

УДК 637.5.037

UDC 637.5.037

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НИЗКИХ ЧАСТОТ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР И МЯСНОГО СЫРЬЯ**

**BIOLOGICAL VALUE AND SAFETY OF SMOKED SAUSAGES WITH PRELIMINARY PROCESSING WITH THE ELECTROMAGNETIC FIELD OF LOW FREQUENCIES OF STARTING CULTURES AND MEAT RAW MATERIALS**

Нестеренко Антон Алексеевич

Nesterenko Anton Alexeevich

Акопян Кристина Валерьевна  
студентка факультета перерабатывающих технологий

Akopyan Kristina Valeryevna  
student of the Faculty of processing technologies  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

В работе представлены результаты исследований биологической безопасности сырокопченых колбас с применением электромагнитной обработки мясного сырья и стартовых культур

The article presents the results of the studies of the biological safety of raw sausages using electromagnetic processing of raw meat and starter cultures

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, МОДЕЛЬНЫЙ ФАРШ, СЫРОКОПЧЕННЫЕ КОЛБАСЫ

Keywords: ELECTROMAGNETIC INFLUENCE, STARTING CULTURES, MODELING FORCEMEAT, SMOKED SAUSAGES

С развитием рыночных отношений все большее внимание уделяется увеличению объемов производства высококачественной деликатесной мясной продукции. Так, объемы производства сырокопченых колбас выросли с 1,8% (1990 г) до 5% (2005 г) и по прогнозам должны достигнуть в 2013 г 7,5% (около 225 тыс. тонн) от всего объема производства колбасных изделий [1, 2].

Традиционно технология сырокопченых колбас предусматривала использование для их изготовления охлажденного мясного сырья высокого качества. В связи с сокращением поголовья скота и дефицитом, главным образом, охлажденной говядины с 90-х г.г. прошлого века многие мясоперерабатывающие предприятия, выпускающие сырокопченые колбасы, перешли на использование размороженного мясного сырья, в том числе имеющего значительные отклонения в качестве. В свою очередь это привело к нестабильности качества выпускаемой продукции и

производственным потерям, связанным с появлением технологического брака [3].

Одним из путей решения проблемы сокращения брака, стабилизации качества сырокопченых колбас и увеличения производства, является применение прогрессивных технологий. Одной из таких технологий является внедрения электромагнитной обработки низкими частотами (ЭМП НЧ) мясного сырья и стартовых культур [4-6].

Целью данной работы является изучение биологической ценности и результатов гистологических исследований сырокопченых колбас приготовленных по традиционной технологии и с применением электромагнитной обработки стартовых культур и мясного сырья.

Наряду с такими качественными показателями как химический состав, микробиологические, физико-химические, биохимические и органолептические показатели, огромное значение имеет биологическая ценность белков [7-9].

Определение перевариваемости белков протеолитическими ферментами позволяет в большей степени спрогнозировать степень утилизации белков организмом человека [10].

Результаты исследования по перевариваемости *in vitro* образцов сырокопченых колбас, изготовленных по трем рецептурам: с добавлением ГДЛ и стартовых культур (контроль) и стартовых культур и мясного сырья, обработанных ЭМП НЧ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка перевариваемости сырокопченых колбас

Образцы колбас	Перевариваемость <i>in vitro</i> мг тирозина/г белка		
	Пепсин	Трипсин	Сумма
Контроль	10,02±0,49	10,95±0,50	20,97±0,85
Опыт	13,08±0,60	11,84±0,55	24,92±0,76

Скорость перевариваемости и степень гидролиза белков опытных колбас, превосходит контрольные образцы на 18,8 %, что свидетельствует

о более эффективном гидролизе белков ферментами стартовых культур. В свою очередь, это будет способствовать повышению лабильности белков сырокопченых колбас к действию протеаз пищеварительного тракта.

При оценке показателей биологической ценности пищевых продуктов наиболее объективные результаты получаются при использовании высокоорганизованных животных, таких как крысы.

Исходя из этого, нами было принято решение о проведении исследований по оценке биологической ценности сырокопченой колбасы на беспородных белых лабораторных крысах-аналогах. 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. Рацион представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Рационы для растущих крыс

Наименование	Контроль	Опыт
Пшеница твердая	23,4	33,4
Кукуруза желтая	35	1,5
Колбаса	-	50
Жмых соевый	8	-
Рыбная мука	12	-
Молоко сухое	6	-
Масло растительное	12	-
Трикальцийфосфат	2	2
Лизинмонохлоргидрат	0,5	0,5
Метионин	0,1	0,1
Премикс	1,0	1
ВСЕГО	100	100
В 1 кг корма содержится:		
Обменной энергии, МДж	13,0	13,0
Сырого протеина, %	19,6	19,5
Сырого жира, %	15,8	15,9
Сырая клетчатка, %	1,9	1,8
Кальций, %	1,1	1,0
Фосфор, %	0,77	0,7
Лизин, %	1,5	1,44
Метионин+цистин	0,7	0,7

Ростовые показатели крыс определялись два раза в неделю. Результаты ростовых показателей крыс представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Ростовые показатели крыс

Группы	Живая масса при постановке, г	Живая масса в конце опыта, г	Прирост живой массы за 28 дней, г	Среднесуточный прирост за 28 дней	
				г	%
Контроль	47,5 ± 2,4	146,2 ± 7,46	103,7 ± 5,09	3,63 ± 0,18	100
Опыт	48,4 ± 2,42	159,5 ± 8,0	111,1 ± 5,60	3,97 ± 0,20	107,5

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что добавление в рацион крыс сырокопченой колбасы оказало положительное влияние на рост и развитие животных. Среднесуточный прирост массы тела за 28 дней у опытной группы составил 3,97 г или 107,5 % в сравнении с контролем.

Динамика роста массы тела крыс в течение опыта представлена на рисунке 1.

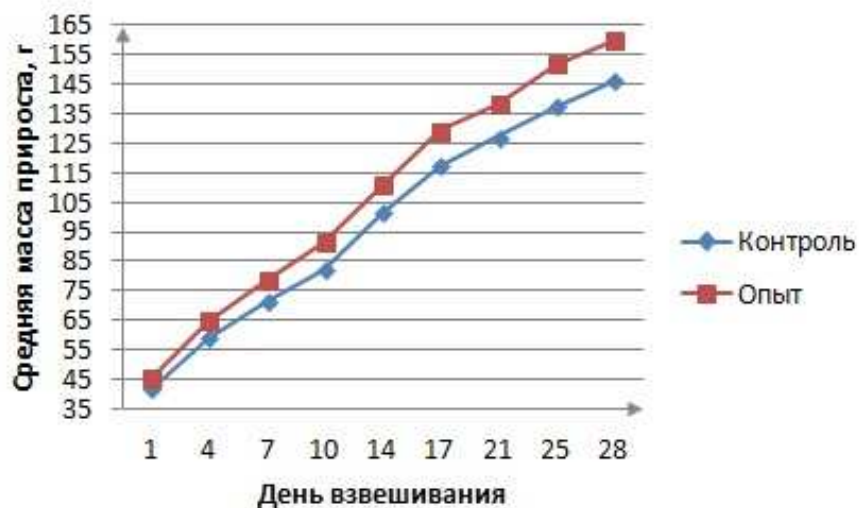


Рисунок 1 – Динамика роста массы тела крыс, участвующих в эксперименте

Прямолинейный характер графика прироста массы опытной группы крыс, получавших в прикорм сырокопченую колбасу, указывает на равномерный прирост массы животных в течение всего периода опыта.

На первый день проведения опыта средняя масса опытной группы превышала контрольную на 3,7 г. Через 28 дней вскармливания средняя масса опытной группы превышала контрольную на 13,6 г. С учетом первоначальной разницы, средняя масса прироста опытной партии составила 9,9 г.

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).

Интегральный показатель хронической интоксикации (ИПХИ) рассчитывали путем деления массы органа животного на массу его тела. Данные ИПХИ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Интегральный показатель хронической интоксикации организма крыс

Показатели	Контроль	Опыт
ИПХИ печени	5,46±0,05	5,28±0,3
ИПХИ сердца	0,36±0,03	0,36±0,01
ИПХИ почек	0,91±0,14	0,94±0,03
ИПХИ селезенки	0,55±0,4	0,49±0,1

Результаты исследования морфологических и биохимических показателей крови крыс приводятся в таблице 5.

Таблица 5 – Морфологические и биохимические показатели крови крыс

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
	М±m	М±m
Лейкоциты, тыс. /л	8,8±0,49	8,3±0,32
Лейкограмма, % Эозинофилы	2,2±0,09	1,8±0,08
П/я нейтрофилы, %	0,6±0,01	0,8±0,02
С/я нейтрофилы, %	25,2±1,5	16,2±1,2*
Лимфоциты, %	71,2±3,8	80,4±4,1
Моноциты, %	0,8±0,03	0,8±0,04
Эритроциты, мил/л	4,9±0,12	5,1±0,13
Гемоглобин, г/л	135,0±8,6	136,9±5,7
Гематокрит, %	31,0±1,3	33,2±1,5
Тромбоциты, тыс./л	567,2±23,5	747,8±39,8
Тромбокрит, %	0,375±0,0075	0,495±0,0089
Ц. П., Ед.	0,71±0,031	0,71±0,025
Белок, г/л	72,1±4,3	74,5±5,0
Альбумины, %	27,5±1,1	25,6±1,3
Глобулины, %	–	–
А	40,7±2,3	40,2±1,9
В	17,4±0,8	16,6±0,9
Г	14,3±0,5	17,6±0,5
Холестерин, ммоль/л	2,2±0,13	2,1±0,11
AST, Ед	331,6±15,1	257,6±12,9
ALT, Ед	87,0±3,8	76,6±2,9
Кальций, ммоль/л	3,2±0,13	3,1±0,12
Фосфор, ммоль/л	3,6±0,11	3,7±0,1
Триглицериды, ммоль/л	1,0±0,03	1,7±0,04
Щелочная фосфатаза, ед	1290,4±53,3	1352,6±45,2
Железо, мкмоль/л	68,3±3,7	50,7±2,9

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$  по сравнению с контролем; нормы морфологических и биохимических показателей крови крыс приведены в приложении.

Одной из важнейших систем организма человека и животных является кровь. Основная роль крови – это обеспечение всего организма питательными веществами и выведение ненужных веществ. Анализируя биохимический состав крови, можно делать выводы о возможных заболеваниях животного или человека. Существует прямая связь между компонентами пищи и обменными процессами крови [11].

Замена части рациона на сырокопченую колбасу не оказала значительного влияния на количество лейкоцитов, что говорит об отсутствии воспалительных процессов в организме животного. Данные показатели находились в пределах одинаковых величин и не отклонялись от нормативных видовых данных.

Повышенный показатель эозинофилов может говорить о проявлении аллергической реакции на компоненты пищи. В контрольной группе средний показатель эозинофилов вышел за пределы нормы. Снижение данного показателя в опытной группе свидетельствует о снижении аллергической нагрузки на животных [12].

Понижение показателя сегментоядерных нейтрофилов у опытной группы может свидетельствовать о воспалительном процессе в организме животного. В связи с тем, что количество лейкоцитов находится в норме и вскармливание производилось колбасой, содержащей большое количество соли и нитрита натрия, что могло сказаться на результате.

Среднее значение цветного показателя крови крыс, характеризующее относительное содержание гемоглобина в одном эритроците, в обеих группах находилось в одном пределе и без отклонений от нормы.

Повышение содержания общего белка в крови крыс опытной группы говорит о хорошей усвояемости белков кормового рациона [1, 7, 9]. Мы предполагаем, что снижение активности ферментов связано не с возможными заболеваниями и отклонениями в работе организма. Это можно объяснить тем, что под воздействием стартовых культур

происходит частичный гидролиз белков, что способствует более быстрому и эффективному усвоению в организме крыс.

Повышение содержания триглицеридов в опытной группе свидетельствует о большом содержании жира в рационе животных [8]. При этом уровень холестерина у опытных крыс не увеличивается и соответствует значениям контрольных аналогов, из чего можно сделать вывод об отсутствии функциональной нагрузки на печень опытных животных и метаболических сдвигах в сторону патологии.

Заниженный показатель Fe на 17,6 мкмоль/л у опытной группы говорит о более полном усвоении Fe организмом крыс. Данный показатель у опытной группы находится в пределах нормы без отклонений.

Учеными установлено, что в основе большинства патологических состояний лежат различные нарушения химических превращений, которые протекают в организме. Современный биохимический анализ позволяет выявить изменения активности ферментов крови при различных заболеваниях. Установлено, что у клинически здоровых животных активность некоторых ферментов крови относительно невелика, особенно по отношению их активности в тканях.

Аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ), как правило, обнаруживаются во всех органах и тканях у животных. Максимальная их активность наблюдается в скелетной мускулатуре, миокарде и, как правило, печени.

Аминотрансферазы – это внутриклеточные ферменты, которые, как правило, в сыворотке крови находятся в небольшом количестве. Усиленная активность аминотрансферазы проявляется в тканях с интенсивным синтезом белка.

Одной из функций АлАТ является процесс переаминирования, то есть обратимого переноса аминогрупп аминокислот.



Повышение активности АсАТ проявляется при острых и хронических заболеваниях печени. При заболевании печени также возрастает активность АЛТ.

Как видно из данных таблицы 5, показатели активность АсАТ и АлАТ в опытной и контрольной группах понизилась на 74 Ед и 10,4 Ед соответственно по отношению к контрольной группе. Понижение активности данных ферментов может свидетельствовать об отсутствии токсической нагрузки на гепатоциты печени.

Щелочная фосфатаза содержится, как правило, во всех органах и тканях животных, наибольшее ее количество наблюдается в костной ткани, печени, почках, слизистой оболочке кишечника.

Нами было отмечена высокая активность фермента в обеих группах, но наиболее существенное повышение проявилось у крыс опытной группы. Так, активность щелочной фосфатазы в группе, где скармливали сырокопченую колбасу, составила 1352,6 Ед, а в контроле-1290,4 Ед.

Мы предполагаем, что активность щелочной фосфатазы физиологична и связана с интенсивным ростом костной ткани молодых животных. Как правило, у животных, не достигших половой зрелости, данный показатель завышен. Это подтверждается некоторым повышением показателей Са и Р, которые так же обусловлены прежде всего возрастом животного.

Введение в рацион питания подопытных крыс сырокопченной колбасы положительно сказывается на состоянии животных, что подтверждают суммарные результаты биохимического анализа крови.

Гистологическая структура сырокопченных колбас.

В мясном фарше после выдержки сырокопченной колбасы развиваются все морфологические признаки, характерные для развития процессов созревания данного продукта. Поперечная исчерченность и ядра клеток не выявляются, содержимое клеток гомогенно. Во многих

местах в мышечных волокнах наблюдаются существенная деструкция, захватывающие, как фибриллярный белковый комплекс, так и сарколемму. Значительная часть мышечных волокон фрагментирована. Вследствие частичной потери влаги на поперечных срезах форма мышечных волокон так же, как и в исходном мясном сырье, приобретает более выраженный полигональный характер (рис. 2).

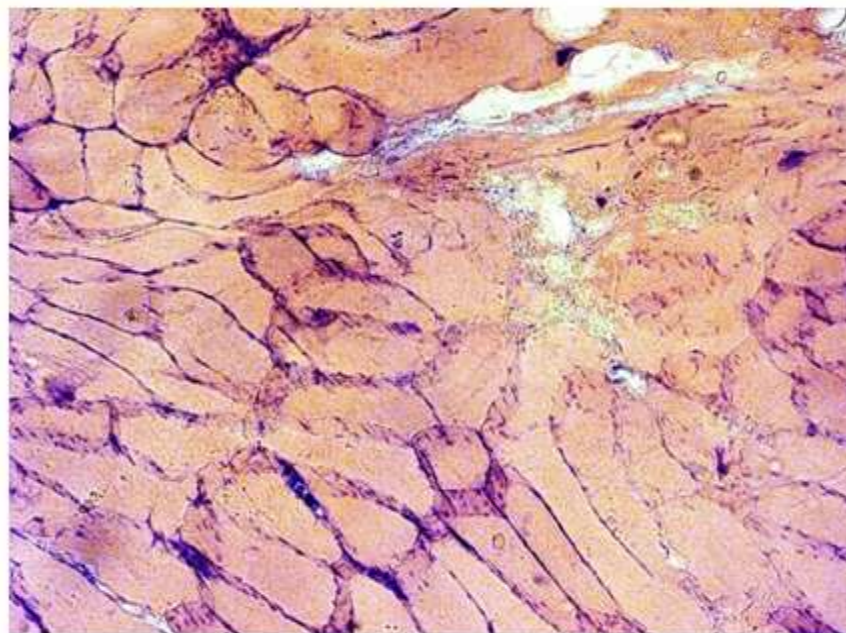


Рисунок 2 – Микроструктура мышечной ткани в сырокопченой колбасе.

Окр. гематоксилин-эозин. УВ.  $\times 200$ .

Из клеточного вещества (преимущественно саркоплазматического материала) формируется мелкозернистая белковая масса, располагающаяся между мышечными волокнами и элементами соединительной ткани, занимая значительную часть материала колбасы. Количество мелкозернистой белковой массы соответствует данному типу мясного продукта (рис. 3). Между мышечными волокнами встречается большое количество микропор.

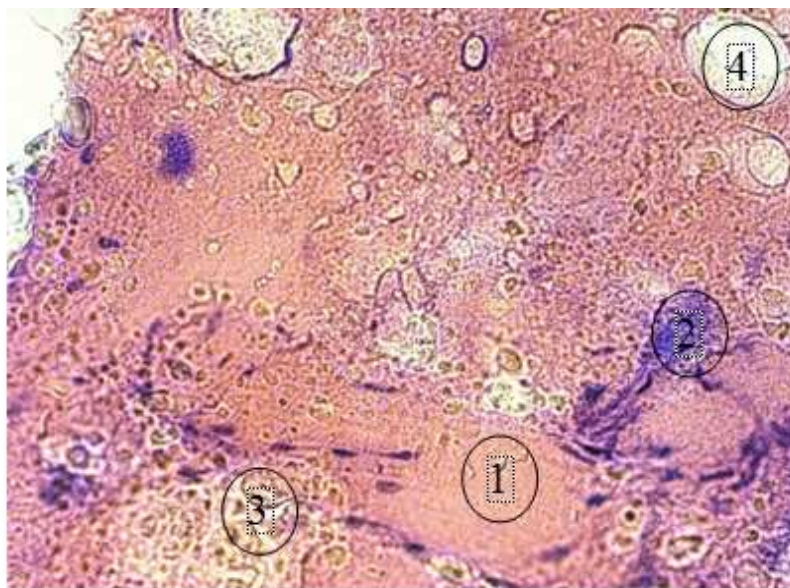


Рисунок 3 – Фрагменты мышечных волокон в сырокопченой колбасе.

Окр. гематоксилин-эозин. УВ.  $\times 200$ .

1 – фрагменты мышечных волокон; 2 – микроорганизмы; 3 – микропоры;  
4 – жировые включения.

Волокнистые элементы соединительнотканного каркаса мышц набухшие. Ядра клеток соединительнотканых прослоек не выявляются. Для клеток жировой ткани (липоцитов) характерны морфологические изменения, приведенные для фарша после осадки. При этом мембранные и цитоплазматические элемента липоцитов не обнаруживаются.

Отдельные колонии бактериальной закваски, располагающиеся как между частицами фарша, так и покрывают внутреннюю поверхность фаршевых пор, выявляются в большем количестве. В максимальном количестве колонии бактериальной флоры располагаются в непосредственной близости от поверхности батона колбасы, а также в местах формирования мелкозернистой белковой массы.

Сами колонии в фарше могут быть как единичными, так и образовывать достаточно большие группы. В составе колоний выявляются отдельные кокковые микроорганизмы.

Мы предполагаем, что появление большого количества микропор происходит в результате действия ЭМП НЧ, которое разрушает клеточную структуру мышечного волокна. Микропоры способствуют диффузии воды из центра батона к периферии, что может обуславливать скорость сушки колбас.

**Выводы:**

Установлено, что скорость перевариваемости и степень гидролиза белков опытных колбас, превосходит контрольные образцы, что свидетельствует о более эффективном гидролизе белков ферментами стартовых культур. В свою очередь, это способствует повышению лабильности белков сырокопченых колбас к действию протеаз пищеварительного тракта.

Результаты исследования морфологических и биохимических показателей крови крыс свидетельствуют об отсутствии нагрузки на организм исследуемых животных.

Микроструктурные исследования готовой продукции свидетельствуют о появлении большого количества микропор в результате электромагнитной обработки мясного сырья, что в свою очередь будет ускорять процесс сушки сырокопченых колбас.

### **Список литературы:**

1. Тимошенко, Н.В. Разработка технологии лечебно-профилактических колбасных изделий для детей школьного возраста / Н.В. Тимошенко, А.М. Патиева, С.В. Патиева, С.Н. Придачая // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. – Т. 1. № 35. – С. 377-384.

2. 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.

3. Нестеренко, А.А. Технология ферментированных колбас с использованием электромагнитного воздействия на мясное сырье и стартовые культуры / А.А. Нестеренко // Научный журнал «Новые технологии», Майкоп: МГТУ, 2013. – №1. – С. 36-39.

4. Нестеренко, А.А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы / А.А. Нестеренко // Научный журнал «Наука Кубани», Краснодар: Министерства образования и науки Краснодарского края, 2013. – № 1. – С. 41-44.
5. Нестеренко, А. А. Использование электромагнитной обработки в технологии производства сырокопченых колбас / А. А. Нестеренко, А. В. Пономаренко // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. –2013.–№ 6 (25). – С. 74-83.
6. Нестеренко, А. А. Изучение действия электромагнитного поля низких частот на мясное сырье [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. — 2014. — №4. – С. 224-227.
7. Устинова, А.В. Нутриентная адекватность и безопасность свинины, обогащенной микроэлементами / А.В. Устинова, Е.А. Москаленко С.В. Патиева // Пищевая промышленность. 2013. – № 10. – С. 76-77.
8. Патиева, А.М., Жирнокислотный состав шпика свиной датской породы / А.М. Патиева, С.В. Патиева, В.А. Величко // Вестник НГИЭИ. 2012. – № 8. – С. 69-82.
9. Устинова, А.В. Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых / А.В. Устинова, Н.Е. Солдатова, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясная индустрия. 2010. – № 12. – С. 37-39.
10. Зайцева, Ю. А. Новый подход к производству ветчины [Текст] / Ю. А. Зайцева, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2014. — №4. – С. 167-170.
11. Нестеренко, А. А. Влияние электромагнитного поля на развитие стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас [Текст] / А. А. Нестеренко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2013. – № 2 – С. 75-80.
12. Нестеренко, А.А. Посол мяса и мясопродуктов / А.А. Нестеренко, А.С. Каяцкая // Вестник НГИЭИ. 2012. – №8. – С. 46-54.

#### References:

1. Timoshenko, N.V. Razrabotka tehnologii lechebno-profilakticheskikh kolbasnyh izdelij dlja detej shkol'nogo vozrasta / N.V. Timoshenko, A.M. Patieva, S.V. Patieva, S.N. Pridachaja // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. – Т. 1. № 35. – S. 377-384.
2. Patieva, A.M. Obosnovanie ispol'zovaniya mjasnogo syr'ja svinej datskoj selekcii dlja povysheniya pishhevoj i biologicheskoy cennosti mjasnyh izdelij / A.M. Patieva, S.V. Patieva, V.A. Velichko, A.A. Nesterenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Krasnodar: KubGAU, 2012. – Т. 1. – № 35 – S. 392-405.
3. Nesterenko, A.A. Tehnologija fermentirovannyh kolbas s ispol'zovaniem jelektromagnitnogo vozdejstvija na mjasnoe syr'e i startovye kul'tury / A.A. Nesterenko // Nauchnyj zhurnal «Novye tehnologii», Majkop: MGTU, 2013. – №1. – S. 36-39.
4. Nesterenko, A.A. Jelektromagnitnaja obrabotka mjasnogo syr'ja v tehnologii proizvodstva syrokopchenoj kolbasy / A.A. Nesterenko // Nauchnyj zhurnal «Nauka Kubani», Krasnodar: Ministerstva obrazovaniya i nauki Krasnodarskogo kraja, 2013. – № 1. – S. 41-44.
5. Nesterenko, A. А. Ispol'zovanie jelektromagnitnoj obrabotki v tehnologii proizvodstva syrokopchenyh kolbas / А. А. Nesterenko, А. V. Ponomarenko // Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-jekonomicheskogo instituta. –2013.–№ 6 (25). – S. 74-83.

6. Nesterenko, A. A. Izuchenie dejstvija jelektromagnitnogo polja nizkih chastot na mjasnoe syr'e [Tekst] / A. A. Nesterenko, K. V. Akopjan // Molodoj uchenyj. — 2014. — №4. — S. 224-227.

7. Ustinova, A.V. Nutrientnaja adekvatnost' i bezopasnost' svininy, obogashhennoj mikroelementami / A.V. Ustinova, E.A. Moskalenko S.V. Patieva // Pishhevaja promyshlennost'. 2013. — № 10. — S. 76-77.

8. Patieva, A.M., Zhirnokislotnyj sostav shpika svinej datskoj porody / A.M. Patieva, S.V. Patieva, V.A. Velichko // Vestnik NGIJeI. 2012. — № 8. — S. 69-82.

9. Ustinova, A.V. Kolbasnye izdelija dlja profilaktiki zhelezodeficitnyh sostojanij u detej i vzroslyh / A.V. Ustinova, N.E. Soldatova, N.V. Timoshenko, S.V. Patieva // Mjasnaja industrija. 2010. — № 12. — S. 37-39.

10. Zajceva, Ju. A. Novyj podhod k proizvodstvu vetchiny [Tekst] / Ju. A. Zajceva, A. A. Nesterenko // Molodoj uchenyj. — 2014. — №4. — S. 167-170.

11. Nesterenko, A. A. Vlijanie jelektromagnitnogo polja na razvitie startovyh kul'tur v tehnologii proizvodstva syropkopenyh kolbas [Tekst] / A. A. Nesterenko // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — Michurinsk, 2013. — № 2 — S. 75-80.

12. Nesterenko, A.A. Posol mjaso i mjasoproduktov / A.A. Nesterenko, A.S. Kajackaja // Vestnik NGIJeI. 2012. — №8. — S. 46-54.