

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 637.524.5:637.344

**Барсуковская Татьяна Анатольевна, Шипулин Валентин Иванович,
Лупандина Наталья Дмитриевна, Савва Анна Валерьевна**

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС
С АДАПТИРОВАННЫМ ПИЩЕВЫМ МОДУЛЕМ**

Изучена возможность использования адаптированного пищевого модуля в производстве сырокопченых колбас. Установлено положительное влияние деминерализованной сыворотки на процесс размножения новых видов штаммов. Отмечено активное снижение водородного показателя, нарастание молочнокислых микроорганизмов и снижение потерь массы в модельных системах типа сырокопченых колбас с новыми видами штаммов в процессе ферментации. Выявлено, что нитрит натрия, используемый для формирования и стабилизации цветовых характеристик значительно снижается, при этом ухудшения устойчивости готового продукта к окислительным процессам в ходе хранения не отмечено.

Ключевые слова: сырокопченые колбасы, стартовые культуры, деминерализованная сыворотка, интенсификация технологий, пищевые модули.

**Tatiana Barsukovskaya, Valentin Shipulin,
Natalia Lupandina, Anna Savva**
**THE INTENSIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF SMOKED
SAUSAGES WITH ADAPTED FOOD MODULE**

Studied the possibility of use of adapted food module in the production of smoked sausages. The positive impact of demineralised whey in the process of breeding new strains. Active marked decrease in pH, increase in lactic acid microorganisms and the reduced mass loss in model systems of raw sausages with new types of strains during the fermentation process. It is revealed that sodium nitrite, used for the formation and stabilization of the color characteristics is greatly reduced, thus deteriorating the stability of the finished product to oxidative processes during storage is not observed.

Key words: smoked sausage, starter culture, demineralized whey, intensification technologies, food modules.

Основным продуктом переработки различных видов мясного сырья являются колбасные изделия, в частности сырокопченые колбасы. Выпуск качественных сырокопченых продуктов, обладающих высокой пищевой, биологической и энергетической ценностью, а также длительными сроками хранения, обусловлен использованием биотехнологических подходов. Использование биологически активных препаратов на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов является одним из путей интенсификации производства мясных продуктов. Успех этого подхода зависит в первую очередь от штаммов микроорганизмов, продуцирующих ферменты, белки, незаменимые аминокислоты и витамины, а также обладающих способностью уменьшить сроки изготовления изделий, улучшающих их вкусо-ароматические и другие показатели качества, обеспечивающих безопасность продукции для потребителя.

Наибольший положительный результат и качество готового продукта достигается благодаря синергетическому действию стартовых культур и правильно подобранных углеводов, являющихся питательной средой для процесса ферментации. Таким образом, актуальным направлением является применение различного рода пищевых многофункциональных модулей, адаптированных к техноло-

гическому процессу оказывающих влияние на технологические свойства фаршевых систем и готового продукта. Кроме того, для решения вопроса импортозамещения наряду с инновациями, формированием инфраструктуры продовольственного рынка, модернизацией материально-технической базы, развитием малого бизнеса необходимо разрабатывать и совершенствовать эффективные технологии производства мясопродуктов.

Проводимые ранее исследования [1, 2, 3] по изучению влияния углеводных препаратов и стартовых культур отечественного и зарубежного производства, позволили установить положительное влияние новых видов штаммовых культур *Enterococcus hirae* и *Lactobacillus gallinarum*, а также деминерализованной сыворотки на основе лактозы на процессы ферментации модельных систем типа сырокопченых колбас и определить соотношение введения данных препаратов в мясные системы.

Анализ публикаций и результаты собственных исследований на стадии поискового эксперимента позволили сделать вывод о перспективности разработок, связанных с изучением возможности использования адаптированного пищевого модуля на основе препаратов отечественного производства в технологии сырокопченых колбас. В связи с этим были проведены исследования функционально-технологических характеристик фаршей и готового продукта при производстве сырокопченых колбас.

Варьируемые рецептурные композиции изучаемых образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рецептурные композиции контрольного и опытных образцов модельных систем типа сырокопченых колбас

Образцы	Рецептурный состав, в %		
	Сахар	Деминерализованная сыворотка	<i>Enterococcus hirae</i> : <i>Lactobacillus gallinarum</i> (соотношение 50 : 50 соответственно)
Контроль	0,2	-	-
Опыт № 1	-	0,260	0,025
Опыт № 2	-	0,260	0,05
Опыт № 3	-	0,260	0,075
Опыт № 4	-	0,260	0,1
Опыт № 5	-	0,260	0,5
Опыт № 6	-	0,260	1,0

Полученные результаты исследований физико-химических свойств свидетельствуют о том, что введение в фаршевые системы деминерализованной сыворотки и штаммов микроорганизмов приводит к изменению величины рН (рис. 1) и содержанию влаги (рис. 2) этих систем, во всех опытных образцах по сравнению с контролем. В опытных образцах № 1–4 потери массы коррелируют с динамикой изменения величины рН. Наиболее выраженное снижение величины рН и массовой доли влаги наблюдалось в образце № 2 («Деминерализованная сыворотка» + «*Enterococcus hirae*» + «*Lactobacillus gallinarum*» с уровнем введения 0,05 %, далее – адаптированный пищевой модуль АПМ), это обусловлено активностью штаммов микроорганизмов, способных продуцировать молочную кислоту, что в свою очередь приводит к снижению рН и удалению влаги из продукта, сопровождающемуся уплотнением структуры образцов. В процессе обработки опытных образцов № 5 и № 6 с уровнем введения штаммов микроорганизмов 0,5 и 1,0 % соответственно, визуально было отмечено закисание и брожение, в этой связи дальнейшее исследования данных образцов не проводилось.

С целью изучения воздействия деминерализованной сыворотки и штаммовых культур на способность готового продукта противостоять развитию микробиальной порчи, были проведены исследования по определению активности воды (*aw*) (табл. 2). Динамика изменений показателя *aw*, свидетельствует о его снижении по мере увеличения сроков производственного процесса. При этом

абсолютные значения a_w , полученные для образца № 2 были значительно ниже в сравнении с контрольным, что согласуется с показателем массовой доли влаги (рис. 2). Данная динамика наблюдалась на протяжении всего срока созревания модельных систем типа сырокопченых колбас.

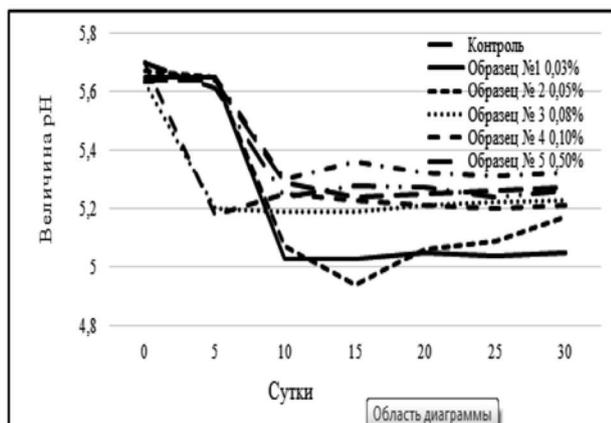


Рис. 1. Изменение величины pH модельных фаршевых систем типа сырокопченых колбас

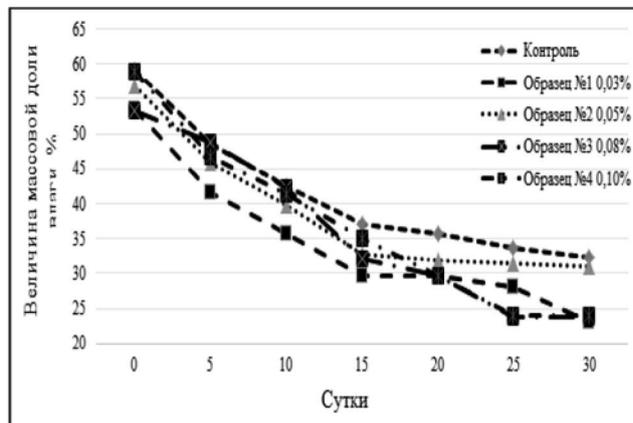


Рис. 2. Изменение массовой доли влаги модельных систем типа сырокопченых колбас в процессе производства

Таблица 2

Влияние деминерализованной сыворотки и штаммов микроорганизмов на показатель активности воды a_w

Время, сутки	Показатели активности воды, a_w				
	Контроль	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4
0	0,9617	0,9441	0,9434	0,9417	0,9423
5	0,9428	0,9384	0,9316	0,9323	0,9246
10	0,9312	0,9227	0,9279	0,9281	0,9262
15	0,9168	0,9119	0,9033	0,9236	0,9249
20	0,9137	0,9036	0,8926	0,9159	0,9218
25	0,9105	0,8934	0,8642	0,8861	0,8916
30	0,9084	0,8832	0,8457	0,8681	0,8743

Проводимые исследования по изучению микробиологических показателей позволили отметить отсутствие патогенных микроорганизмов и роста плесени в исследуемых опытных образцах на протяжении всего процесса изготовления, что по-нашему мнению связано со способностью штаммов продуцировать молочнокислые микроорганизмы, подавляющие нежелательную микрофлору. Соответственно изучение динамики развития молочнокислых микроорганизмов (рис. 3) в модельных фаршевых системах типа сырокопченых колбас позволило отметить их более активный рост в опытных образцах по сравнению с контрольными.

Так, например, в образце № 2 с АПМ уже на 5 сутки технологического процесса отмечено значительное увеличение данных микроорганизмов. Такая тенденция наблюдалась на протяжении всего процесса ферментации, максимальный рост был отмечен на 15 сутки ($15,6 \times 10^5$). Таким образом, введение в модельные фаршевые системы типа сырокопченых колбас адаптированного пищевого модуля, способствует развитию молочнокислых микроорганизмов и созданию необходимых условий для подавления санитарно-показательной микрофлоры.

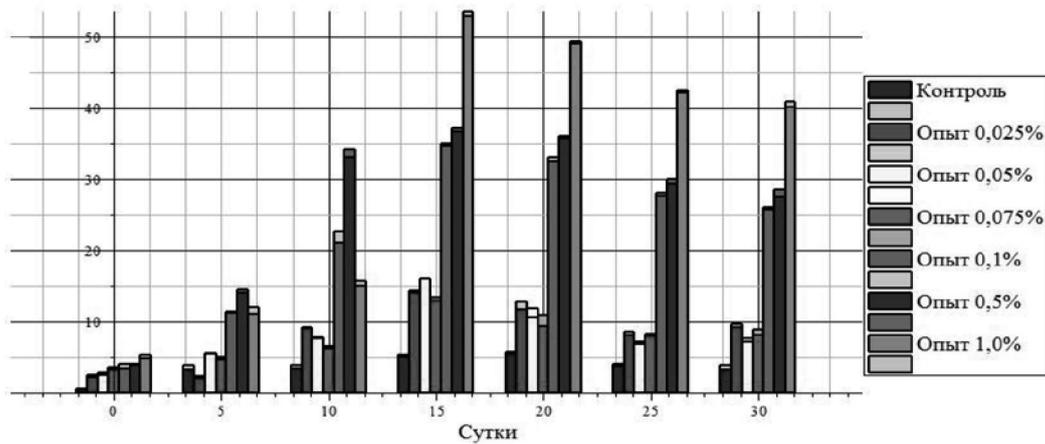


Рис. 3. Динамика развития молочнокислых микроорганизмов в модельных фаршевых системах типа сырокопченых колбас

Одним из важных показателей характеризующих качество готового продукта является цвет. Инструментальная оценка цвета исследуемых образцов, представленная в виде спектральных кривых (рис. 4) свидетельствует об образовании более интенсивного, насыщенного цвета в образцах с АПМ. Наименее интенсивный цвет отмечен для контрольного образца с использованием сахара. Все исследуемые спектры отражения опытных образцов, не зависимо от вариации штаммов расположены ниже спектральной кривой контроля.

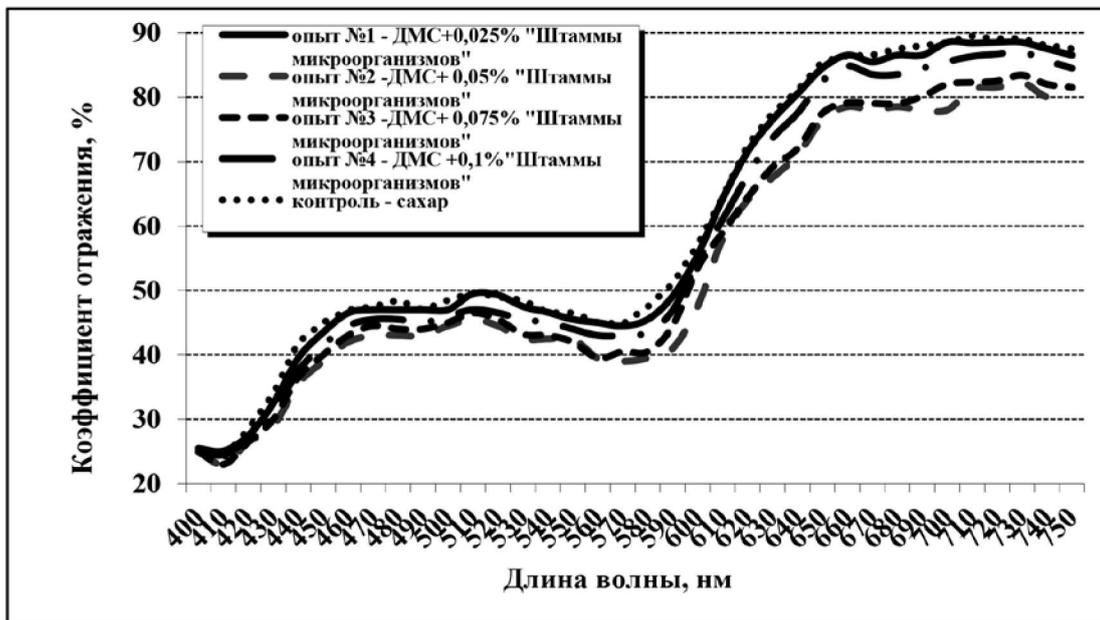


Рис. 4. Спектры отражения контрольного и опытных образцов модельных систем типа сырокопченых колбас

Полученные данные спектральных кривых и визуальной оценки согласуются с изменениями и степенью выраженности отдельных составляющих цвета мясных образцов при использовании адаптированного пищевого модуля. Полученные координаты цвета и цветности, свидетельствуют о различиях цветовых характеристик в контрольном и опытных образцах (табл. 3).

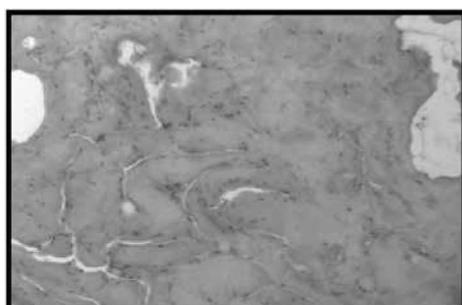
Таблица 3

Изменение индексов цвета модельных фаршевых систем типа сырокопченых колбас

Наименование образцов	Индексы цвета		
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Контроль	30,12	14,78	7,33
Образец № 1	31,09	14,97	7,28
Образец № 2	32,79	15,12	5,13
Образец № 3	34,03	15,16	5,66
Образец № 4	34,26	15,24	5,88

Процессы обезвоживания, формирование специфических органолептических показателей и структурно-механических свойств зависят от микроструктурных изменений мясного сырья. Фарш сырокопченых колбас представляет собой сложную систему, состоящую из мышечных волокон, фрагментов миофибрилл, солерастворимых белков, жировых клеток, жировых капель, солей и других компонентов. Проведенные гистологические исследования (рис. 5) по изучению влияния адаптированного пищевого модуля на состояние морфологических структур мясного сырья, позволили сделать вывод о том, что наиболее сильные деструктивные изменения с последующим формированием структуры, характерной для сырокопченых колбас, произошли в опытных образцах. Кроме того, в образце № 2 было отмечено, что молочнокислые микроорганизмы вносят определенные изменения в микроструктуру модельных фаршевых систем. Микроорганизмы, представленные палочковидными и кокковыми формами, были обнаружены в прослойках рыхлой соединительной ткани эндомизия и перемизия, под сарколеммой волокон, а также на участках нарушения их целостности – в микротрещинах и пространствах.

КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ

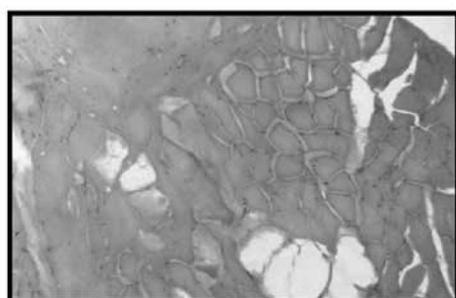


а) – мышечная ткань

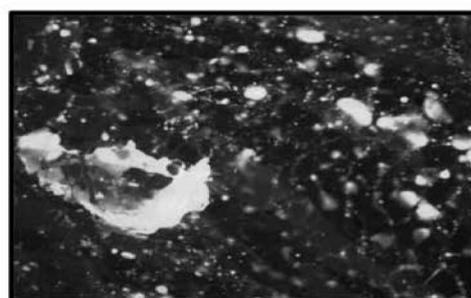


б) – жировая ткань

ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ №2



а) – мышечная ткань



б) – жировая ткань

Рис. 5. Микроструктурные изменения в контрольном и опытном образцах

Отмеченные изменения в структуре сарколеммы способствовали более интенсивному распространению микрофлоры под сарколемму мышечных волокон, а также равномерному и более глубокому воздействию микроорганизмов на структуру миофибрилл. В области нахождения жировой ткани видна структура жировых клеток.

Качество мясных изделий в значительной степени определяется их вкусом и ароматом. С целью изучения влияния АПМ на процессы формирования цвета, запаха, консистенции, вкуса проводили органолептическую оценку контрольного и опытных образцов. Результаты исследований приведены на рис. 6.

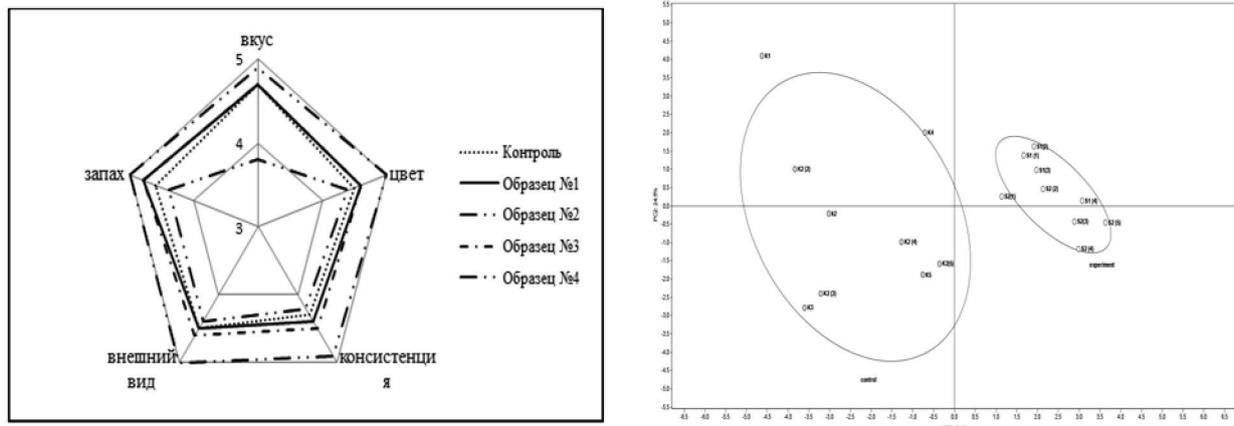


Рис. 6. Органолептическая оценка контрольного и опытных образцов

Анализ идентифицированных летучих соединений и их содержания позволил установить, что качественный и количественный состав вкусоароматических веществ контрольного и опытного образцов имел различия. Аромат опытных образцов с АПМ в основном сформирован летучими спиртами, карбонильными и серосодержащими соединениями, аминокислотами и липидами сырья, а также производными фенола – компонентами коптильного дыма.

На основании экспериментальных исследований разработана рецептура нового вида сырокопченой колбасы «Премиальная». Результаты сравнительного анализа качественных характеристик опытной и контрольной партий сырокопченых колбас (табл. 4) свидетельствуют о том, что по общему химическому составу содержание белка и жира в опытных и контрольных образцах существенных различий не имели. Сырокопченые колбасы с АПМ характеризовались пониженным уровнем содержания влаги и остаточного нитрита натрия. Это связано с тем, что при снижении рН среды процесс трансформации нитрита натрия и последующее цветообразование проходят более интенсивно, а введение в фаршевые системы деминерализованной сыворотки на основе лактозы, обладающей более высокой химической активностью по сравнению с сахаром, способствует более полной трансформации нитрита и получению интенсивной окраски готового продукта.

Таблица 4

Сравнительный анализ качественных характеристик сырокопченых колбас

Исследуемые показатели	Образцы сырокопченых колбас	
	Контроль*	Опыт*
	(30 сутки)	(21 сутки)
Содержание влаги, %	35,0±0,1	33,4±0,1
Содержание жира, %	57,0±0,2	57,1±0,1

Исследуемые показатели	Образцы сырокопченых колбас	
	Контроль*	Опыт*
	(30 сутки)	(21 сутки)
Содержание белка, %	16,0±0,2	16,3±0,2
Содержание углеводов, %	–	0,2±0,01
Содержание золы, %, в т.ч. NaCl	5,5±0,03	5,3±0,02
Содержание хлорида натрия, %	6,0±0,1	6,2±0,1
Содержание остаточного нитрита натрия, %	0,0021±0,0011	следы
Величина pH, ед	5,42±0,23	5,02±0,26
Выход готового продукта, %	57,7±2,5	58,0±2,1

* Контроль – сырокопченая колбаса «Особенная» в/с по ГОСТ 55456. Опыт – сырокопченая колбаса «Премимальная» с адаптированным пищевым модулем (АПМ)

Оценка окислительно-гидролитических процессов при хранении дает основание считать, что внесение АПМ оказывает ингибирующее действие на окислительные процессы липидной фракции сырокопченых колбас. При исследовании данных показателей по истечении четырех месяцев хранения при температуре от 12 °С до 15 °С и относительной влажности воздуха 75–78 % (табл. 5) выявлено, что в опытном образце накопление свободных жирных кислот и первичных продуктов окисления ниже, чем в контрольном. К концу четвертого месяца хранения отмечен рост перексидного числа в контрольном образце, полученное значение в 2 раза выше, чем в опытном.

Таблица 5

Динамика изменения окислительно-гидролитических показателей в липидной фракции сырокопченых колбас в процессе хранения

Длительность хранения	Наименование показателей					
	Кислотное число, мг КОН/1г жира		Перексидное число, % йода		Тиобарбитуровое число, мг/кг	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
0 месяцев	3,01	1,08	0	0	0	0
4 месяца	12,86	7,41	0,195	0,08	0,06	0
m_{cp}	±0,14	±0,11	±0,003	±0,002	±0,006	-

Таким образом, результаты экспериментальных исследований физико-химических, гистологических, цветовых, микробиологических исследований и анализ полученных данных свидетельствуют о том, что использование адаптированного пищевого модуля в технологии сырокопченых колбас позволяет направленно регулировать процесс ферментации. Проведенные исследования позволили установить оптимальный уровень введения штаммов микроорганизмов в количестве 0,05 %. Использование АПМ в значительной степени оказывает положительное влияние на скорость протекания биохимических процессов и как следствие способствует интенсификации технологической обработки сырокопченых колбас, а также сокращению сроков ее производства до 20 суток. Приоритетность предложенной технологии подтверждена патентной документацией.

Литература

1. Барсуковская Т. А., Лупандина Н. Д. Биотрансформация адаптированных пищевых модулей на основе деминерализованной сыворотки в технологии сырокопченых мясopодуKтов // Биоразнообразие, биоресурсы, биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона: материалы III ежегодной научно-практической конференции преподавателей, студентов и молодых ученых СКФУ «Университетская наука – региону». Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. 342 с.

2. Шипулин В. И., Лупандина Н. Д., Барсуковская Т. А. Биотехнологические аспекты совершенствования технологии сырокопченых колбас с использованием поликомпонентных многоцелевых функциональных модулей: материалы Первого Международного форума «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны». г. Душанбе, Таджикистан, 2015.
3. Шипулин В. И., Лупандина Н. Д., Барсуковская Т. А. Роль деминерализованной сыворотки в технологии сырокопченых колбас // Современные достижения биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела: материалы V Международной научно-практической конференции. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. 441 с.

УДК 621.3.088.2

**Данилов Максим Иванович, Романенко Ирина Геннадьевна,
Капаницкий Роман Анатольевич**

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Рассмотрена возможность идентификации параметров кабелей на основе предполагаемых данных синхронных измерений мгновенных значений токов и напряжений. Проанализирована возникающая погрешность определения восстанавливаемых параметров от точности измерений. Показано влияние измерительного напряжения и тока на погрешность восстановления параметров. Определена погрешность параметров кабелей без учета емкостного тока.

Ключевые слова: электроснабжение потребителей, параметры кабелей, косвенные измерения, мгновенные значения токов и напряжений, погрешность измерений.

**Maksim Danilov, Irina Romanenko,
Roman Kapanitskiy**

THE ANALYSIS OF FLAT BUILDING SUPPLY EQUIVALENT CIRCUIT CHARACTERISTIC RESTORING INACCURACY

The possibility of cable characteristic identification based on expected data of instantaneous current and voltage synchronous instrumentation was considered. The incipient inaccuracy of recoverable characteristic estimation from precision of measurement was analyzed. The measuring voltage and current influence on characteristic recovery inaccuracy was demonstrated. The cable characteristic inaccuracy nonmetering capacitive current was determined.

Key words: consumer supply, cable characteristic, indirect measurement, instantaneous current and voltage, measurement inaccuracy.

В настоящее время большое количество научных работ посвящено исследованию и разработке методов локализации потерь электроэнергии [4, 7, 10], использующих информацию о схеме сети [1, 2, 3, 6, 8, 13, 14] и измерениях мгновенных значений токов и напряжений [2, 3, 6]. Однако локализация потерь и определение параметров в системах электроснабжения многоквартирных домов требует своего развития.

В настоящей работе рассмотрен вопрос получения информации о схеме сети на основе измерений мгновенных значений тока и напряжения, которая может быть использована для установления мест хищения электроэнергии. Идентификация параметров проводилась для П-образной схемы замещения линии электропередачи [14]. В этом случае восстанавливаемыми параметрами являются ее сопротивления. Необходимыми исходными данными являются токи и напряжения на входе и выходе.