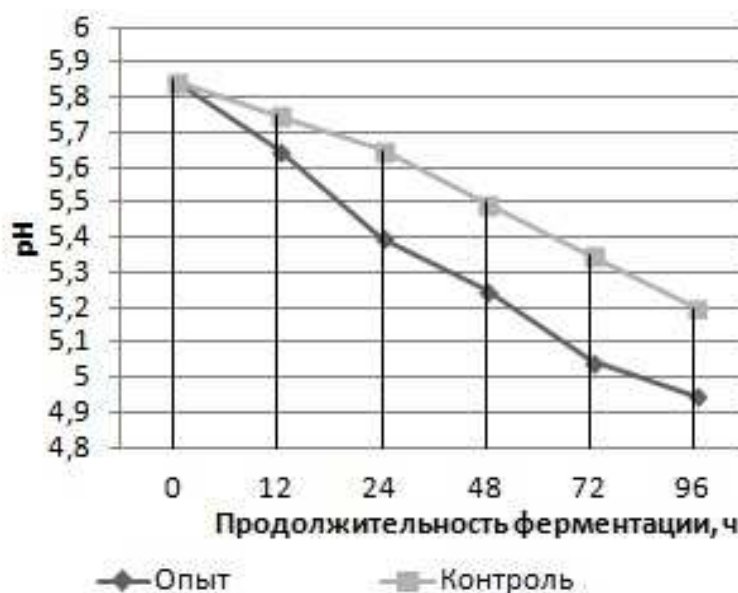


Рисунок 13 – Динамика изменения рН модельного фарша

На рисунке 14 показана динамика роста молочной кислоты в исследуемых образцах. Опытный образец, через 12 ч выдержки модельного фарша, по количеству молочной кислоты, превышал контрольный на 10 %. Через пять дней - разница составила 17,5 %, что свидетельствует о более быстром накоплении молочной кислоты в опытной группе.

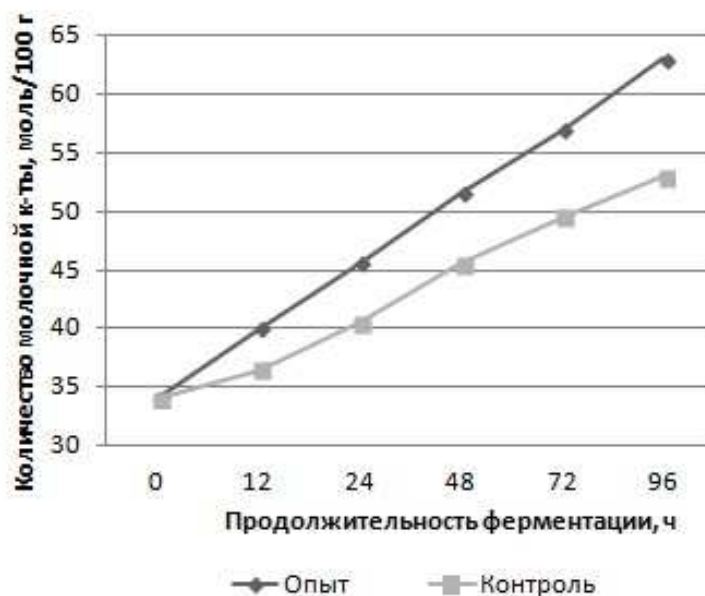


Рисунок 14—Динамика накопления молочной кислоты модельного фарша

Одним из важнейших показателей эффективности стартовых культур, является их протеолитическая активность. Она определяется степенью расщепления белков мяса. Анализ аминокислотного состава показал увеличение аминокислот в опыте на 6,8 %, по сравнению с контролем.

Накопление водорастворимой фракции и свободно связанной влаги способствует эффективной сушке колбасных изделий за счет перехода прочносвязанной влаги в слабосвязанную. Полученные результаты исследований влияния ЭМП НЧ на ВСС, рН и липкость модельных фаршей, также свидетельствуют о более эффективной работе стартовых культур, подвергнутых активации ЭМП НЧ.

Интенсификация технологии сырокопченых колбас

Для проведения апробации технологии производства сырокопченых колбас с применением ЭМП НЧ, была выбрана рецептура колбасы «Тихорецкая» ТУ 9213-006-00422020-2002.

Для сравнительной оценки опытной группы колбас было выработано две партии, отличающиеся в рецептурном составе следующими

компонентами: контроль – стартовые культуры Альми-2 – 20 г на 100 кг фарша; опыт – активированные ЭМП НЧ стартовые культуры Альми-2 – 15 г на 100 кг фарша, мясное сырье с предварительной обработкой ЭМП НЧ [32]. В ходе опыта контролировались показатели pH (рис. 15), массовая доля влаги (рис. 16) и количество КМАФАнМ КОЕ/г продукта (табл. 4).

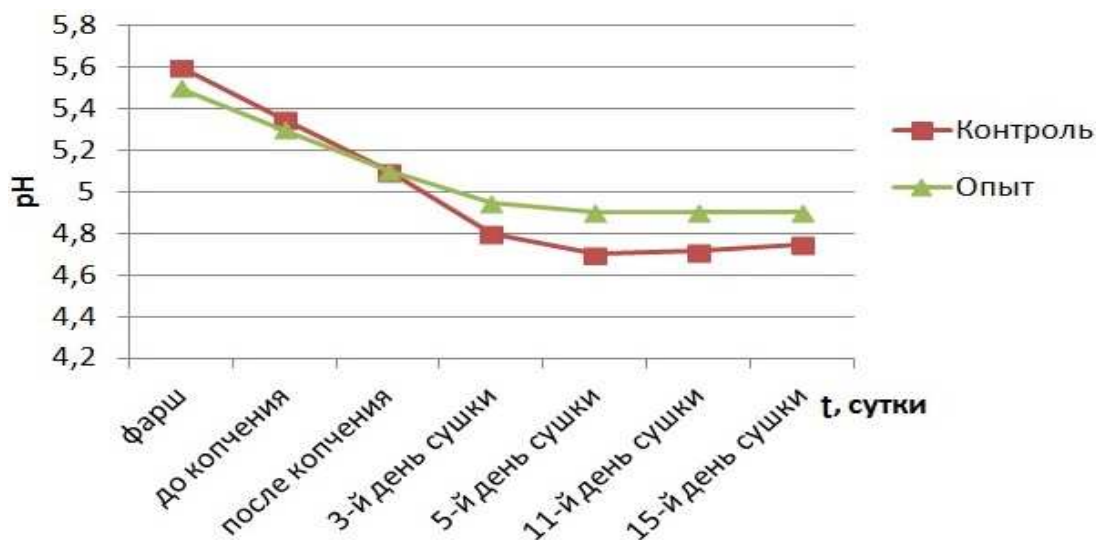


Рисунок 15 – Изменения величины pH в процессе осадки, копчения и сушки сырокопченых колбас

Снижение pH колбас контрольной партии, происходит медленно, с ускорением в начале сушки и обуславливается накоплением молочнокислых микроорганизмов. Снижение pH колбас в опыте, происходит быстро, равномерно, не допуская излишнего подкисления фарша.

Установлено, что в опытном образце потеря влаги (рис. 16) происходит более интенсивно. Это обусловлено появлением микропор в мясном сырье, после воздействия ЭМП НЧ, что подтверждается микроструктурным анализом готовой продукции.

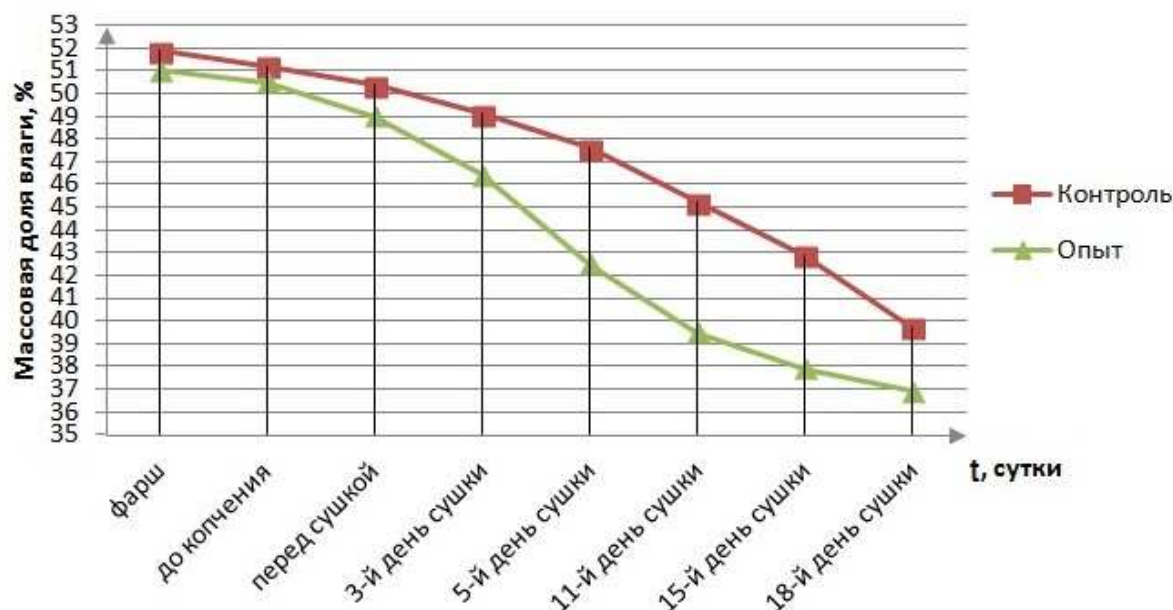


Рисунок 16 – Снижение массовой доли влаги в процессе сушки колбас

Интенсивный рост микрофлоры в образцах сырокопченой колбасы опытной партии, определен предварительной активацией стартовых культур ЭМП НЧ, при этом основная часть микрофлоры – это вносимые стартовые культуры.

Таблица 4 – Количественное изменение микрофлоры сырокопченых колбас

Период исследования	Количество микрофлоры, КМАФАнМ КОЕ/г	
	Контроль	Опыт
Фарш после составления	$3,3 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^6$
Колбаса до копчения	$3,5 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^6$
Колбаса после копчения	$1,2 \cdot 10^6$	$9,0 \cdot 10^5$
На 3-й день сушки	$8,1 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$
На 5-й день сушки	$9,3 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$
На 11-й день сушки	$5,1 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^2$
На 15-й день сушки	$8,4 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^2$

При гистологическом исследовании готовых колбас установлено, что в мышечных волокнах наблюдаются поперечные трещины и разрывы, захватывающие, как фибриллярный белковый комплекс, так и сарколемму. Значительная часть мышечных волокон фрагментирована (рис. 17).

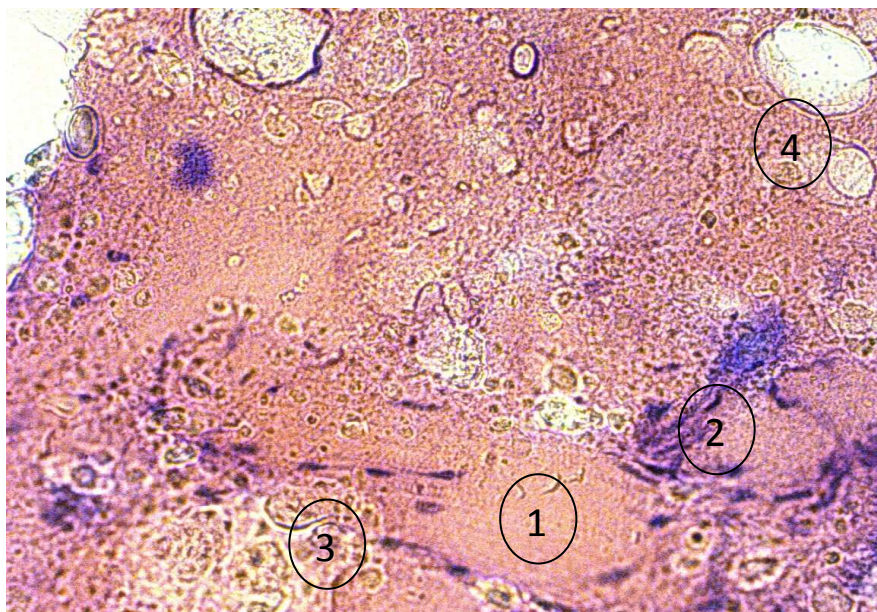


Рисунок 17 – Фрагменты мышечных волокон в сырокопченой колбасе. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. 200[×]: 1 – фрагменты мышечных волокон; 2 – микроорганизмы; 3 – микропоры; 4 – жировые включения

Между мышечными волокнами встречается большое количество микропор. Отдельные микробные клетки бактериальной закваски, располагаются между частицами фарша, покрывают внутреннюю поверхность фаршевых пор и выявляются в большом количестве.

В соответствии с протоколами испытательного центра ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий» № 47-49, 56, 65, опытная партия сырокопченых колбас соответствует по физико-химическим, микробиологическим, токсикологическим, органолептическим показателям, срокам годности ТУ 9213-006-00422020-2002. Готовый продукт прошел органолептическую оценку специалистов ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий». Опытный образец отличался более выраженным вкусо-ароматическим букетом (рис. 18).

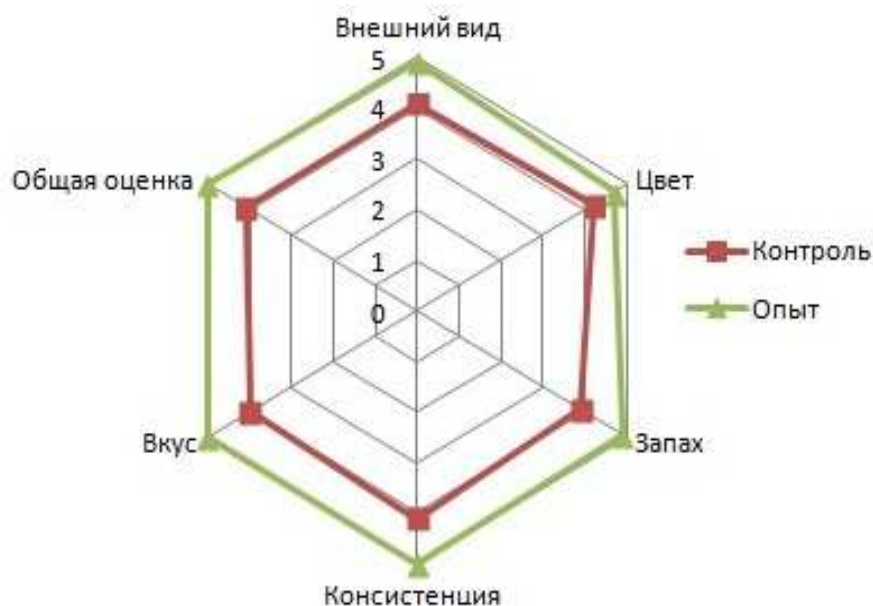


Рисунок 18 – Органолептический профиль готовой колбасной продукции по пятибалльной шкале

В ходе дегустации, была выявлена более плотная консистенция опытного образца. Данные дегустации подтверждаются исследованиями структурно-механических характеристик готового продукта. Для этого были проведены исследования напряжения среза готового продукта. Для опытного образца напряжение среза составило 559,59 кПа, для контрольного - 478,56 кПа. Результаты исследований свидетельствуют о более плотной консистенции сырокопченой колбасы опытной партии.

Наряду с такими качественными показателями, как химический состав, микробиологические, физико-химические, биохимические и органолептические показатели, огромное значение имеет биологическая ценность готового продукта, которая определялась на белых лабораторных крысах [33,34]. Данный опыт проводился в виварии ГНУ Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства в течение 28 дней. Для проведения опыта были сформированы две группы по пять голов крыс в каждой, в возрасте 1 месяц. Первая группа животных служила в качестве контроля, а вторая была опытной. Рационы для

растущих крыс составлялись в соответствии с нормами потребностей лабораторных крыс в питательных веществах.

Полученные данные ростовых показателей крыс (рис. 19), свидетельствуют о том, что среднесуточный прирост массы тела за 28 дней у опытной группы составил 3,97 г или 107,5 % в сравнении с контролем.

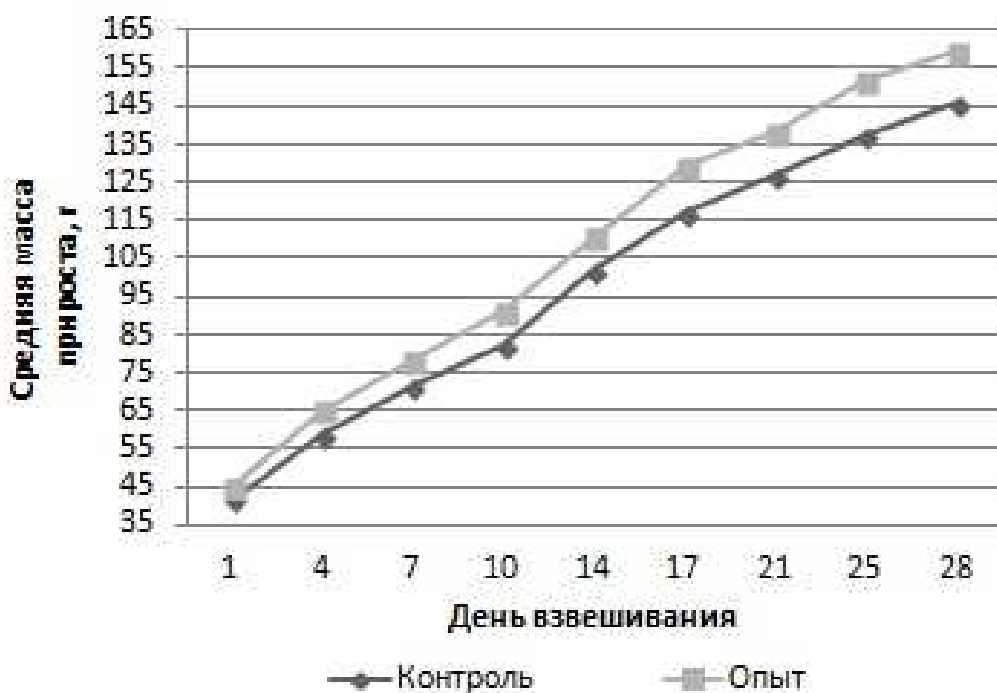


Рисунок 19 – Динамика роста массы тела крыс, участвующих в эксперименте

После проведения массовых измерений опытные и контрольные крысы были умерщвлены путем одномоментного декапитирования.

Определение биохимических показателей крови лабораторных крыс проводили на биохимическом анализаторе Vitalab Flexor Junior (страна производитель Нидерланды). В ходе опыта анализировали следующие показатели: лейкоциты, лейкограмма, эозинофилы, палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы, лимфоциты, моноциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, тромбоциты, тромбоциты, белок, альбумины, глобулины (α , β , γ), холестерин, аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, кальций, фосфор, триглицериды, щелочная

фосфатаза, железо. Повышенный показатель эозинофилов может говорить о проявлении аллергической реакции на компоненты пищи. В контрольной группе средний показатель эозинофилов вышел за пределы нормы (по данным И. В. Ананич, М. А. Дерхо, 2010 г норма до 2 %) и составил 2,2 %. Снижение данного показателя в опытной группе до 1,8 % свидетельствует о снижении аллергической нагрузки на организм животных. Остальные показатели не имели отклонений и находились в пределах допустимой нормы.

Выводы:

1. Изучено влияние ЭМП частот диапазона от 10 до 110 Гц и продолжительностью воздействия от 15 до 60 мин на микрофлору мясного сырья. Установлено, что пик развития микрофлоры наступает при частоте 45 Гц и продолжительности обработки 60 мин, угнетение развития микрофлоры наблюдается при действии ЭМП с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 мин.

2. Установлено, что при действии на говядину охлажденную и свинину охлажденную ЭМП НЧ с частотой 100 Гц в течение 30 мин, при микроструктурном исследовании, в мясе наблюдаются частичные разрушения клеточной структуры, что обуславливает уменьшение ВСС мяса (для говядины – с $68,00 \pm 1,12$ % до $63,00 \pm 1,05$ %, для свинины – с $56,00 \pm 1,58$ % до $52,30 \pm 0,4$ %). Снижается микробиологическая обсемененность говядины – с $2,1 \cdot 10^5$ до $1,1 \cdot 10^2$ КОЕ/г, свинины – с $9,4 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г ($P \leq 0,05$), незначительно смещается показатель рН мяса в кислую сторону: для говядины – с $6,10 \pm 0,1$ до $5,90 \pm 0,73$, для свинины – с $5,50 \pm 0,1$ до $5,30 \pm 0,85$ ($P \geq 0,05$).

3. Установлено, что обработка стартовых культур препарата Альми-2 частотой 45 Гц в течение 60 мин стимулирует их рост: при внесении обработанных ЭМП НЧ стартовых культур в модельный фарш существенно снижается рН фарша – с 5,85 до 4,95, увеличивается

количество аминокислот на 6,8 %, снижается ВСС – с 81,78 % до 77,80 %, ВУС – на 4,8 %, увеличивается липкость фарша – на 15,3 %.

4. Изучено влияние обработки ЭМП НЧ мясного сырья и стартовых культур на скорость сушки сырокопченых колбас. Установлено, что при применении ЭМП НЧ продолжительность технологического процесса производства сырокопченых колбас сокращается на 7 суток и составляет 14 суток.

5. Внесены изменения в технологическую инструкцию по производству сырокопченых колбас, проведена промышленная апробация усовершенствованной технологии на ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий» г. Тихорецк Краснодарского края. На основании оценки качества продукта испытательным центром ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий», опытная партия сырокопченых колбас соответствует по физико-химическим, микробиологическим, токсикологическим, органолептическим показателям и срокам годности ТУ 9213-006-00422020-2002.

Литература:

1. Нестеренко, А. А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А. А. Нестеренко, А. М. Патиева, Н. М. Ильина. – Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 165 с.

2. Акоюн К. В. Способы интенсификации созревания сырокопченых колбас [Текст] / К. В. Акоюн, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. – 2014. – №7. – С. 95-98.

3. Нестеренко А. А. Функциональные мясные продукты, получаемые при помощи биомодификации [Текст] / А. А. Нестеренко, Д. С. Шхалахов // Молодой ученый. – 2014. – №13. – С. 76-79.

4. Нестеренко А. А. Производство ферментированных колбас с мажущейся консистенцией / А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз, Д. С. Шхалахов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1149 – 1160. – IDA [article ID]: 1021408073. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/73.pdf>, 0,75 у.п.л.

5. Нестеренко А. А. Использование комплексных смесей для производства колбас / А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз, Д. С. Шхалахов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1127 – 1148. – IDA [article ID]: 1021408072. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/72.pdf>, 1,375 у.п.л.

6. Нестеренко А. А. Разработка технологии производства сырокопченых колбас с применением электромагнитной обработки мясного сырья и стартовых культур: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04/ Нестеренко Антон Алексеевич. – Воронеж, 2013. – 185 с.
7. Кенийз Н. В. Интенсификация технологии сырокопченых колбас / Н. В. Кенийз, А. А. Нестеренко, Д. К. Нагарокова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 1016 – 1039. – IDA [article ID]: 1031409066. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/66.pdf>, 1,5 у.п.л.
8. Корнеева, О. С. Сырокопченые колбасы с комплексными добавками / О. С. Корнеева, Н. М. Ильина, Е. А. Мотина // Мясная индустрия. – 2010. – № 6. – С. 19-21.
9. Нестеренко, А. А. Инновационные методы обработки мясной продукции электромагнитно-импульсным воздействием [Текст] / А. А. Нестеренко, А. И. Решетняк // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2011. – № 1. – С. 148-151.
10. Nesterenko, A. A. Activation of starter cultures induced by electromagnetic treatment [Text] / A. A. Nesterenko, A. I. Reshetnyak // European Online Journal of Natural and Social Sciences. – 2012. – Vol.1, № 3. – P. 45-48.
11. Бебко Д.А. Применение инновационных энергосберегающих технологий / Д.А. Бебко, А.И. Решетняк, А.А. Нестеренко. – Германия: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 237 с.
12. Акопян К. В. Формирование аромата и вкуса сырокопченых колбас [Текст] / К. В. Акопян, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. – 2014. – №7. – С. 93-95.
13. Потрясов Н. В. Разработка условий получения функциональных продуктов с использованием консорциумов микроорганизмов [Текст] / Н. В. Потрясов, Е. А. Редькина, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — №7. — С. 171-174.
14. Нестеренко А. А. Применение стартовых культур в технологии сырокопченых колбас [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. – 2014. – №8. – С. 216-219.
15. Нестеренко, А. А. Применение стартовых культур в технологии производства ветчины / А. А. Нестеренко, Ю. А. Зайцева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1(31) – С. 65-68.
16. Зайцева, Ю. А. Новый подход к производству ветчины [Текст] / Ю. А. Зайцева, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2014. — №4. – С. 167-170.
17. Нестеренко А. А. Выбор и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07 (101). С. 1702 – 1720. – IDA [article ID]: 1011407111. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf>, 1,188 у.п.л.
18. Корнеева, О. С. Применение культур молочнокислых микроорганизмов для ускоренной ферментации мясного сырья при производстве сырокопченых продуктов / О. С. Корнеева, Н. М. Ильина, Д. А. Киселёв // Естественные и технические науки. – 2007. – № 1. – С. 162-164.
19. Потрясов Н. В. Изучение свойств готовой продукции функционального направления с использованием консорциумов микроорганизмов [Текст] / Н. В. Потрясов, Е. А. Редькина, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — №7. — С. 174-177.
20. Аксенова К. Н. Влияние углеводов на технологический процесс производства и качественные показатели сырокопченых колбас [Текст] / К. Н.

Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — №7. — С. 98-100.

21. Аксенова К. Н. Создание и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья [Текст] / К. Н. Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — №7. — С. 100-103.

22. Timoshenko N.V. Significance of electromagnetic treatment in production technology of cold smoked sausage / N.V. Timoshenko, A.A. Nesterenko, A.I. Reshetnyak // European Online Journal of Natural and Social Sciences 2013. – vo2, No.2, С 248-252.

23. Корнеева, О. С. Применение культур молочнокислых микроорганизмов для ускоренной ферментации мясного сырья при производстве сырокопченых продуктов / О. С. Корнеева, Н. М. Ильина, Д. А. Киселёв // Все о мясе. – 2007. – № 2. – С. 13-14.

24. Нестеренко А. А. Физико-химические показатели сырья после внесения стартовых культур [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. – 2014. – №8. – С. 219-221.

25. Нестеренко, А. А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы // Наука Кубани. 2013. № 1. С. 41-44.

26. Нестеренко, А. А. Влияние активированных электромагнитным полем низких частот стартовых культур на мясное сырье / Нестеренко А. А., Горина Е. Г. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099).– С. 786-802. – IDA [article ID]: 0991405053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/53.pdf>, 1,063 у.п.л.

27. Нестеренко А. А. Устройство для электромагнитной обработки мясного сырья и стартовых культур / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07 (101). С. 578 – 598. – IDA [article ID]: 1011407033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/33.pdf>, 1,312 у.п.л.

28. Канарев, Ф.М. Начало физхимии микромира [Текст] / Ф. М. Канарев. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 500 с.

29. Nesterenko A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 4 (7-8). – pp. 77-80

30. Нестеренко А. А. Биомодификация мясного сырья с целью получения функциональных продуктов / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07 (101). С. 1721 – 1740. – IDA [article ID]: 1011407112. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/112.pdf>, 1,25 у.п.л.

31. Нестеренко А. А. Функционально-технологические показатели сырья после внесения стартовых культур [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. – 2014. – №8. – С. 223-226.

32. Кенийз Н. В. Оптимизация рецептур колбасных изделий в условиях реального времени / Н. В. Кенийз, А. А. Нестеренко, Д. С. Шхалахов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1113 – 1126. – IDA [article ID]: 1021408071. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/71.pdf>, 0,875 у.п.л.

33. Кенийз Н. В. Влияние криопротекторов на активность дрожжевых клеток при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов / Н. В. Кенийз, А. А. Пархоменко

// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1172 – 1179. – IDA [article ID]: 1011407076. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/76.pdf>, 0,5 у.п.л.

34. Нестеренко, А. А. Биологическая ценность и безопасность сырокопченых колбас с предварительной обработкой электромагнитным полем низких частот стартовых культур и мясного сырья / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). – С. 772 – 785. – IDA [article ID]: 0991405052. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/52.pdf>, 0,875 у.п.л.

References:

1. Nesterenko, A. A. Innovacionnye tehnologii v proizvodstve kolbasnoj produkcii / A. A. Nesterenko, A. M. Patieva, N. M. Il'ina. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 165 s.

2. Akopjan K. V. Sposoby intensivizatsii sozrevaniya syrokopchenyh kolbas [Tekst] / K. V. Akopjan, A. A. Nesterenko // Molodoj uchenyj. – 2014. – №7. – S. 95-98.

3. Nesterenko A. A. Funkcional'nye mjasnye produkty, poluchaemye pri pomoshhi biomodifikatsii [Tekst] / A. A. Nesterenko, D. S. Shhalahov // Molodoj uchenyj. – 2014. – №13. – S. 76-79.

4. Nesterenko A. A. Proizvodstvo fermentirovannyh kolbas s mazhushhejsja konsistenciej / A. A. Nesterenko, N. V. Kenijz, D. S. Shhalahov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №08(102). S. 1149 – 1160. – IDA [article ID]: 1021408073. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/73.pdf>, 0,75 у.п.л.

5. Nesterenko A. A. Ispol'zovanie kompleksnyh smesey dlja proizvodstva kolbas / A. A. Nesterenko, N. V. Kenijz, D. S. Shhalahov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №08(102). S. 1127 – 1148. – IDA [article ID]: 1021408072. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/72.pdf>, 1,375 у.п.л.

6. Nesterenko A. A. Razrabotka tehnologii proizvodstva syrokopchenyh kolbas s primeneniem jelektromagnitnoj obrabotki mjasnogo syr'ja i startovyh kul'tur: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.04/ Nesterenko Anton Alekseevich. – Voronezh, 2013. – 185 s.

7. Kenijz N. V. Intensifikatsija tehnologii syrokopchenyh kolbas / N. V. Kenijz, A. A. Nesterenko, D. K. Nagarokova // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 1016 – 1039. – IDA [article ID]: 1031409066. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/66.pdf>, 1,5 у.п.л.

8. Korneeva, O. S. Syrokopchenye kolbasy s kompleksnymi dobavkami / O. S. Korneeva, N. M. Il'ina, E. A. Motina // Mjasnaja industrija. – 2010. – № 6. – S. 19-21.

9. Nesterenko, A. A. Innovacionnye metody obrabotki mjasnoj produkcii jelektromagnitno-impul'snym vozdejstviem [Tekst] / A. A. Nesterenko, A. I. Reshetnjak // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Michurinsk, 2011. – № 1. – S. 148-151.

10. Nesterenko, A. A. Activation of starter cultures induced by electromagnetic treatment [Text] / A. A. Nesterenko, A. I. Reshetnyak // European Online Journal of Natural and Social Sciences. – 2012. – Vol.1, № 3. – R. 45-48.
11. Bebko D.A. Primenenie innovacionnyh jenergoberegajushhih tehnologij / D.A. Bebko, A.I. Reshetnjak, A.A. Nesterenko. – Germanija: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 237 s.
12. Akopjan K. V. Formirovanie aromata i vkusa syropkopenyh kolbas [Tekst] / K. V. Akopjan, A. A. Nesterenko // Molodoj uchenyj. – 2014. – №7. – S. 93-95.
13. Potrjasov N. V. Razrabotka uslovij poluchenija funkcional'nyh produktov s ispol'zovaniem konsorciumov mikroorganizmov [Tekst] / N. V. Potrjasov, E. A. Red'kina, A. M. Patieva // Molodoj uchenyj. — 2014. — №7. — S. 171-174.
14. Nesterenko A. A. Primenenie startovyh kul'tur v tehnologii syropkopenyh kolbas [Tekst] / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Molodoj uchenyj. – 2014. – №8. – S. 216-219.
15. Nesterenko, A. A. Primenenie startovyh kul'tur v tehnologii proizvodstva vetchiny / A. A. Nesterenko, Ju. A. Zajceva // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1(31) – S. 65-68.
16. Zajceva, Ju. A. Novyj podhod k proizvodstvu vetchiny [Tekst] / Ju. A. Zajceva, A. A. Nesterenko // Molodoj uchenyj. — 2014. — №4. – S. 167-170.
17. Nesterenko A. A. Vybor i issledovanie svojstv konsorciuma mikroorganizmov dlja obrabotki mjasnogo syr'ja / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07 (101). S. 1702 – 1720. – IDA [article ID]: 1011407111. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf>, 1,188 u.p.l.
18. Korneeva, O. S. Primenenie kul'tur molochnokislyh mikroorganizmov dlja uskorennoj fermentacii mjasnogo syr'ja pri proizvodstve syropkopenyh produktov / O. S. Korneeva, N. M. Il'ina, D. A. Kisel'jov // Estestvennye i tehnicheckie nauki. – 2007. – № 1. – S. 162-164.
19. Potrjasov N. V. Izuchenie svojstv gotovoj produkcii funkcional'nogo napravlenija s ispol'zovaniem konsorciumov mikroorganizmov [Tekst] / N. V. Potrjasov, E. A. Red'kina, A. M. Patieva // Molodoj uchenyj. — 2014. — №7. — S. 174-177.
20. Aksenova K. N. Vlijanie uglevodov na tehnologicheskij process proizvodstva i kachestvennye pokazateli syropkopenyh kolbas [Tekst] / K. N. Aksenova, T. P. Manujlova, A. M. Patieva // Molodoj uchenyj. — 2014. — №7. — S. 98-100.
21. Aksenova K. N. Sozdanie i issledovanie svojstv konsorciuma mikroorganizmov dlja obrabotki mjasnogo syr'ja [Tekst] / K. N. Aksenova, T. P. Manujlova, A. M. Patieva // Molodoj uchenyj. — 2014. — №7. — S. 100-103.
22. Timoshenko N.V. Significance of electromagnetic treatment in production technology of cold smoked sausage / N.V. Timoshenko, A.A. Nesterenko, A.I. Reshetnyak // European Online Journal of Natural and Social Sciences 2013. – vo2, No.2, S 248-252.
23. Korneeva, O. S. Primenenie kul'tur molochnokislyh mikroorganizmov dlja uskorennoj fermentacii mjasnogo syr'ja pri proizvodstve syropkopenyh produktov / O. S. Korneeva, N. M. Il'ina, D. A. Kisel'jov // Vse o mjase. – 2007. – № 2. – S. 13-14.
24. Nesterenko A. A. Fiziko-himicheskie pokazateli syr'ja posle vnesenija startovyh kul'tur [Tekst] / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Molodoj uchenyj. – 2014. – №8. – S. 219-221.
25. Nesterenko, A. A. Jelektromagnitnaja obrabotka mjasnogo syr'ja v tehnologii proizvodstva syropkopenoj kolbasy // Nauka Kubani. 2013. № 1. S. 41-44.
26. Nesterenko, A. A. Vlijanie aktivirovannyh jelektromagnitnym polem nizkikh chastot startovyh kul'tur na mjasnoe syr'e / Nesterenko A. A., Gorina E. G. //

Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099).– S. 786-802. – IDA [article ID]: 0991405053. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/53.pdf>, 1,063 u.p.l.

27. Nesterenko A. A. Ustrojstvo dlja jelektromagnitnoj obrabotki mjasnogo syr'ja i startovyh kul'tur / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07 (101). S. 578 – 598. – IDA [article ID]: 1011407033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/33.pdf>, 1,312 u.p.l.

28. Kanarev, F.M. Nachalo fizhimii mikromira [Tekst] / F. M. Kanarev. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 500 s.

29. Nesterenko A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 4 (7-8). – pp. 77-80

30. Nesterenko A. A. Biomodifikacija mjasnogo syr'ja s cel'ju poluchenija funkcional'nyh produktov / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07 (101). S. 1721 – 1740. – IDA [article ID]: 1011407112. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/112.pdf>, 1,25 u.p.l.

31. Nesterenko A. A. Funkcional'no-tehnologicheskie pokazateli syr'ja posle vnesenija startovyh kul'tur [Tekst] / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Molodoj uchenyj. – 2014. – №8. – S. 223-226.

32. Kenijz N. V. Optimizacija receptur kolbasnyh izdelij v uslovijah real'nogo vremeni / N. V. Kenijz, A. A. Nesterenko, D. S. Shhalahov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №08(102). S. 1113 – 1126. – IDA [article ID]: 1021408071. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/71.pdf>, 0,875 u.p.l.

33. Kenijz N. V. Vlijanie krioprotektorov na aktivnost' drozhzhevnyh kletok pri zamorazhivanii hlebobulochnykh polufabrikatov / N. V. Kenijz, A. A. Parhomenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1172 – 1179. – IDA [article ID]: 1011407076. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/76.pdf>, 0,5 u.p.l.

34. Nesterenko, A. A. Biologicheskaja cennost' i bezopasnost' syropochennyh kolbas s predvaritel'noj obrabotkoj jelektromagnitnym polem nizkih chastot startovyh kul'tur i mjasnogo syr'ja / Nesterenko A. A., Akopjan K. V. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). – S. 772 – 785. – IDA [article ID]: 0991405052. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/52.pdf>, 0,875 u.p.l.