

ISSN 2220-8755

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ИНСТИТУТ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»  
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
БЕЛАРУСИ ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ»

РУП «ИНСТИТУТ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

---

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ  
МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ  
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2019**

Выпуск № 14

---

**Topical issues of processing of meat and  
milk raw materials  
Collection of research papers 2019  
ISSUE №14**

Минск  
2020

УДК 637.1/5.03 (062.552)(476)  
ББК 36.92(4 Бей)  
ББК 36.95(4 Бей)  
С 23

Печатается по решению **Ученого совета**  
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

*Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья» входит в утвержденный Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь «Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований»  
Издание включено в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

---

**Редакционная коллегия:**

А.В. Мелещеня (главный редактор)  
Н.Н. Фурик (заместитель главного редактора)  
А.С. Сайганов (заместитель главного редактора)  
Гусаков В.Г., Ловкис З.В., Шепшелев А.А., Акулич А.В., Василенко З.В.,  
Груданов В.Я., Савельева Т.А., Жабанос Н.К., Гордынец С.А.,  
Ефимова Е.В., Миклух И.В., Евдокимов И.А. (Российская Федерация),  
Захаров А.Н. (Российская Федерация)

**Рецензенты:**

доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Беларусь А.Е. Дайнеко  
доктор технических наук, доцент, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Беларусь В.В. Азаренко  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Беларусь Р.И. Шейко

---

С 24 **Актуальные** вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелещеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 14. – 280 с.  
ISSN 2220-8755

Представленные в сборнике результаты исследований отображают основные тенденции современного развития отрасли, указывают перспективные направления ее последующего развития. Рассмотрены новые методы, ресурсосберегающие и эффективные технологии, применяемые для переработки сельскохозяйственного сырья.

Исследования, выполненные учеными РУП «Институт мясо-молочной промышленности», других научных и учебных организаций Беларуси и стран СНГ, представляют практический и теоретический интерес как для научных работников, аспирантов, студентов вузов, так и для специалистов мясной и молочной отраслей.

---

The research results presented in the collection reflect modern development trends in the branch, point to prospective lines of its further development. New methods, resource-saving and effective technologies used in the processing of agricultural raw materials are considered.

The research carried out by the scientists of RUE “Institute for Meat and Dairy Industry” and other scientific and educational organizations of Belarus and CIS countries are of practical and theoretical interest either for research workers, Ph.D. students, university students or specialists of meat and milk industries.

**УДК 637.1/5.03 (062.552) (476)**

Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья» основан в 2005 году. Издается один раз в год.

The collection of research papers “Topical issues of processing of meat and milk raw materials” was founded in 2005. It is published once a year.

**ISSN 2220-8755**

©РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2020  
При перепечатке и цитировании ссылка на сборник обязательна

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИКА

<i>Мелещя А.В., Шакель Т.П., Кимошевская О.И., Шегидевич Е.Д.</i> ФОРМИРОВАНИЕ КАНАЛОВ РЕАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ВНУТРЕННЕМ РЫНКЕ.....	9
<i>Мелещя А.В., Шакель Т.П., Кимошевская О.И.</i> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ .....	15

### БИОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Романович Н.С., Кравченко Н.С., Василенко С.Л., Жабанос Н.К., Фурик Н.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУР <i>LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. LACTIS</i> .....	20
<i>Юдина Ю.С., Василенко С.Л., Жабанос Н.К., Н.Н. Фурик</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕЙКОНОСТОКОВ ИЗ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР И ИХ БАКТЕРИОФАГОВ.....	26
<i>Бирюк Е.Н., Тарашкевич Ю.С., Фурик Н.Н.</i> ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ТИПИРОВАНИЕ <i>LEUCONOSTOC MESENTEROIDES</i> С ПОМОЩЬЮ ПЦР.....	40
<i>Титова О.А., Головач О.С., Прошкина М.Ю.,</i> <i>Спиридонова И.А., Жабанос Н.К., Фурик Н.Н., Савельева Т.А.</i> ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСОРЦИУМОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ В ЖИДКОМ АЗОТЕ И ХРАНЕНИИ.....	50
<i>Головач О.С., Бабицкая М.А., Жабанос Н.К., Пыжик И.П., Коркина М.В., Смоляк Т.М.</i> ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УРОВНЯ СИНТЕЗА ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ (ЭПС) КОНСОРЦИУМАМИ <i>STREPTOCOCCUS SALIVARIUS SUBSP.</i> <i>THERMOPHILUS, LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS</i> ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОКА .....	58

### ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

<i>Мелещя А.В., Сенченко Т.В., Смоляк Т.М., Савельева Т.А., Коркина М.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ В МОЛОКЕ, ВОДЕ И КОРМАХ С ЦЕЛЬЮ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	68
<i>Мелещя А.В., Шегидевич Е.Д.</i> АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВОГО СОСТАВА МОЛОКА-СЫРЬЯ МЕТОДОМ КЪЕЛЬДАЛЯ.....	77
<i>Дмитрук Е.М., Ефимова Е.В., Вырина С.И.</i> ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КОМБИНИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ .....	86
<i>Миклух И.В., Соколовская Л.Н., Беспалова Е.В., Сороко О.Л., Ефимова Е.В., Артюх Ю.А.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА .....	93
<i>Соколовская Л.Н., Сороко О.Л., Миклух И.В., Беспалова Е.В.</i> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕАКЦИИ МЕЛАНОИДИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАДКИХ ВАРЕННЫХ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ .....	112

*Богданова Л.Л., Ефимова Е.В., Дмитрук Е.М., Вырина С.И.*  
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ..... 123  
*Дмитрук Е.М., Ефимова Е.В., Вырина С.И.*  
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ  
ХРАНЕНИЯ ЗАМОРОЖЕННОГО МОЛОКА РАЗЛИЧНЫХ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ..... 132  
*Богданова Л.Л., Подрябинкина А.А., Богданов И.А., Савельева Т.А.*  
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ КАЗЕИНА И  
СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОЛОКЕ-СЫРЬЕ И ВЫХОД СЫРА..... 142  
*Скокова О.И., Чеканова Ю.Ю., Демьянец А.А.*  
ПРИМЕНЕНИЕ ПАХТЫ В СОСТАВЕ НОРМАЛИЗОВАННЫХ СЛИВОЧНЫХ  
СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СМЕТАНЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА ..... 152  
*Василькевич А.И., Дымар О.В.*  
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ И МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОСФОЛИПИДОВ МОЛОКА..... 159  
*Ховзун Т.В., Шах А.В., Корако В.Б., Петрущенко Е.В.*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОЙКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ РЕЖИМОВ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ СЫРНЫХ ФОРМ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ..... 166  
*Ильющенко А.Ф., Черняк И.Н., Кусин Р.А., Якимович Н.Н., Дубина И.Н.*  
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ,  
ПОЛУЧЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ... 176

## **ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Мелещя А.В., Демчина Т.В., Марченко К.А.*  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ВАРЕНО-КОПЧЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ..... 181  
*Мелещя А.В., Калтович И.В., Пинчук Г.П.*  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА  
КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСЕЙ И ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ  
АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ..... 189  
*Калтович И.В.*  
РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ  
ПРОИЗВОДСТВА РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЬСИЙ ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ..... 199  
*Германович О.Н.*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
СЫРОКОПЧЕННЫХ КОЛБАС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ..... 214  
*Германович О.Н.*  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛБАСНЫХ  
ИЗДЕЛИЙ С КОПЧЕНИЕМ ВЛАЖНЫМ ДЫМОМ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ..... 221  
*Груданов В.Я., Бренч, А.А., Дацук И.Е.*  
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ  
МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ ШНЕКОВЫМ УЗЛОМ ОТЖАТИЯ ..... 229  
*Чудак Р.А.*  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО БЕТАИНА В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ..... 242

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПТИЦЕПЕРЕРАБОТКИ**

*Гордынец С.А., Чернявская Л.А., Яхновец Ж.А., Ховзун Т.В.*

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ МОЮЩЕГО И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ  
СРЕДСТВ НА МИКРОФЛОРУ ПОВЕРХНОСТИ СКОРЛУПЫ ЯИЦ .....248

*Гордынец С.А., Чернявская Л.А., Яхновец Ж.А., Косьяненко С.В., Киселев А.И.*

ВЛИЯНИЕ МОЮЩЕГО И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА  
ЯИЦ КУРИНЫХ ПИЩЕВЫХ МЫТЫХ ДЕЗИНФИЦИРОВАННЫХ.....258

*Побережец Ю.Н.*

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЭНТЕРО-АКТИВ» НА  
АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ .....270

## CONTENT

### ECONOMICS

<i>A. Meliashchenia, T. Shakel, O. Kimoshevskaya</i> FORMATION OF THE ORGANIC FOOD MARKET IN THE REPUBLIC OF BELARUS: PROBLEMS AND SUGGESTIONS.....	9
<i>A. Meliashchenia, T. Shakel, O. Kimoshevskaya</i> ECONOMIC ASPECTS OF INTRODUCTION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FOOD PRODUCTION .....	15

### BIOTECHNOLOGY

<i>N. Ramanovich, N. Krauchanka, S. Vasylenko, N. Zhabanos, N. Furik</i> INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL ADJUVANT INGREDIENTS INFLUENCE FROM THE PRODUCTION OF FERMENTED MILK DRINKS ON THE GROWTH OF THE <i>LACTOBACILLUS DELBRUECKII</i> SUBSP. <i>LACTIS</i> CULTURES	20
<i>Yu. Yudina, S. Vasylenko, N. Zhabanos, N. Firyk</i> INVESTIGATION OF PRODUCTION-VALUABLE AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LEUCONOSTOCS FROM THE REPUBLICAN COLLECTION OF INDUSTRIAL STRAINS OF STARTER CULTURES AND THEIR BACTERIOPHAGES	26
<i>A. Biruk, Y. Tarashkevich, N. Furik</i> GENETIC TYPING OF LEUCONOSTOC MESENTEROIDES USING PCR	40
<i>O. Titova, O. Golovach, M. Proshkina, I. Spiridonova, N. Zhabanos, N. Furik, T. Savelyeva</i> ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CONSORTIA OF LACTIC ACID MICROORGANISMS DURING FREEZING IN LIQUID NITROGEN AND STORAGE	50
<i>O. Golovach, M. Babitskaya, N. Zhabanos, I. Pyzhik, M. Korkina, T. Smaliak</i> INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LEVEL OF SYNTHESIS OF EXOPOLYSACCHARIDES (EPS) BY THE CONSORTIUM OF <i>STREPTOCOCCUS</i> <i>SALIVARIUS</i> SUBSP. <i>THERMOPHILUS</i> AND <i>LACTOBACILLUS DELBRUECKII</i> SUBSP. <i>BULGARICUS</i> AT DIFFERENT TEMPERATURE IN PROCESS OF MILK FERMENTATION	58

### DAIRY PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>A. Meliashchenia, T. Senchenko, T. Smaliak, T. Savelyeva, M. Korkina</i> THE STUDY OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF STABLE ISOTOPES IN MILK, WATER AND FEEDS AIMED AT THE IDENTIFICATION OF THE ORIGIN OF DAIRY PRODUCTS	68
<i>A. Meliashchenia, K. Shehidzevich</i> RESEARCH ALGORITHM OF THE PROTEIN COMPOSITION OF RAW MILK BY THE KYELDAL METHOD	77
<i>E. Dmitruk, E. Efimova, S. Virina</i> INFLUENCE OF THE COMPONENT COMPOSITION OF COMBINED MILK MIXTURES ON THE QUALITY INDICATORS OF PROTEIN PRODUCTS	86
<i>I. Miklukh, L. Sokolovskaya, E. Bepalova, O. Soroko, E. Efimova, Y. Artsiukh</i> TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF PRODUCTION OF DRY MILK PRODUCT WITH A REDUCED PROTEIN CONTENT	93
<i>L. Sokolovskaya, O. Soroko, I. Miklukh, E. Bepalova</i> INTENSIFICATION OF THE MELANOIDIN FORMATION REACTION IN THE PRODUCTION OF SWEET BOILED CANNED MILK	112
<i>L. Bogdanova, E. Efimova, E. Dmitruk, S. Virina</i> STUDY OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF USE OF ACYLTRANSFERASE IN THE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS	123
<i>E. Dmitruk, E. Efimova, S. Virina</i> INFLUENCE OF TEMPERATURE AND DURATION OF STORAGE OF FROZEN MILK OF VARIOUS AGRICULTURAL ANIMALS ON ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES	132
<i>L. Bahdanava, A. Podryabinkina, I. Bahdanau, T. Savelyeva</i> STUDYING THE INFLUENCE OF SEASONAL FACTORS ON CASEIN AND WHEY PROTEIN CONTENT IN RAW MILK AND CHEESE YIELD	142
<i>O. Skokowa, J. Chekanowa, A. Demyanets</i> THE USE OF BUTTERMILK IN THE COMPOSITION OF NORMALIZED CREAM MIXTURES IN THE PRODUCTION OF SOUR CREAM WITH A LOW FAT CONTENT	152

<i>A. Vasilkevich, O. Dymar</i>	
BIOLOGICAL FUNCTION OF MILK PHOSPHOLIPIDS AND THEIR ISOLATION APPROACHES	159
<i>T. Khovzun, A. Shakh, V. Karaka, A. Piatrushchanka</i>	
RESEARCH OF PARAMETERS OF THE SINK AND DISINFECTION BY WORKING OUT OF THE DIFFERENTIATED MODES OF APPLICATION OF NEW DOMESTIC MEANS FOR SANITARY PROCESSING OF CHEESE FORMS IN LABORATORY CONDITIONS	166
<i>A. Ilyushchanka, I. Charniak, R. Kusin, N.Yakimovich, I. Dubina</i>	
ESTIMATION OF EFFECTIVE USE OF PROTEIN FEED ADDITIVES PRODUCED BY PROCESSING OF MILK WHEY WITH YEAST CULTURES	176

## MEAT PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>A. Meliashchenia, T. Demchina, K. Marchenko</i>	
TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF BOILED-SMOKED SAUSAGE PRODUCTS AT THE MODERN STAGE	181
<i>A. Meliaschenya, I. Kaltovich, G. Pinchuk</i>	
DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CULINARY PRODUCTS PRODUCTION USING MIXTURES AND EMULSIONS FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES	189
<i>I. Kaltovich</i>	
RATIONAL PROCESS PARAMETERS OF CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS PRODUCTION USING EMULSIONS FROM COLLAGEN-CONTAINING RAW MATERIALS	199
<i>O. Germanovich</i>	
THE STUDY OF ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SMOKED SAUSAGES WITH THE USE OF DIFFERENT DIETARY FIBER	214
<i>O. Germanovich</i>	
MODERN TECHNOLOGICAL FEATURES OF MAKING SAUSAGE PRODUCTS WITH SMOKING WITH WET SMOKE AT HIGH TEMPERATURES	221
<i>V. Grudanov, A. Brench, I. Datsuk</i>	
RHEOLOGICAL BASES OF THE PROCESS OF SEPARATION OF MEAT AND BONE RAW MATERIALS BY THE SCREW PRESSING UNIT	229
<i>R. Chudak</i>	
THE PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF HYBRID PIGLETS AT GROWING WHEN USING BETAINE	242

## POULTRY PROCESSING TECHNOLOGY

<i>S. Gordynets, L. Charniauskaya, J. Yakhnovets, T. Hovzun</i>	
STUDYING THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF DETERGENTS AND DISINFECTANTS ON THE MICROFLORA OF THE EGG SHELL SURFACE	248
<i>S. Gordynets<sup>1</sup>, L. Charniauskaya<sup>1</sup>, J. Yakhnovets<sup>1</sup>, S. Kosyanenko<sup>2</sup>, A. Kiselev<sup>2</sup></i>	
INFLUENCE OF DETERGENTS AND DISINFECTANTS ON THE QUALITY INDICATORS OF EDIBLE HEN EGGS WASHED AND DISINFECTED	258
<i>Y. Poberezhets</i>	
INFLUENCE OF PROBIOTIC FEED ADDITIVE «ENTERO-ACTIVE» ON AMINO ACID COMPOSITION OF BROILER CHICKEN MEAT	270

Уважаемые коллеги!

Ежегодно мы публикуем в нашем сборнике статьи, которые отражают передовые мировые тренды развития мясной и молочной промышленности. Результат применения на практике в производстве научных исследований мы можем видеть в достаточно стабильной тенденции роста экспортных поставок отечественных продуктов питания на зарубежные рынки. За последние 5 лет объем экспорта молочной продукции вырос на 34%. В 2019 году рост составлял 15% к 2018 году. Молочную продукцию поставляли в 58 стран. Доля экспортных поставок молочной продукции составляет 60% от объема производства, при этом практически все производимое сухое обезжиренное и сухое цельное молоко поставляется за рубеж. По экспорту сыров наша страна вышла на четвертое место в мировом рейтинге экспортеров. Высокий спрос на отечественные молочные продукты говорит о доверии потребителя к качеству белорусских товаров.

Для обеспечения высокой конкурентоспособности продукции производителям необходимо добиваться не только ее соответствия требованиям нормативной и технической документации, но и выработать концептуальные идеи и решения, учитывающие предпочтения потребителей, предугадывать и быстро реагировать на изменения и требования к качеству продукции. Ежегодно увеличивается число потребителей, которые меняют свой рацион по диетическим соображениям, что сказывается на товарном предложении: на полках магазинов все чаще можно заметить фермерские продукты, аналоги мясных и молочных продуктов, продукция для вегетарианцев, товары без ГМО. Приоритетными исследованиями остаются: органическая продукция, сухие продукты, безопасность продуктов питания, а также исследование новых направлений развития технологий, таких как аддитивные технологии.

Наше предприятие не только ведет научные разработки технологий производства молочных и мясных продуктов, но и выступает площадкой для проведения встреч науки и производства стараясь соответствовать принципу «Побеждает та страна, где лучше развита наука».

С уважением, главный редактор,  
А.В. Мелещеня



---

# ЭКОНОМИКА

УДК 339.13  
<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-9-14>

Поступила в редакцию 25 февраля 2020 года

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, Т.П. Шапель, О.И. Кимошевская, Е.Д. Шегидевич  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

---

## ФОРМИРОВАНИЕ КАНАЛОВ РЕАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ВНУТРЕННЕМ РЫНКЕ

---

*A. Meliashchenia, T. Shakel, O. Kimoshevskaya, K. Shehidzevich  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### FORMATION OF SALES CHANNELS FOR ORGANIC PRODUCTS IN THE DOMESTIC MARKET

*e-mail: aleksmel@tut.by, tatyana-shakel@yandex.ru, olakim23@yandex.by, ek.sheg@yandex.ru*

*На основании изучения опыта зарубежных стран в организации сбыта органической продукции систематизированы основные каналы реализации органических продуктов. Предложены возможные каналы реализации органической продукции на внутреннем рынке Республики Беларусь с учетом зарубежного опыта.*

*Based on the study of the experience of foreign countries in organizing the distribution of organic products, the main sales channels for organic products are systematized. Possible sales channels for organic products in the domestic market of the Republic of Belarus are proposed taking into account foreign experience.*

**Ключевые слова:** органическое сельское хозяйство; рынок органической продукции; органическая продукция; внутренний рынок; каналы реализации; сбыт.

**Keywords:** organic agriculture; organic food market; organic food; domestic market; sales channels; distribution.

**Введение.** Основным барьером в процессе формирования системы сбыта органической продукции на внутреннем рынке является низкая осведомленность существующих и потенциальных покупателей об органических продуктах питания. Так, по результатам социологического исследования в среднем у 1/3 населения крупных городов (Минска, Гродно, Могилева) и 1/5 покупателей органической продукции ошибочное представление (заблуждение) о том, что собой представляют органические продукты [1]. Таким образом, для увеличения числа потенциальных покупателей органической продукции, необходимо проводить информационную работу с населением по таким вопросам, как влияние органического сельского хозяйства на окружающую среду и здоровье человека, преимущества органических продуктов по сравнению с традиционными продуктами, а также по вопросам сертификации и маркировки органических продуктов.

Формирование стратегий сбыта органических продуктов начинается с выбора формы сбыта. Производитель органической продукции может напрямую продавать свою продукцию конечному потребителю, также реализация может быть организована через розничную, оптовую торговлю, а также с помощью дистрибьютора. Производитель может реализовать свою продукцию как самостоятельно, так и с помощью союзов фермеров, данная форма больше характерна для мелких фермеров.

**Результаты и их обсуждение.** Изучение опыта реализации органических продуктов в зарубежных странах показало, что основными каналами реализации органических продуктов питания являются:

- торговая сеть: супермаркеты и другие объекты розничной торговли;
- специализированные магазины;
- торговые автоматы;
- интернет-магазины, мобильные приложения;
- учреждения образования и здравоохранения;
- заведения общественного питания;
- сельскохозяйственные ярмарки, выставки и рынки;
- фермерские хозяйства;
- реализация для дальнейшей переработки [2–7].

***Реализация органических продуктов питания через торговую сеть: супермаркеты и другие объекты розничной торговли.***

Одним из основных каналов реализации органических продуктов являются объекты розничной торговли: супермаркеты, магазины, где продажа органических продуктов осуществляется через отдельные прилавки, так называемые островки органических продуктов.

Сложность реализации органических продуктов через розничные сети заключается в необходимости обеспечить крупные объемы поставок и их регулярность, в то время как производство некоторых органических продуктов имеет сезонный характер. Ограничением является также то, что торговые сети требуют продолжительных сроков годности, в свою очередь, сроки годности органических продуктов, как правило, меньше, чем аналогичной традиционной продукции.

В крупных торговых сетях представлена импортная органическая продукция, которая выставлена вместе с неорганическими продуктами на полке одного бренда, из-за чего многие потребители и не замечают органическую продукцию. Таким образом, для увеличения эффективности реализации органической продукции необходима их продажа на отдельных прилавках в супермаркетах, вследствие чего произойдет привлечение внимания потребителей и повышение их осведомленности.

На практике, большинство крупных торговых сетей начали выпускать продукцию под своими частными торговыми марками и вкладывают средства в создание собственных брендов для обеспечения лояльности потребителей. Некоторые крупные торговые сети проявляют значительный интерес в развитии «зеленых» продуктовых категорий, расширяют торговую площадь для зон «зелёной» продукции, а также выделяют отдельные стеллажи под фермерские товары. Примером эффективной реализации продуктов натурального и органического происхождения является торговая марка «Местное известное», представленная в сети гипермаркетов «Green». Продукция под данной торговой маркой позиционируется как натуральная и произведена в экологически чистой местности как в Беларуси, так и за ее пределами.

***Реализация органических продуктов питания через специализированные магазины.***

Характерной особенностью специализированных магазинов является наличие более подробной информации о производителях и процессах производства органических продуктов. Преимуществом данного канала реализации для производителей органической продукции является возможность проанализировать рынок органических продуктов, а также потребительские предпочтения, и, следовательно, возможность скорректировать объемы и ассортимент выпускаемой продукции. По сравнению с реализацией через супермаркеты, в данном случае небольшие объемы продаж могут значительно повлиять в пользу расширения

ассортимента выпускаемой продукции. На сегодняшний день в Беларуси уже функционируют такого рода магазины: магазин натуральных, фермерских и эко-продуктов «Шанти Лавка», а также магазин фермерских и органических продуктов «Тук-Тук Латук» и др.

***Реализация органических продуктов питания через торговые автоматы.***

Данный канал реализации органических продуктов только набирает популярность в зарубежных странах. Эффективность реализации органических продуктов через торговые автоматы зависит от ряда факторов, одним из которых является продуманное месторасположение автоматов. Как правило, это места с большой проходимостью, к которым можно отнести бизнес и торговые центры, большие супермаркеты, переходы метро и остановки общественного транспорта, а также учебные и медицинские заведения. А во-вторых, места активного занятия спортом – фитнес-центры, тренажерные залы, бассейны, стадионы и т.д., так как посетители таких мест изначально заинтересованы в здоровом питании [2].

***Реализация органических продуктов питания через интернет-магазины и мобильные приложения.***

Реализация органических продуктов посредством интернет-торговли набирает все большую популярность среди населения. Такие продажи могут осуществляться как через интернет-магазины, так и специально разработанные мобильные приложения.

С точки зрения потребителя, существенными преимуществами покупки органических продуктов через интернет-магазины являются:

- возможность покупать самые свежие продукты, так как большинство интернет-магазинов работает по заявкам, складское помещение у них отсутствует, и доставка продукции осуществляется непосредственно от фермера к покупателю;
- разнообразие ассортимента, поскольку в интернет-магазине может осуществляться продажа продукции, произведенная различными фермерами;
- доставка в любую точку. Важным преимуществом является наличие качественной логистики, которая позволяет быстро доставить органические продукты даже в самый отдаленный населенный пункт;
- более низкая цена реализации по сравнению с реализацией через торговую сеть, так как в интернет-продажах отсутствуют затраты на аренду помещений, оборудование и т.п.;
- возможность выбрать и сразу же оплатить заказ, и ожидать доставку в удобное для потребителя время.

С точки зрения производителя, интернет-продажи формируют возможность реализации не только на местном рынке, но и на региональном, национальном рынках. Для мелких фермеров продажи посредством интернет-площадок являются одним из преимущественных каналов реализации в связи со сложностью организации отлаженной системы поставок своей продукции, что обусловлено небольшими объемами производства.

На сегодняшний день в Беларуси функционирует несколько специализированных интернет-магазинов органических продуктов. Примером одного из них является интернет-магазин «ЭкоЕжа», который реализует фермерские и органические продукты из коровьего и козьего молока, мяса птицы, баранины, говядины и др.

***Реализация органических продуктов питания через сельскохозяйственные ярмарки, выставки и рынки.***

Сельскохозяйственные рынки и ярмарки являются одним из наиболее традиционных способов прямых продаж органических продуктов.

Вместе с тем продажи органических продуктов на ярмарках можно отнести к категории случайных продаж, так как они обычно связаны со временем сбора определенных продуктов и организовываются сезонно. К недостаткам продаж органических продуктов через ярмарки относится отсутствие у фермера необходимого для реализации скоропортящейся продукции оборудования. Так как большинство производителей органической продукции являются мелкими фермерами, то они не имеют специального холодильного оборудования для такого рода мероприятий. Другим барьером выступает нерегулярность и короткий срок проведения ярмарок. Продажа органических продуктов на однодневных ярмарках для многих фермеров является экономически нецелесообразной с учетом значительных затрат на оборудование для хранения и транспортировки продукции.

В ближайшее время планируется открытие первого в Беларуси экорынка. На данном этапе происходит подготовка самого здания экорынка и прилегающей территории, а также поиск арендаторов, то есть поставщиков натуральных и органических продуктов. Экорынок разместится на выезде из Минска в направлении Логойска.

***Реализация органических продуктов питания непосредственно на территории фермерских хозяйств.***

Реализация органической продукции непосредственно на территории фермерского хозяйства – еще один из способов прямого сбыта, позволяющий фермеру нивелировать сложности в нахождении посредников, а также высокие затраты, связанные с транспортировкой органической продукции. Прямые продажи с фермы, как правило, формируют небольшую часть в объемах реализации фермера, но, вместе с тем, могут обеспечить долю продаж до 10–15%. Особенностью реализации продукции через данный канал является возможность для покупателей убедиться в технологиях производства органических продуктов, а также в свежести продуктов, так как реализация продукции начинается прямо с грядки. Дополнительно могут предоставляться услуги досуга на территории фермерского хозяйства.

***Реализация органических продуктов питания в учреждения образования и здравоохранения.***

В некоторых странах производители органической продукции участвуют в закупках продуктов питания для вузов, школ, больниц, спортивных баз, санаториев и т.д. Для этого разработаны специальные государственные программы. Например, Калифорнийская экспериментальная программа «Органические продукты в школу». В соответствии с программой, школы, участвующие в федеральной Национальной программе школьных обедов или Федеральной программе школьных завтраков, будут получать гранты для закупки сертифицированных натуральных продуктов из Калифорнии. Также в Калифорнии малообеспеченные студенты имеют льготы на питание органическими продуктами [3]. Аналогично, существуют программы по предоставлению органических продуктов в учреждения здравоохранения. На сегодняшний день, 25% продуктов питания, употребляемых в школах и больницах Дании, являются органическими. Согласно дальнейшему плану действий правительства Дании, процент обеспечения общественности органическими продуктами питания должен составить 60%.

***Реализация органических продуктов для дальнейшей переработки для производства детского и функционального питания.***

Переработка органических продуктов позволяет продлить сроки годности, расширить ассортимент готовой продукции. Переработка органических продуктов означает отказ от использования консервантов, стабилизаторов, усилителей вкуса и других искусственных добавок, что значительно усложняет производственные

процессы. В настоящее время в Беларуси функционирует несколько переработчиков органической продукции, основной деятельностью которых является:

- сбор и переработка березового сока;
- сбор и переработка дикорастущих ягод;
- сбор и переработка лекарственного сырья (чай);
- производство биопрепаратов.

Следует отметить, что переработчиками органических продуктов могут выступать как сами производители, так и предприятия, закупающие органическую продукцию у органических фермеров для дальнейшей переработки.

**Реализация органических продуктов питания через заведения общественного питания.**

Реализация органических продуктов питания может осуществляться также через систему общественного питания – это рестораны здорового питания, фудкорты в торгово-развлекательных центрах, спортивные мероприятия, парки и т.д.

Благодаря растущей популярности здорового образа жизни среди населения, увеличивается спрос на рестораны здорового питания. Например, в сети отелей Bio Hotels, расположенных, как правило, в экологически чистых районах Германии, Австрии и Италии, есть рестораны, в которых готовят блюда из местных сертифицированных органических продуктов. Также на практике существуют примеры, когда владелец ресторана организывает производство органических продуктов, или, наоборот, производители органической продукции (фермеры) объединяются в кооператив и создают предприятие общественного питания (ресторан, кафе) с соответствующей продукцией (например, фермерский кооператив «ЛавкаЛавка» и сеть одноименных ресторанов в Москве).

В некоторых странах также набирает популярность использование органических продуктов в приготовлении еды на спортивных мероприятиях, в экологических парках [2].

Возможные каналы реализации органической продукции систематизированы и представлены на рисунке 1.

<b>Розничная торговля</b>	Гипермаркеты, супермаркеты и др.
	Специализированные магазины
	Торговые автоматы
<b>Интернет-торговля</b>	Независимые интернет-магазины
	Интернет-магазины розничных сетей
	Мобильные приложения
<b>Государственные, региональные и коммерческие тендера, закупки</b>	Учреждения здравоохранения (санатории)
	Учреждения образования (вузы, школы, детские сады)
<b>Система общественного питания</b>	Рестораны здорового питания
	Фудкорты
	Спортивные мероприятия
	Парки
<b>Прямые продажи</b>	Сельскохозяйственные торговые ярмарки
	Сельскохозяйственные выставки-ярмарки
	Сельскохозяйственные рынки
	Фермерские хозяйства
<b>Перерабатывающая промышленность</b>	Предприятия по переработке органической продукции

Рисунок 1 – Возможные каналы реализации органической продукции  
 Источник данных: собственная разработка.

Стоит отметить значимость развития органического сельского хозяйства для обеспечения органической продукцией именно внутреннего рынка Беларуси. В странах Европы, Северной Америки существует значительный спрос на органическую продукцию, значительная часть которого обеспечивается за счет импортных поставок. Так, к 2025 г. импорт органической продукции в Европе будет составлять до 70% объема внутреннего потребления. Соответственно, недостаточный уровень самообеспечения органической продукцией формирует экспортные возможности других стран. Вместе с тем, экспорт в страны Европы, США и Канады преимущественно представлен органическим сельскохозяйственным сырьем для дальнейшей переработки, что означает недополучение экспортером потенциальной части дохода. В этой связи, возрастает актуальность организации переработки органической продукции внутри страны и последующей реализации на внутреннем рынке с целью обеспечения своего населения здоровой качественной продукцией.

**Выводы.** В результате проведенных исследований были систематизированы возможные каналы реализации органической продукции. Из них наибольшую значимость в системе сбыта представляет розничная сеть и интернет-торговля. Также органическая продукция может быть реализована непосредственно производителем (ярмарки, выставки и рынки), а также через систему общественного питания. Развитие органического производства тесно связано с осуществлением государственной поддержки органических производителей, которая в том числе может заключаться в организации государственных закупок органических продуктов для питания в учреждениях здравоохранения и образования.

### Список использованных источников

1. Отношение белорусов к продуктам органического сельского хозяйства. – Минск: Информационно-аналитический центр при администрации президента Республики Беларусь, 2018. – 33 с.
1. Otnoshenie belorusov k produktam organicheskogo sel'skogo hozjajstva [Belarusian attitude towards organic agriculture products]. – Minsk: Informacionno-analiticheskij centr pri administracii prezidenta Respubliki Bela-rus', 2018. – 33 s.
2. 8 surprising places to find organic food [Electronic resource] // Environmental News And Information | MNN – Mother Nature Network . – 2010. – Mode of access: <https://www.mnn.com/food/healthy-eating/photos/8-surprising-places-to-find-organic-food/hospitals>. – Date of access: 1.11.2019.
3. California May Test Organic School Lunch Program [Electronic resource] // Sacramento, Stockton, And Modesto News and Weather From CBS 13. – 22.02.2019. – Mode of access: <https://sacramento.cbslocal.com/2019/02/22/school-lunch-organic/>. – Date of access: 5.11.2019.
4. Ежедневный обзор средств массовой информации об органике 6.11.2019–11.11.2019 – Москва: Национальный органический союз, 2019. – 30 с.
4. Ezhenedel'nyj obzor sredstv massovoj informacii ob organike 6.11.2019–11.11.2019 [Weekly review of organic media]. – Moskva: Nacional'nyj organicheskij sojuz, 2019. – 30 s.
5. Natural & Organic trends to watch in 2019 [Electronic resource] // Bio Eco Actual – Alimentacion Ecologica. Prensa Independiente 100 % Bio. – 2019. – Mode of access: <https://www.bioecoactual.com/en/2019/02/01/natural-organic-trends-to-watch-in-2019/>. – Date of access: 23.10.2019.
6. Organic market 2019 / Soil Association Organic / Triodos Bank. – 2019. – 32 p.
7. Kinoti M. W. Green marketing intervention strategies and sustainable development: A conceptual paper // International Journal of Business and Social Science. – 2011. – Т. 2. – №. 23.

*А.В. Мелешеня, к.э.н., доцент, Т.П. Шакель, О.И. Кимошевская  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

*A. Meliashchenia, T. Shakel, O. Kimoshevskaya  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **ECONOMIC ASPECTS OF INTRODUCTION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FOOD PRODUCTION**

*e-mail: aleksmel@tut.by, tatyana-shakel@yandex.ru, olakim23@yandex.by*

*Представлены возможные направления использования 3D-технологий в производстве продуктов питания в зависимости от хозяйствующих субъектов и сфер применения. Систематизированы основные экономические выгоды и преимущества применения аддитивных технологий в производстве продуктов питания, а также сдерживающие факторы их внедрения.*

*The possible directions of the use of 3D-technologies in food production are presented depending on economic entities and areas of application. The main economic benefits and advantages of using additive technologies in food production are systematized, as well as the constraints of their implementation.*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии; производство продуктов питания; направления использования; экономические аспекты.

**Keywords:** additive technologies; food production; directions of use; economic aspects.

**Введение.** Мировые социально-технологические тенденции подталкивают предприятия к внедрению инноваций в качестве неотъемлемой части их корпоративной стратегии и предложению специализированных продуктов, адаптированных к потребностям рынка. В современном мире внедрение инноваций, в том числе в пищевой промышленности, стало необходимым условием формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

В течение последнего десятилетия происходит активное внедрение аддитивных технологий в процессы производства пищевых продуктов. Расширяются сферы и направления применения 3D-печати продуктов питания. Это перспективный рынок, который по некоторым оценкам к 2030 г. может занять до 3% в структуре потребления продовольствия в урбанизированных странах.

**Результаты и их обсуждение.** Как показало изучение зарубежного опыта, использование аддитивных технологий в производстве пищевых продуктов имеет большой потенциал и спектр направлений их использования достаточно широк. Так, в зависимости от хозяйствующих субъектов, 3D-печать может быть использована: крупными продовольственными компаниями; на предприятиях общественного питания (рестораны, кафе, пиццерии, кафетерии, бары и т.д.); в розничной торговле (супермаркеты, специализированные магазины т.д.); мелкими продовольственными компаниями (кондитерские, пекарни, магазины шоколадных изделий, кофейни); в домашнем производстве; прочими учреждениями (спортивные и оздоровительные центры, молодежно-развлекательные центры, торговые комплексы и др.). Сферы использования 3D-принтинга продуктов питания также разнообразны: это отрасли пищевой промышленности (кондитерская, хлебопекарная, сахарная, мясная и др.);

медицинская (специализированное питание, диетическое питание, лечебное питание и др.); военная (обеспечение солдат продовольствием прямо на месте боевых действий, производство продуктов питания с конкретной энергетической ценностью); аэрокосмическая (производство продуктов питания во время длительных космических полетов); дизайн и декорирование пищевых изделий (печать на кофе, украшения для кондитерских изделий, уникальные по форме продукты и др.). Таким образом, 3D-печать продуктов питания может быть внедрена на трех различных уровнях: домашнее производство, промышленное мелкомасштабное производство и промышленное крупномасштабное производство.

В зависимости от хозяйствующего субъекта, сферы использования, а также с учетом доступности необходимого сырья и ингредиентов, использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет ряд экономических выгод и преимуществ: возможность создавать уникальные по форме и питательной ценности продукты; сокращение объема пищевых отходов и повышение экологической устойчивости; как правило, длительный срок хранения ингредиентов для пищевого 3D-принтера; быстрый процесс изготовления продукта; экономия трудовых ресурсов и повышение производительности труда. С другой стороны, использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет и свои ограничения, в первую очередь, это однообразность получаемой текстуры готового продукта, ограниченный выбор пригодных пищевых материалов, а также ограниченность непосредственно самих технологических процессов (таблица 1).

Вместе с тем одним из главных преимуществ 3D-печати в производстве продуктов питания является возможность создания индивидуального дизайна пищевых продуктов, как по форме, так и по питательности. Так, современное 3D-оборудование позволяет создавать уникальные продукты нестандартной формы, что невозможно обеспечить иным способом. В зарубежных странах это стало точкой продаж для многих ресторанов. С другой стороны, пищевые 3D-принтеры позволяют создать индивидуальные продукты в соответствии с персональными потребностями и предпочтениями – с заданным содержанием питательных веществ и вкусовыми свойствами. Индивидуализация и уникальность продукта потенциально увеличивает его субъективную ценность в глазах потребителя и мотивирует его платить больше, что дает производителю возможность прибавлять более высокую добавленную стоимость. Поэтому для некоторых бизнес-проектов, связанных с производством продуктов питания, применение аддитивных технологий может стать точкой роста.

Еще одним преимуществом является значительное упрощение и сокращение цепи поставок. Фактически, пищевые 3D-принтеры обеспечивают реализацию стратегии изготовления на заказ с более низкими издержками, с формированием производственных мощностей, расположенных ближе к конечному потребителю. Для изготовления продукта нет необходимости содержать большие цеха со специальным технологическим оборудованием, достаточно наличие одного принтера. Это приводит к тому, что продукт питания будет доставлен потребителю в более короткие сроки по приемлемой цене за счет использования меньшего количества ресурсов.

Еще одна большая возможность, предоставляемая 3D-технологиями, – это возможность использовать альтернативные материалы, такие как некоторые грибы и водоросли, насекомые и лабораторно выращенное мясо, – ингредиенты, не пригодные для традиционных производственных процессов. Кроме того, аддитивные технологии позволят расширить применение некоторых вторичных сырьевых ресурсов, таких как коллагенсодержащее сырье (свиная шкурка, соединительная ткань), сухая молочная сыворотка, КСБ и др.



Таблица 1 – SWOT-анализ использования аддитивных технологий в производстве продуктов питания в Республике Беларусь

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Возможность создания уникального продукта, нестандартной и сложной формы</li> <li>✓ Возможность создания персонализированного продукта с заданной питательной ценностью</li> <li>✓ Значительное сокращение цепочки поставок (максимальная близость к конечному потребителю)</li> <li>✓ Отсутствие складских помещений, так как производство осуществляется на основе спроса</li> <li>✓ Длительный срок хранения ингредиентов</li> <li>✓ Быстрый процесс изготовления продукта</li> <li>✓ Высокий коэффициент использования сырья и сокращение объема пищевых отходов</li> <li>✓ Не массовое производство</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ограничения в структуре и текстуре продукта</li> <li>✓ Ограничения в выборе технологии (например, неприменимо к технологиям, подразумевающим химические процессы)</li> <li>✓ Ограничения в выборе сырьевых ингредиентов</li> <li>✓ Незрелость рынка пищевых 3D-принтеров и ингредиентов для них</li> <li>✓ Неосведомленность потребителя</li> <li>✓ Отсутствие нормативных документов в сфере производства продуктов питания с использованием 3D-принтера</li> </ul>
Возможности	Риски
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Создание индивидуализированных продуктов под заказ</li> <li>✓ Удовлетворение потребностей особых секторов (например, космос, оборона, медицина)</li> <li>✓ Использование ингредиентов, которые не могут быть использованы в традиционном производстве</li> <li>✓ Более высокая добавленная стоимость</li> <li>✓ Снижение трудоемкости изготовления продукта и повышение производительности труда</li> <li>✓ Повышение экологической устойчивости</li> <li>✓ Возможность получения уникального преимущества в деятельности хозяйствующего субъекта</li> <li>✓ Новая, неосвоенная рыночная ниша</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Отсутствие инструментов оценки затрат на внедрение аддитивных технологий по сравнению с традиционным типом производства</li> <li>✓ Невозможность оценить реакцию потребителей</li> <li>✓ Высокая стоимость ингредиентов</li> <li>✓ Высокая стоимость готового продукта</li> </ul>

Примечание: таблица составлена авторами на основании собственных исследований и данных [1-10].

В некоторых сферах (военная, медицинская, аэрокосмическая) данная технология формирует совершенно новые ресурсы, обеспечивая возможность производства продуктов питания, которые необходимы в особых условиях или с особыми свойствами. Например, еда для космонавтов, пассажиров самолетов, военнослужащих, людей с различными заболеваниями (например, больные с затруднением глотания, для которых одним из возможных решений является приготовление пищи с указанием индивидуальной степени мягкости приготовленных блюд) и так далее.

Аддитивные технологии в пищевом производстве обеспечивают сокращение объема пищевых отходов, способствуя этим повышению экологической устойчивости. Отходы во время 3D-печати практически отсутствуют, так как продукт создается послойно с применением только необходимого количества материала, кроме того, производство продукции осуществляется преимущественно под заказ.

С точки зрения потребителя, в развитии 3D-печати продуктов питания актуален вопрос их стоимостных и качественных характеристик. На современном этапе развития аддитивных технологий (который определяется доступностью

оборудования, сырья, потребительским спросом), разница в стоимости напечатанного и традиционного продукта может составлять до 40%. С постепенным внедрением 3D-печати в процессы пищевого производства будет происходить снижение себестоимости инновационной продукции, что обеспечит возможность более широкого использования аддитивных технологий в промышленных масштабах.

С другой стороны, важно обеспечить качество, сбалансированность, питательную ценность продуктов, полученных с использованием 3D-технологий. В данном контексте актуален вопрос возможности использования различных видов сырья в качестве наполнителей для пищевых 3D-принтеров. Так, в большинстве случаев, сырье, используемое в 3D-печати, представляет собой полужидкие среды с заданными характеристиками деформации и текучести вещества. Как правило, сырье используется уже в переработанном виде. В настоящее время в мире наиболее изучены свойства и широко используются ингредиенты для кондитерского производства – шоколад, тесто, сахар, мастика, различные крема и др. Вместе с тем большой интерес представляют технологические свойства сырья животного происхождения.

В современных условиях использование 3D-принтера может ускорить процессы изготовления сложных блюд в домашних условиях, в кафе и ресторанах. Прогнозируется, что в будущем пищевые 3D-принтеры будут доступны практически везде в силу быстрого внедрения инноваций в пищевую промышленность и повседневную жизнь. Несмотря на многие преимущества, использование 3D-принтеров в пищевой промышленности все еще ограничено. Способность пищевых принтеров создавать нестандартные продукты в короткие сроки расширит использование этих принтеров среди отдельных субъектов хозяйствования. При этом актуальным является разработка новых альтернатив материалам, используемым в современных пищевых принтерах.

**Выводы.** Аддитивные технологии являются относительно новыми в пищевой промышленности и находятся на ранней стадии внедрения, однако их применение в сфере производства пищевых продуктов во всем мире расширяется и по некоторым оценкам их потенциал огромен. Возможности использования данной технологии широки – от декорирования пищевых продуктов до применения в будущем для питания в космических полетах. Также данная технология может использоваться как в домашнем, так и в промышленном производстве. Использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет ряд экономических выгод. Одним из главных преимуществ 3D-печати в производстве продуктов питания является возможность создания индивидуального дизайна пищевых продуктов, как по форме, так и по питательности. Для некоторых бизнес-проектов, связанных с производством продуктов питания, применение аддитивных технологий может сформировать уникальные конкурентные преимущества. Вместе с тем, важно понимать, что внедрение аддитивных технологий в процессы пищевого производства не рассматривается как альтернатива традиционному типу производства. Это инновационная технология производства продуктов питания, которая имеет свой потенциал на рынке и может быть востребована различными субъектами хозяйствования в определенных сферах и направлениях.

### Список использованных источников

1. Аванесян, Н. Л. Современные технологии в промышленности: аддитивное производство [Электронный ресурс] / Н. Л. Аванесян // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35202514\\_18177621.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35202514_18177621.pdf). – Дата доступа: 22.10.2019.

1. Avanesjan, N. L. Sovremennye tehnologii v promyshlennosti: additivnoe proizvodstvo [Modern technologies in industry: additive production] [Elektronnyj resurs] / N. L. Avanesjan // Nauchnaja jelektronnaja biblioteka eLIBRARY.RU. – Rezhim dostupa: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35202514\\_18177621.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35202514_18177621.pdf). – Data dostupa: 22.10.2019.

2. Дресвянников, В. А. Анализ применения аддитивных технологий в пищевой промышленности [Электронный ресурс] / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // Электронная библиотека ПГУ. – Режим доступа: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/doc/sDEJyI30JxeX.pdf>. – Дата доступа: 22.10.2019.
3. Дресвянников, В. А. Классификация аддитивных технологий и анализ направлений их экономического использования / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 2 (26). – С. 16–28.
4. Ключко, А. Д. Аддитивные технологии и эффективность их использования в производстве / А. Д. Ключко, Г. А. Гареева, Д. Р. Григорьева // Международный научный журнал «Символ науки». – 2018. – № 1–2. – С. 27–29.
5. Ковалев, Д. С. Перспективы внедрения аддитивных технологий в промышленность [Электронный ресурс] / Д. С. Ковалев, В. И. Кириллов // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vnedreniya-additivnyh-tehnologiy-v-promyshlennost>. – Дата доступа: 15.11.2019.
6. Additive Manufacturing applications within Food industry: an actual overview and future opportunities [Electronic resource] // IRIS Politecnico di Milano. – Mode of access: [https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1014860/184185/final\\_35.pdf](https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1014860/184185/final_35.pdf). – Date of access: 14.11.2019.
7. Charlebois, S. Food Futures and 3D Printing: Strategic Market Foresight and the Case of Structur3D / S. Charlebois, M. Juhasz // Int. J. Food System Dynamics. – 2018. – № 9 (2). – P. 138–148.
8. Learn more about the advantages of 3D printing [Electronic resource] // Tractus3D. – Mode of access: <https://tractus3d.com/what-is-3d-printing/advantages-of-3d-printing/#reduce-costs>. – Date of access: 30.10.2019.
9. The current status, development and future aspects of 3d printer technology in food industry [Electronic resource] // ULAKBİM Journal Systems. – Mode of access: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/613421>. – Date of access: 05.11.2019.
10. The impact of 3d printing on the food industry [Electronic resource] // Flatworld Solutions. – Mode of access: <https://www.flatworldsolutions.com/engineering/articles/3d-printing-impact-food-industry.php#>. – Date of access: 30.10.2019.
2. Dresvjannikov, V. A. Analiz primenenija additivnyh tehnologij v pishhevoj promyshlennosti [Analysis of the application of additive technologies in the food industry] [Jelektronnyj resurs] / V. A. Dresvjannikov, E. P. Strahov // Jelektronnaja biblioteka PGU. – Rezhim dostupa: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/doc/sDEJyI30JxeX.pdf>. – Data dostupa: 22.10.2019.
3. Dresvjannikov, V. A. Klassifikacija additivnyh tehnologij i analiz napravlenij ih jekonomicheskogo ispol'zovanija [Classification of additive technologies and analysis of their economic use] / V. A. Dresvjannikov, E. P. Strahov // Modeli, sistemy, seti v jekonomike, tehnikе, prirode i obshhestve. – 2018. – № 2 (26). – С. 16–28.
4. Kljuchko, A. D. Additivnye tehnologii i jeffektivnost' ih ispol'zovanija v proizvodstve [Additive technologies and their efficiency in production] / A. D. Kljuchko, G. A. Gareeva, D. R. Grigor'eva // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Simvol nauki». – 2018. – № 1–2. – S. 27–29.
5. Kovalev, D. S. Perspektivy vnedrenija additivnyh tehnologij v promyshlennost' [Prospects for the introduction of additive technologies into industry] [Jelektronnyj resurs] / D. S. Kovalev, V. I. Kirillov // Nauchnaja jelektronnaja biblioteka «Kiberleninka». – Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vnedreniya-additivnyh-tehnologiy-v-promyshlennost>. – Data dostupa: 15.11.2019.

## БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 57.043:579.8 (047.31) (476)  
<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-20-25>

Поступила в редакцию 25 марта 2020 года

*Н.С. Романович, Н.С. Кравченко, С.Л. Василенко, к.б.н.,  
Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУР *LACTOBACILLUS DELBRUECKII* SUBSP. *LACTIS***

*N. Ramanovich, N. Krauchanka, S. Vasylenko, N. Zhabanos, N. Furik  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL ADJUVANT INGREDIENTS INFLUENCE FROM THE PRODUCTION OF FERMENTED MILK DRINKS ON THE GROWTH OF THE *LACTOBACILLUS DELBRUECKII* SUBSP. *LACTIS* CULTURES**

*e-mail: romanovich28@tut.by, nadejda310859@mail.ru,  
vasylenko@tut.by, nzhabanos@tut.by, furik\_nn@tut.by*

*Проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации бактериями *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* при различных температурных режимах. Изучено влияние технологических вспомогательных ингредиентов (сахарозы, камеди рожкового дерева), используемых для производства кисломолочных напитков, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, при добавлении их в различных концентрациях в цельное пастеризованное молоко.*

*We analyzed the change in the active acidity of whole pasteurized milk during its fermentation by the bacteria *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* at different temperatures. We have studied the effect of technological adjuvant ingredients (sucrose, carob gum) used for the production of fermented milk drinks on the acid-forming activity of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, when added them in various concentrations to pasteurized whole milk.*

**Ключевые слова:** *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*; сахар; камедь; кислотообразующая активность.

**Keywords:** *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*; sugar; gum; acid-forming activity.

**Введение.** Совершенствование ассортимента и повышение качества продукции, создание продуктов, отличающихся повышенным спросом и отвечающих требованиям сбалансированного питания, является основным трендом развития молокоперерабатывающей промышленности. Перспективными для изготовления ферментированных молочных продуктов являются бактерии *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (молочная палочка) – термофильные гомоферментативные молочнокислые микроорганизмы, которые являются активными кислотообразователями – при оптимальной температуре развития ферментируют молочное сырье за 3–4 ч [1, 2]. Культуры *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* используют при производстве кисломолочных напитков, в том числе пробиотических, так как они оказывают благотворный эффект на здоровье человека [3, 4], а также в составе заквасок для сыров, в том числе с высокой температурой второго нагревания [5, 6]. Технологически – значимой характеристикой заквасочных культур лактобацилл в производстве кисломолочных напитков является активное образование молочной

кислоты, в том числе в присутствии стабилизаторов, высокой концентрации сахара.

Фруктовые и ароматизированные продукты могут содержать до 20% углеводов, которые включают остаточные количества углеводов молока (лактозы, галактозы и глюкозы), природные сахара, присутствующие во фруктах (сахароза, фруктоза, глюкоза и мальтоза), сахара, добавленные при изготовлении йогурта и/или при обработке фруктов. При изготовлении фруктовых и ароматизированных продуктов добавляют сахар. Имеющиеся на рынке закваски устойчивы к его содержанию в молочной основе до 12%. Однако даже при содержании сахара 9% возможна задержка развития некоторых культур в период ферментации (около 30 мин.). Толерантность заквасок к сахару зависит от свойств штаммов, входящих в их состав, и поэтому необходимо использовать культуры, устойчивые к различным концентрациям сахарозы [7].

При производстве кисломолочных продуктов, в частности, йогурта, применяют стабилизаторы и/или эмульгаторы. Основная цель их добавления к молочной основе – улучшение и сохранение таких важных характеристик продукта, как структура и консистенция, внешний вид и вкус. Для использования в пищевых продуктах некоторых стабилизаторов, например, каррагинанов, трагаканта и камеди рожкового дерева, также необходима проверка оценки их влияния на развитие микрофлоры закваски [7].

Целью исследований являлось изучение развития культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* в молочном сырье при различных температурных режимах, а также изучение влияния технологических вспомогательных ингредиентов, используемых для производства кисломолочных напитков, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* при их развитии в молоке.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований являлись штаммы *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A, 2653 TL-A из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов.

*Пастеризованное молоко* – молоко, отвечающее требованиям [8] для молока не ниже высшего сорта, пастеризуют в автоклаве при  $0,35 \pm 0,05$  МПа в течение 25 мин.

*Пастеризованное молоко с добавлением сахара* – в пастеризованное молоко, подогретое до  $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$ , при перемешивании в асептических условиях вносят сахар в исследуемых концентрациях (предварительно прокаленный при  $(121 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 30 мин) и перемешивают до полного растворения.

*Пастеризованное молоко с добавлением камеди рожкового дерева* – в пастеризованное молоко, подогретое до  $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$ , при перемешивании в асептических условиях вносят камедь рожкового дерева в требуемых концентрациях и перемешивают до полного растворения.

*Исследование изменения значений рН* с помощью системы для контроля ферментации iCinas, AMC France осуществляли в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. К  $150 \text{ см}^3$  пастеризованного молока добавляли определенное количество исследуемой культуры и инкубировали при выбранной температуре в течение 6 ч. Изменение активной кислотности регистрировали с использованием прибора i-Cinas каждые 20 мин. Исследование с различными концентрациями сахара и камеди рожкового дерева проводили при  $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

**Результаты и их обсуждение.** Проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации бактериями *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (штаммы 2636 TL-A, 2653 TL-A). Исследования проводили при трех температурных режимах – при  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$  и  $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ , с помощью системы i-Cinas.

Как видно на рисунке 1, штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в цельном пастеризованном молоке при трех исследованных температурных режимах:  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(42\pm 1)^\circ\text{C}$ . При этом характер снижения активной кислотности молока зависел от температуры культивирования штамма: активная кислотность сырья, ферментируемого штаммом 2636 TL-A за 6 ч культивирования, снижалась до 5,7 ед. рН при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ , до 5,15 ед. рН при  $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ , до 4,8 ед. рН при  $(42\pm 1)^\circ\text{C}$ . Штамм 2653 TL-A за 6 ч снижал активную кислотность молока при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  до 5,3 ед. рН при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ , до 5,15 ед. рН при  $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ , до 4,8 ед. рН при  $(42\pm 1)^\circ\text{C}$ .

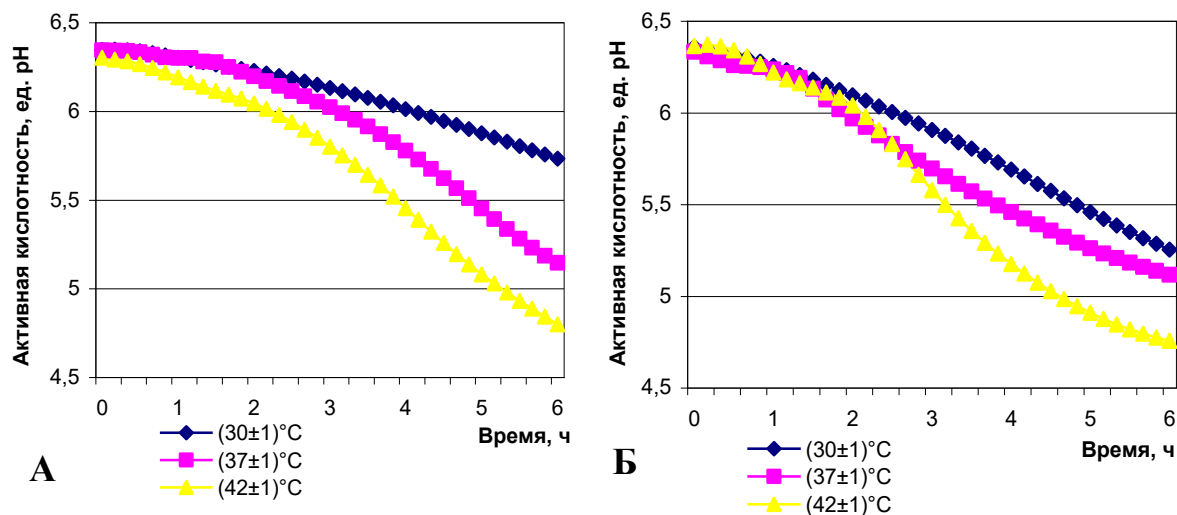


Рисунок 1 – Изменение активной кислотности цельного молока в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* при различных температурах

А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, из трех изученных температурных режимов культивирования при температуре  $(42\pm 1)^\circ\text{C}$  кислотообразующая активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* максимальна: снижение активной кислотности молока до 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) у обоих штаммов происходило практически синхронно – за 4,5 – 5 ч. Из трех исследованных температурных режимов при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  культуры развивались менее активно: при развитии штамма 2653 TL-A за 6 ч активная кислотность молока снизилась до 5,3 ед. рН, у штамма 2636 TL-A до 5,8 ед. рН.

Проведена оценка влияния разных концентраций сахара при его добавлении в цельное пастеризованное молоко на развитие штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. О развитии микроорганизмов судили по характеру изменения активной кислотности в процессе ферментации молока, которое регистрировали с помощью прибора i-Cinac (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2А, при содержании в цельном пастеризованном молоке сахара в концентрации 5%, 7,5%, 10% время ферментации штаммом 2636 TL-A молочного сырья практически идентично – значение активной кислотности 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) достигнуто за 4 ч, а без добавления сахара – за 4,2 ч. При добавлении 12% сахара время ферментации незначительно увеличивалось – до 4,5 ч.

Как видно из рисунка 2Б, при добавлении в цельное пастеризованное молоко сахара в концентрации 5%, 7,5%, 10%, 12% характер изменения активной кислотности штаммом 2653 TL-A практически идентичен: при всех исследованных концентрациях значения активной кислотности 5,0 ед. рН достигнуты за 4,2 – 4,5 ч,

также как и в молоке без добавления сахара.

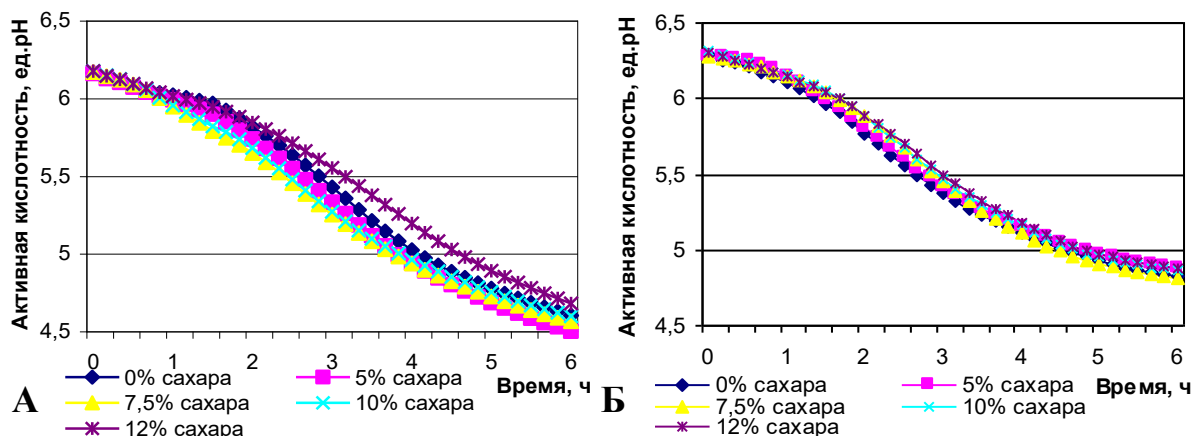


Рисунок 2 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с добавлением различных концентраций сахара в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A  
 Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в молоке, содержащем до 10% сахара, без увеличения времени сквашивания по сравнению с контрольным, не содержащим сахара. При увеличении концентрации сахара до 12% время ферментации молока у культуры 2636 TL-A увеличивалось на 30 мин., на кислотообразующую активность штамма 2653 TL-A данная концентрация сахара не влияла.

Проведена оценка влияния камеди рожкового дерева в различных концентрациях на развитие штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке. Поскольку при изготовлении кисломолочных напитков рекомендуется использовать камедь рожкового дерева в количестве 0,05–0,6% [7], то при исследовании ее добавляли в молоко в концентрации 0, 0,05%, 0,1%, 0,5% (рисунок 3).

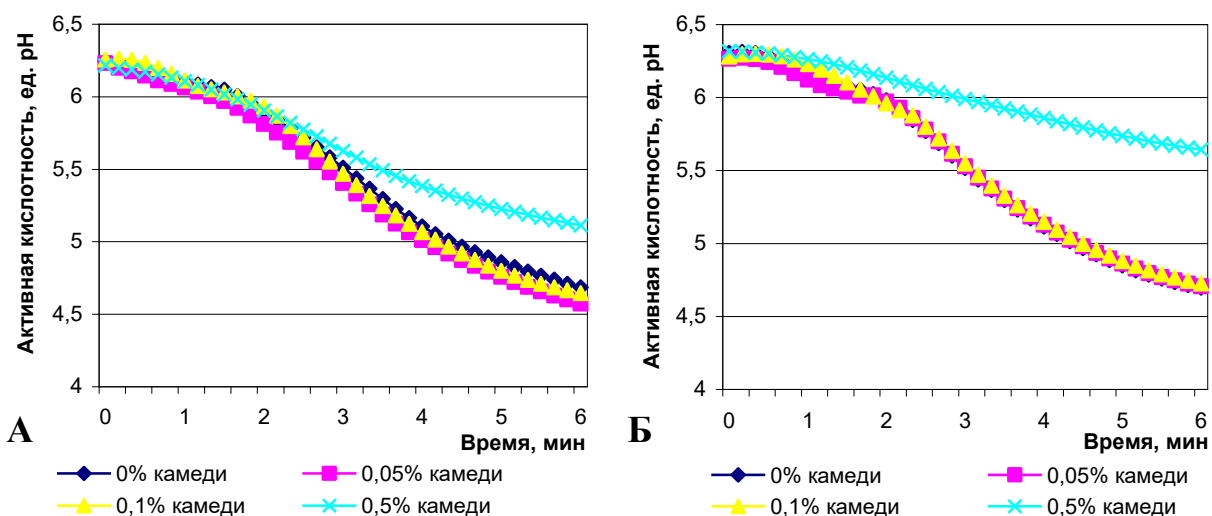


Рисунок 3 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с различными концентрациями камеди в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Источник данных: собственная разработка.

Как видно на рисунке 3, при добавлении камеди рожкового дерева в концентрации 0,05%, 0,1% время ферментации цельного пастеризованного молока штаммами 2636 TL-A и 2653 TL-A практически идентично, значение активной кислотности 5,0 ед. рН было достигнуто за 4,5 ч, также, как и без добавления камеди. При добавлении 0,5% камеди рожкового дерева значение активной кислотности за 6 ч культивирования составило 5,1 ед. рН (штамм 2636 TL-A) и 5,6 ед. рН (штамм 2653 TL-A).

**Заключение.** В ходе исследований проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации штаммами *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A и 2653 TL-A из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов при трех температурных режимах:  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$  и  $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Установлено, что при температуре  $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$  кислотообразующая активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* максимальна: снижение активной кислотности молока до 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) у обоих штаммов происходило за 4,5 – 5 ч. Из трех исследованных температурных режимов при  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  культуры развивались менее активно: при развитии штамма 2653 TL-A за 6 ч активная кислотность молока снизилась до 5,3 ед. рН, у штамма 2636 TL-A до 5,8 ед. рН.

Определено влияние технологических вспомогательных компонентов для производства кисломолочных напитков (сахара, камеди рожкового дерева) на характер изменения активной кислотности при ферментации молока культурами *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. Показано, что штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в молоке, содержащем до 10% сахара, без увеличения времени сквашивания по сравнению с контрольным, не содержащим сахара. При увеличении концентрации сахара до 12% время ферментации молока у культуры 2636 TL-A увеличивалось на 30 мин. Установлено, что исследуемые культуры развивались в молоке с добавлением камеди рожкового дерева при ее содержании до 0,1% не изменяя скорости кислотообразования. При увеличении количества камеди рожкового дерева до 0,5% наблюдали снижение сквашивающей активности: в течение 6 ч штамм 2636 TL-A снижал активную кислотность до 5,1 ед. рН, штамм 2653 TL-A – до 5,6 ед. рН.

### Список использованных источников

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.</p> <p>2. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // Учебник для ВУЗов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковь», 1999. – 415 с.</p> <p>3. Яруллина, Д.Р. Бактерии рода <i>Lactobacillus</i>: общая характеристика и методы работы с ними. Учеб.-метод. пособие. / Д.Р. Яруллина, Р.Ф. Фахруллин // Казань: Казанский университет, 2014. – 51 с.</p> <p>4. Гюльяхмедов, С.Г. Некоторые пробиотические свойства <i>Lactobacillus</i></p> | <p>1. Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheesemaking: technological, biological and physico-chemical aspects] / Pod red. S.A. Gudkova. – M.: De-Li print, 2003. – 800 s.</p> <p>2. Stepanenko, P.P. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov [Microbiology of milk and dairy products] / P.P. Stepanenko // Uchebnik dlja VUZov. – Sergiev Posad: ООО «Vse dlja Vas – Podmoskov'e», 1999. – 415 s.</p> <p>3. Jarullina, D.R. Bakterii roda <i>Lactobacillus</i>: obshhaja harakteristika i metody raboty s nimi. [Bacteria of the genus <i>Lactobacillus</i>: general characteristics and methods of working with them] Ucheb.-metod. posobie. / D.R. Jarullina, R.F. Fahrullin // Kazan': Ka-zanskij universitet, 2014. – 51 s.</p> <p>4. Gjul'ahmedov, S.G. Nekotorye probioti-cheskie svojstva <i>Lactobacillus delbrueckii</i> spp. <i>lactis</i> A7,</p> |
|--|--|



*delbrueckii* spp. *lactis* A7, изолированного из грудного молока / С.Г. Гюльяхмедов, Н.А. Абдуллаева, В.Ш. Назарли, А.А. Кулиев // Int. Adv. in Biol. Earth Sci, – 2017. – Vol. 2. – P. 186–191.

5. Шингарева, Т.И., Производство сыра: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманкаускас // Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

6. Fox, P.F. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology / Patrick F. Fox, Paul L.H. McSweeney, Timothy M. Cogan, Timothy P. Guinee. – 3rd ed. – Vol. 1: General aspects– UK: Elsevier Academic Press, 2004 – P.191–259.

7. Тамим, А.Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты. Под ред. Л. Забодаловой. / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон // СПб: Профессия, 2003. – 682 с.

8. Молоко коровье сырое: Технические условия. СТБ 1598-2006. – Введ. 31.01.2006 (с отменой на территории РБ ГОСТ 13264-88). – Минск : БелГИСС, 2015. – 24 с.

izolirovannogo iz grudnogo moloka [Some probiotic properties of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *lactis* A7, isolated from breast milk]/ S.G. Gjul'ahmedov, N.A. Abdullaeva, V.Sh. Nazarli, A.A. Kuliev // Int. Adv. in Biol. Earth Sci, – 2017. – Vol. 2. – P. 186–191.

5. Shingareva, T.I., Proizvodstvo syra: uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij po special'nosti «Tehnologija hranenija i pererabotki zhi-votnogo syr'ja» [Cheese production: a textbook for students of higher educational institutions with a degree in “Technology for storage and processing of animal raw materials”]/ T.I. Shingareva, R.I. Ra-mankauskas // Minsk: IVC Minfina, 2008. – 384 s.

7. Tamim, A.J. Jogurt i drugie kislomo-lochnye produkty. [Yoghurt. Science and Technology] Pod red. L. Zabodalovoj. / A.J. Tamim, R.K. Robinson // SPb: Professija, 2003. – 682 s.

8. Moloko korov'e syroe: Tehnicheskie uslovija [Raw cow's milk. Specification] . STB 1598-2006. – Vved. 31.01.2006 (s otmenoj na territorii RB GOST 13264-88). – Minsk : BelGISS, 2015. – 24 s.

УДК 637.146.33.03 (047.31)(476)  
https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-26-39

Поступила в редакцию 16 апреля 2020 года

Ю.С. Юдина, С.Л. Василенко, к.б.н., Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕЙКОНОСТОКОВ ИЗ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР И ИХ БАКТЕРИОФАГОВ

Yu. Yudina, S. Vasylenko, N. Zhabanos, N. Furyk  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

## INVESTIGATION OF PRODUCTION-VALUABLE AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LEUCONOSTOCS FROM THE REPUBLICAN COLLECTION OF INDUSTRIAL STRAINS OF STARTER CULTURES AND THEIR BACTERIOPHAGES

e-mail: yle4ka\_usa@mail.ru, vasylenko@tut.by, nzhabanos@tut.by, furik\_nn@tut.by

Изучены производственно-ценные свойства лейконостоков, позволяющие использовать их в составе заквасочных культур для молочной промышленности (сбраживающая и газообразующая активности, устойчивость к NaCl, pH, чувствительность к бактериофагам, антагонистическая активность по отношению к бактериям группы кишечной палочки). Предложена питательная среда для их культивирования с обоснованием углеводного компонента и температуры культивирования.

We investigated the industrial important properties of leuconostocs that make them possible to use it in starter cultures for the dairy industry (fermented and gas-forming activities, resistance for NaCl, pH, sensitivity to bacteriophages, antagonistic activity against coliform bacteria). We have developed the nutritional medium for their cultivation with the justification of the carbohydrate component and identified cultivation temperature of microorganisms.

**Ключевые слова:** лейконостоки; производственно-ценные свойства; заквасочные культуры; питательная среда.

**Keywords:** leuconostocs; industrial production-valuable properties; starter cultures; nutritional medium.

**Введение.** Важнейшей проблемой, стоящей перед молокоперерабатывающей промышленностью страны, является производство высококачественной продукции. В последние годы увеличение производства отмечено по всем видам молочной продукции. Следствием увеличения производства в Республике Беларусь групп ферментированных молочных продуктов является значительное повышение потребности белорусских производителей в бактериальных заквасках, являющихся необходимым компонентом их производства, определяющим органолептические свойства, пищевую и биологическую ценность продукта, а также безопасность для потребителя.

Молочнокислые бактерии играют важную роль при производстве широкого спектра продукции, определяя и формируя ее свойства. Несмотря на то, что наиболее часто для производства наиболее распространенных молочных продуктов (в частности, творога, сметаны, сыра и т.п.) применяют бактериальные закваски, в состав которых входят штаммы лактококков (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*) и термофильного стрептококка (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*), лейконостоки также являются одной из важных составляющих поливидовых заквасок.

Бактерии рода *Leuconostoc* относятся к грамположительным микроорганизмам. Они принадлежат к типу *Firmicutes*, классу *Bacilli*, порядку

*Lactobacillales*, семейству *Leuconostocaceae*, которое включает три рода: *Oenococcus*, *Weissella* и *Leuconostoc*. Род *Leuconostoc* включает 10 видов: *Leu. argentinum*, *Leu. carnosum*, *Leu. citreum*, *Leu. gasicomitatum*, *Leu. gelidum*, *Leu. kimchii*, *Leu. lactis*, *Leu. mesenteroides* (включая три подвида: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* и *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*) и *Leu. pseudomesenteroides*, у которых сходство последовательности 16S рРНК составляет 97,1–99,5%, а также *Leu. fallax*, который обладает 94–95% сходством последовательности гена 16S рРНК с другими лейкоостоками [1].

Генетически лейкоостоки находятся в наиболее тесном родстве не с лактококками, с которыми они схожи морфологически, а с некоторыми гетероферментативными молочнокислыми палочками (лактобациллами), от которых они отличаются по форме клеток. Лейкоостоки представляют собой сферические несколько вытянутые клетки размером 0,5–0,7 × 0,7–1,2 мкм, располагающиеся в виде коротких цепочек или попарно; неподвижны, спор и капсул не образуют, по Граму красятся положительно. При выращивании их в молоке или на средах с добавлением молока большинство штаммов образуют коккоподобные клетки в коротких цепочках. При культивировании в синтетических питательных средах клетки лейкоостоков удлиняются и могут иметь вид коротких палочек [2].

Культивирование лейкоостоков осуществляют на питательных средах сложного состава. Они медленно развиваются в молоке и для его ферментации необходимо добавление ростовых факторов, таких как, например, дрожжевой экстракт или глюкоза. Оптимальная температура развития находится в интервале +20...30°C, максимальная +35...39°C, минимальная +8...14°C. В то же время лейкоостоки выживают нагревание при температуре 65°C в течение 30 мин. По сравнению с лактококками лейкоостоки развиваются в молоке и снижают кислотность более медленно [2, 3].

Бактерии рода *Leuconostoc* являются газо- и ароматобразующими микроорганизмами: они сбраживают молочный сахар в молочную кислоту (до 60–80% сахара), а остальной превращают в летучие соединения. Наряду с накоплением молочной кислоты лейкоостоки образуют значительные количества уксусной кислоты, спирта (этанола), углекислого газа, продуцируют ацетон и диацетил. Лейкоостоки представляют интерес для изготовления творога и сыров, так как обладают газообразующей способностью при развитии в ферментируемом молоке или сырах после снижения рН до 4,5. Возможность взаимозамены лейкоостоков и *Lac. lactis* subsp. *diacetylactis* обусловлена тем, что обе группы этих микроорганизмов образуют диацетил и CO<sub>2</sub>, однако ароматобразующие лактококки образуют эти соединения только из цитратов молока, а лейкоостоки из лактозы и цитратов (в присутствии сбраживаемого углевода). У ароматобразующих лактококков способность образовывать диацетил и CO<sub>2</sub> может быть утрачена, у лейкоостоков она является стабильным свойством, так как закодирована в хромосоме. По этой причине эти микроорганизмы используют в сочетании с лактококковыми консорциумами в многоштаммовых заквасках в качестве газо-ароматобразующего компонента [2, 3].

Развитие лейкоостоков в молочном сырье во время выработки сыра стимулирует лактококковая микрофлора закваски путем образования низкомолекулярных азотистых соединений и, возможно, других факторов роста [4]. После прессования в сырах с низкой температурой и нагревания остается более 1% лактозы, что вполне достаточно для накопления лейкоостоками требуемого количества газа для формирования характерного для этих сыров рисунка [5]. Лейкоостоки не размножаются во время выработки сыров и могут образовывать газ во время созревания, когда температура и другие условия в сыре далеки от

оптимальных, но не подавляют их рост [6, 7].

После сбраживания лактозы в сырах рост лейконостоков прекращается. Чем больше лактозы в сырах остается после прессования, тем дольше продолжается развитие лейконостоков. При нормальной скорости сбраживания лактозы лейконостоки за время выработки сыра дают до 6 поколений. При избытке лактозы в сырах, например, в результате воздействия бактериофага на лактококки, лейконостоки могут вызывать раннее вспучивание сыра. Оно отличается от вспучивания, вызываемого бактериями группы кишечной палочки, тем, что вспученные сыры сохраняют вполне удовлетворительный вкус и аромат [3].

Бактериофаги лейконостоков менее распространены на сыродельных заводах, чем бактериофаги лактококков, так как лейконостоки начинают размножаться после свертывания молока, когда условия для репродукции бактериофагов неблагоприятны. В связи с этим, закваски, содержащие лейконостоки, более стабильно обеспечивают формирование рисунка в сыре, чем закваски, содержащие только лактококковую микрофлору [2, 3].

Лейконостоки оказывают влияние не только на рисунок, но и на другие органолептические показатели сыров. Введение в закваску лейконостоков улучшает вкус и запах, увеличивает содержание летучих жирных кислот, растворимых белков и т.д. Особенностью протеолитических систем штаммов лейконостоков является то, что они не дают горечи, что обусловлено низким уровнем образования в молоке пептидов и способностью разрушать горькие пептиды, образуемые другими микроорганизмами заквасок [8]. Более высокое содержание летучих кислот и более высокий pH в сырах с лейконостоками является следствием сбраживания ими части лактозы гетероферментативным путем [3, 8].

Передовой мировой опыт производителей концентрированных заквасок свидетельствует о том, что использование лейконостоков в составе заквасочной микрофлоры способствует получению ферментированных молочных продуктов, обладающих высокими органолептическими свойствами, а при изготовлении сыров с низкой температурой второго нагревания обеспечивает формирование правильного рисунка и отсутствие горечи в готовой продукции.

Таким образом, лейконостоки – один из важных компонентов заквасочной микрофлоры, поэтому изучение их характеристик и условий культивирования является актуальной задачей.

**Целью исследования** являлось изучение производственно-ценных и технологических свойств лейконостоков из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовали штаммы из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов, консорциумы на их основе, характеристика которых приведена в таблице 1, а также три культуры *Escherichia coli* и 27 коллекционных бактериофагов.

Таблица 1 – Молочнокислые бактерии, используемые в работе.

№ п/п	Штамм		Видовая принадлежность
1.	423 МН-ODG		<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
2.	412 МН-ODG		<i>Leuconostoc lactis</i>
3.	417 МН-ODG		<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>
4.	Кислотообразующая основа А	1530 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
5.		2600 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
6.		2715 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
7.	Кислотообразующая основа Б	744 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
8.		1597 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
9.		1879 М-А	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>

Источник данных: собственная разработка.

В работе использовали следующие питательные среды:

*Среду МРС* готовили согласно прописям, изложенным в [9].

*МРС среду, содержащую NaCl.* К компонентам МРС-среды добавляли NaCl в определенной концентрации (от 2,0% до 8,0%). Доводили pH до 6,2–6,4 ед. и стерилизовали автоклавированием при температуре  $(121\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(15\pm 1)$  мин.

*Для приготовления среды МРС разной активной кислотности* в готовой стерильной среде устанавливали требуемый pH с помощью 40% раствора молочной кислоты.

*Среду ВОМ-10* готовили согласно прописям, изложенным в [10].

*Среда ВОМ-10 с добавлением 1% дрожжевого экстракта.* В стерильную колбу вносили  $(10\pm 0,1)$  г дрожжевого экстракта, объем раствора доводили дистиллированной водой до  $(100\pm 10)$  см<sup>3</sup> и стерилизовали при  $(121\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(12\pm 2)$  мин. В асептических условиях  $(1\pm 0,01)$  см<sup>3</sup> раствора дрожжевого экстракта вносили в  $(9\pm 0,01)$  см<sup>3</sup> среды ВОМ-10.

*Пастеризованное молоко* – молоко, отвечающее требованиям [11], для молока не ниже высшего сорта, пастеризовали в автоклаве при  $0,35\pm 0,05$  МПа в течение 25 мин.

*Стерильное молоко* – молоко, отвечающее требованиям [11], для молока не ниже высшего сорта, стерилизовали при  $(121\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(12\pm 2)$  мин.

*Питательные среды* для культивирования лейконостоков. Среды №1, №2, №3, №4, №5 готовили на основе обезжиренного молока, частично гидролизованного нейтразой и новозимом, с добавлением факторов роста (дрожжевого экстракта, пептона и/или натрия лимоннокислого и/или натрия уксуснокислого и/или натрия хлористого и/или железа сернокислого и/или магния сернокислого и/или марганца сернокислого и др.). Стерилизовали в автоклаве при  $(121\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(15\pm 2)$  мин.

*КОН 40%.* В мерный стакан с 30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды вносили  $(40\pm 0,1)$  г сухого гидроксида калия, объем раствора доводили дистиллированной водой до  $(100\pm 10)$  см<sup>3</sup>.

#### **Используемые методы исследования:**

*Измерение pH* проводили в соответствии с [12].

*Получение  $(16\pm 2)$  часовых культур бактерий на среде МРС.* 0,1 мл исследуемой культуры вносили в пробирки, содержащие 15 мл среды MRS. Инкубировали в термостате при температуре  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(16\pm 2)$  ч.

*Получение  $(16\pm 2)$  часовых культур бактерий на среде ВОМ-10 с добавлением 1% дрожжевого экстракта.* 0,1 мл исследуемой культуры вносили в пробирки, содержащие 10 мл среды ВОМ-10 с добавлением 1% дрожжевого экстракта. Инкубировали в термостате при температуре  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(16\pm 2)$  ч.

*Определение времени сквашивания цельного молока.* К 50 мл пастеризованного (или стерильного) цельного молока добавляли 5% исследуемой культуры и инкубировали при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ . О сквашивающей активности судили по времени образования молочного сгустка.

*Определение газообразования.* Молочный сгусток тщательно перемешивали и по  $(20\pm 1)$  см<sup>3</sup> наливали в пробирки диаметром 15–20 мм, которые помещали на водяную баню и нагревали до  $(90\pm 1)^\circ\text{C}$ . У активных по газообразованию культур сгусток становился губчатым и поднимался над сывороткой от первоначального уровня на 10 мм и более.

*Определение наличия ароматообразования (продукция диацетила, ацетона).* На предметное стекло, лежащее на белой бумаге, наносили 2 капли сыворотки, в которые добавляли такое же количество 40% водного раствора КОН. Образование ароматических веществ определяли по окрашиванию в розовый цвет (в мин).

*Определение способности бактерий расти при различном рН среды.* (16±2) часовые бактериальные культуры, выращенные в среде МРС, вносили по 0,1 мл в 10 мл среды МРС с определенной активной кислотностью (2,57 ед. рН; 3,0 ед. рН; 3,5 ед. рН; 4,0 ед. рН; 4,5 ед. рН; 5,0 ед. рН; 5,5 ед. рН, 6,0 ед. рН, 6,5 ед. рН или 7,0 ед. рН). Инкубировали в течении 48–72 ч при (30±1)°С. О способности бактерий расти и развиваться в среде с исследуемой активной кислотностью судили по наличию (отсутствию) помутнения среды.

*Определение способности бактерий расти при различной концентрации NaCl в среде.* (16±2) часовые бактериальные культуры, выращенные в среде МРС, вносили по 0,1 мл в 10 мл среды МРС с определенным содержанием NaCl. Инкубировали в течении 48–72 ч при (30±1)°С. О устойчивости / чувствительности бактерий к поваренной соли расти судят по наличию (отсутствию) помутнения среды.

*Определение фагочувствительности культур.* Исследуемую культуру выращивали в жидкой среде МРС при (30±1)°С в течение 16±1 ч. 1,0 мл полученной культуры смешивали с 5 мл среды МРС, содержащей 0,7% агара, предварительно расплавленной и охлажденной до 45°С. Смесь равномерно распределяли по поверхности среды МРС, содержащей 1,5% агара, предварительно разлитой по 20±5 мл в чашки Петри и подсушенной. После застывания верхнего слоя на приготовленные газоны с помощью репликатора наносили суспензии фаголизатов. Посевы инкубировали в термостате при (30±1)°С в течение (18±2) ч. О чувствительности исследуемых культур к бактериофагам судили по наличию зоны лизиса (прозрачных зон) или отдельных негативных колоний.

*Определение антагонистической активности бактерий (метод отсроченного антагонизма).* На поверхность агаризованной МРС-среды в чашке Петри штрихом высевали исследуемый штамм лейконостоков, инкубировали в анаэробных условиях в течение 24 ч при (30±1)°С, после чего перпендикулярным штрихом наносили (16±2) часовые тест-культуры условно-патогенных микроорганизмов (*Escherichia coli*) и инкубировали при (37±1)°С в течение (24±2) часов. Об уровне антагонистической активности судили по размеру зоны задержки роста тест-культур.

*Определение оптической плотности суспензии бактерий.* Оптическую плотность определяли в пластиковых кюветах толщиной 1 см при длине волны 540 нм на спектрофотометре SOLAR.

*Определение скорости роста бактерий на различных питательных средах.* (16±2) часовые бактериальные культуры, выращенные в среде МРС, вносили в исследуемую среду в количестве 1%, инкубировали в термостате при (30±1)°С, периодически перемешивая суспензию бактериальных клеток. После 4 часов культивирования через каждые 2 часа отбирали пробы и регистрировали изменение оптической плотности и рН.

*Определение влияния углеводов в различной концентрации на рост и развитие бактерий.* (16±2) часовые бактериальные культуры, выращенные в среде МРС, вносили в исследуемую среду в количестве 1%, инкубировали в термостате при (30±1)°С, периодически перемешивая суспензию бактериальных клеток. Культуры выращивали в течении 12 ч, пробы отбирали через 0 ч, 4 ч, 6 ч, 8 ч, 10 ч, 12 ч культивирования и регистрировали изменение оптической плотности и рН.

*Определение скорости роста бактерий при различных температурных режимах.* (16±2) часовые бактериальные культуры, выращенные в среде МРС, вносили в исследуемую среду для промышленного культивирования в количестве 1%, тщательно перемешивали и в асептических условиях разливали в колбы по 100 мл, после чего инкубировали в термостате при следующих температурных режимах: (26±1)°С, (30±1)°С, (34±1)°С, (37±1)°С в течении 12 ч, периодически перемешивая

суспензию бактериальных клеток. После 4 часов культивирования через каждые 2 часа отбирали пробы и регистрировали изменение оптической плотности и pH.

**Результаты и их обсуждение.** Для трех используемых в исследовании штаммов лейконостоков определяли сквашивающую активность в молоке и оценивали их влияние на газо- и кислотообразование при совместной ферментации молока консорциумом лактококков и исследуемым штаммом лейконостока.

Поскольку штаммы *Leuconostoc* являются слабыми кислотообразователями, то проводили анализ сквашивающей активности монокультур на стерильном молоке, лейконостоков и сквашивающей основы, состоящей из трех штаммов активных кислотообразователей *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, - на пастеризованном молоке (таблица 2).

Таблица 2 – Определение сквашивающей и газообразующей активности лейконостоков.

Исследуемый штамм / комбинация		Время образования сгустка в молоке при (30±1)°С, ч	Газообразование, см	Окрашивание по щелочной пробе
423 МН-ODG		28	0,7	отсутствует
412 МН-ODG		28	5,5	отсутствует
417 МН-ODG		48	5,0	отсутствует
Кислотообразующая основа А		5 ч	0	отсутствует
Кислотообразующая основа Б		5 ч	0	отсутствует
Основа А	423 МН-ODG	5 ч	0,7	отсутствует
	412 МН-ODG	5 ч 30 мин	5,0	отсутствует
	417 МН-ODG	5 ч 10 мин	3,0	отсутствует
Основа Б	423 МН-ODG	5 ч	0,2	отсутствует
	412 МН-ODG	5 ч 45 мин	4,5	отсутствует
	417 МН-ODG	5 ч	2,5	отсутствует

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 2, три исследуемых штамма лейконостоков обладали невысокой сквашивающей активностью – ферментировали стерильное молоко за 28–48 ч. При этом у исследуемых культур газообразующая активность была выраженной – они обеспечивали поднятие молочного сгустка на 0,7 – 5,5 см. При добавлении к кислотообразующей основе лейконостоки незначительно увеличивали продолжительность сквашивания молока, насыщали сгусток диоксидом углерода, а также придавали молочному сгустку специфический щиплющий вкус, характерный для молока, ферментированного лейконостоками. При этом окрашивания по щелочной пробе у молока, сквашенного исследуемыми культурами, не регистрировали.

Изучена солеустойчивость лейконостоков на МРС-среде, содержащей NaCl в концентрации от 4% до 8% (с шагом 0,5%). Высокая устойчивость исследуемых микроорганизмов к поваренной соли дает возможным их использовать для изготовления заквасок для ферментированных продуктов, содержащих соль в достаточно высокой концентрации (например, некоторые виды сыров или творога). О толерантности бактерий к NaCl судили по наличию (отсутствию) помутнения среды. Установлена максимальная концентрация NaCl в среде МРС (5,5 – 6,0%), при которой возможен рост исследуемых штаммов (таблица 3).

Таблица 3 – Исследование устойчивости бактерий рода *Leuconostoc* к NaCl.

Наименование штамма	Концентрация NaCl, %								
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
423 МН-ODG	+	+	+	+	–	–	–	–	–
412 МН-ODG	+	+	+	+	+	–	–	–	–
417 МН-ODG	+	+	+	+	+	–	–	–	–

Примечание: «+» - наличие роста; «–» - отсутствие роста.

Источник данных: собственная разработка.

Исследовано влияние рН среды культивирования на способность исследуемых культур развиваться в широком диапазоне активной кислотности (таблица 4).

Таблица 4 – Исследование влияния активной кислотности среды на рост и развитие лейконостоков.

Штамм	Рост в МРС-среде с рН									
	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
423 МН-ODG	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–
412 МН-ODG	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–
417 МН-ODG	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–

Примечание: «+» - наличие роста; «–» - отсутствие роста.

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 4, при исследовании лейконостоков на способность к росту в средах с различными значениями активной кислотности установлено, что все исследуемые штаммы способны расти и развиваться в средах с диапазоном значений активной кислотности от 5,0 до 7,5 ед. рН.

При определении антагонистической активности по отношению к бактериям *E. coli* штаммов рода *Leuconostoc* использовали метод отсроченного антагонизма. Зоны задержки роста кишечной палочки не регистрировали. Таким образом, лейконостоки не обладают антагонистической активностью по отношению к бактериям группы кишечной палочки.

Исследование культур на чувствительность к 27 коллекционным бактериофагам показало, что лейконостоки устойчивы к бактериофагам, выделенным на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

Для изучения возможности культивирования штаммов лейконостоков в промышленных условиях исследовали рост и развитие штаммов на пяти различных промышленных средах, основой которой служит гидролизованное молоко, с добавлением различных факторов роста в разных концентрациях, в качестве контроля использовали среду МРС, являющуюся оптимальной для культур данного рода (рисунок 1).

Скорость роста и развития культур лейконостоков на разных питательных средах определяли по изменению оптической плотности и активной кислотности среды культивирования.

Как видно на рисунке 1, исследованные штаммы лейконостоков более интенсивно развивались на двух средах: среде МРС, используемой в качестве контроля, и среде №4 на основе гидролизованного молока с добавлением дрожжевого экстракта, натрия лимоннокислого, магния сернокислого, аскорбиновой кислоты, глюкозы.



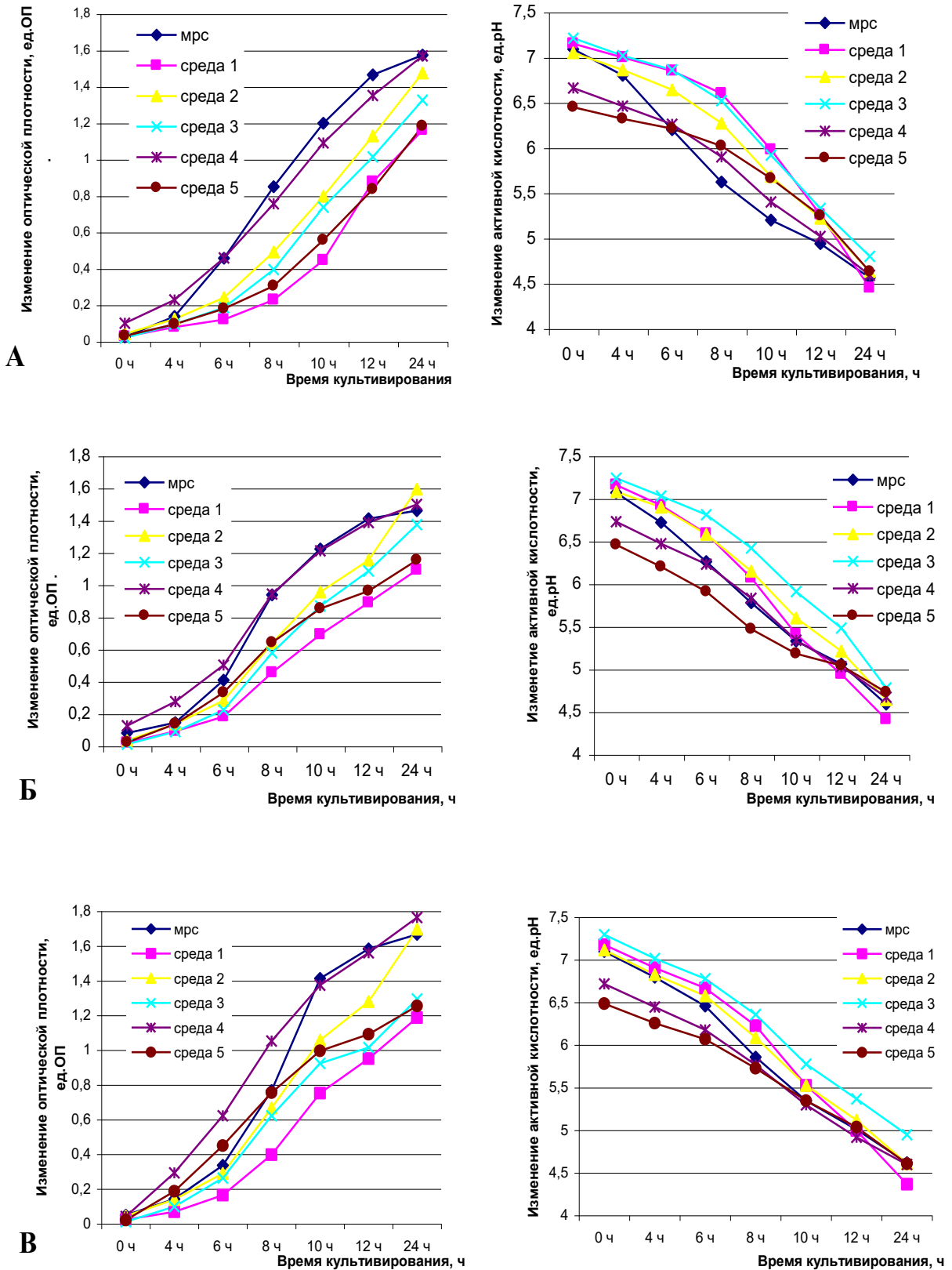


Рисунок 1 – Изменение оптической плотности и активной кислотности культуральной жидкости при культивировании штаммов лейконостоков на разных питательных средах.

А – штамм 423 МН-ODG, Б – штамм 412 МН-ODG, В – штамм 417 МН-ODG.

Источник данных: собственная разработка.

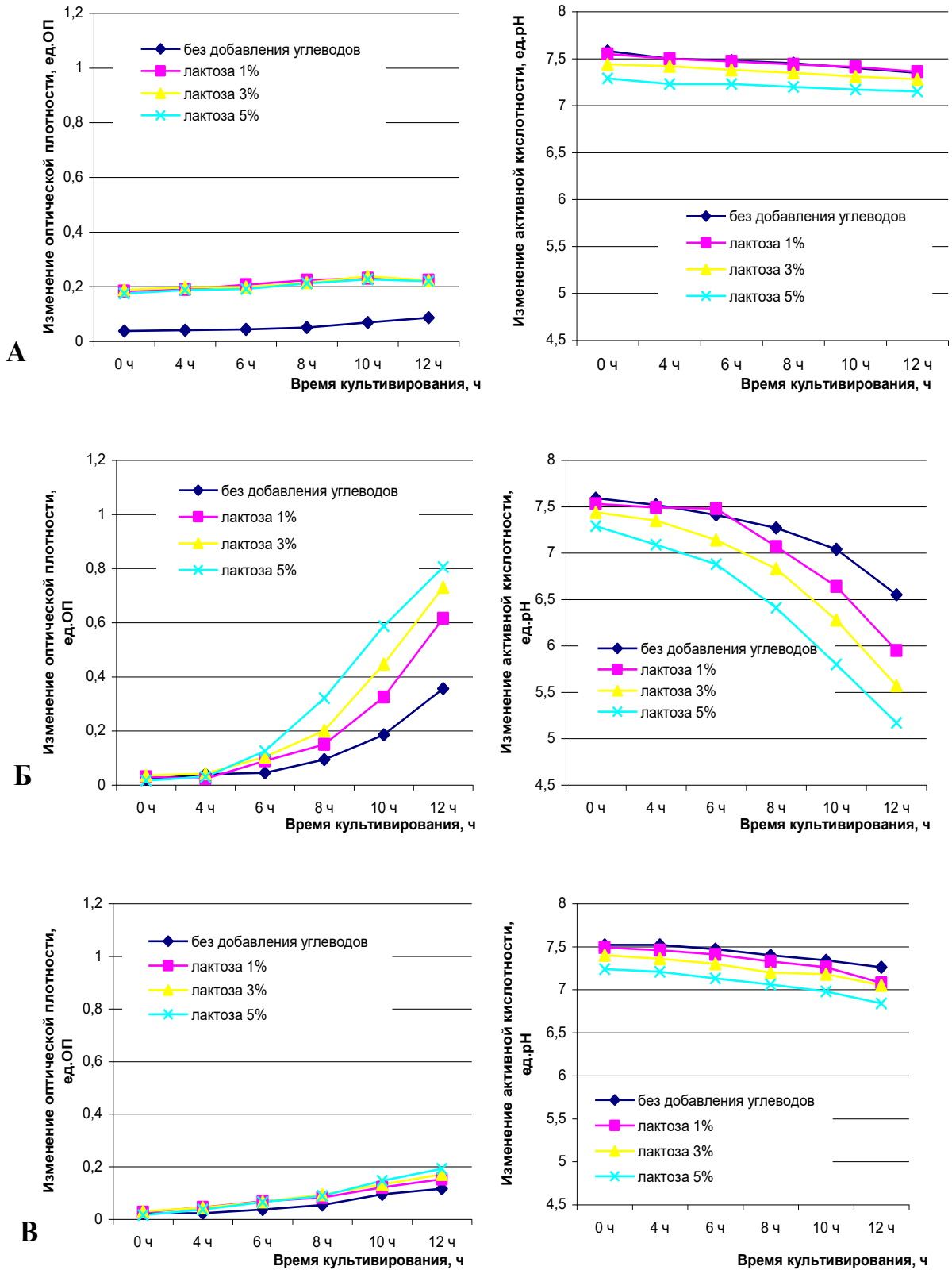


Рисунок 2 – Изменение оптической плотности и активной кислотности культуральной жидкости при культивировании штаммов лейконосток в среде, содержащей лактозу в различной концентрации. А – штамм 423 МН-ODG, Б – штамм 412 МН-ODG, В – штамм 417 МН-ODG.

Источник данных: собственная разработка.

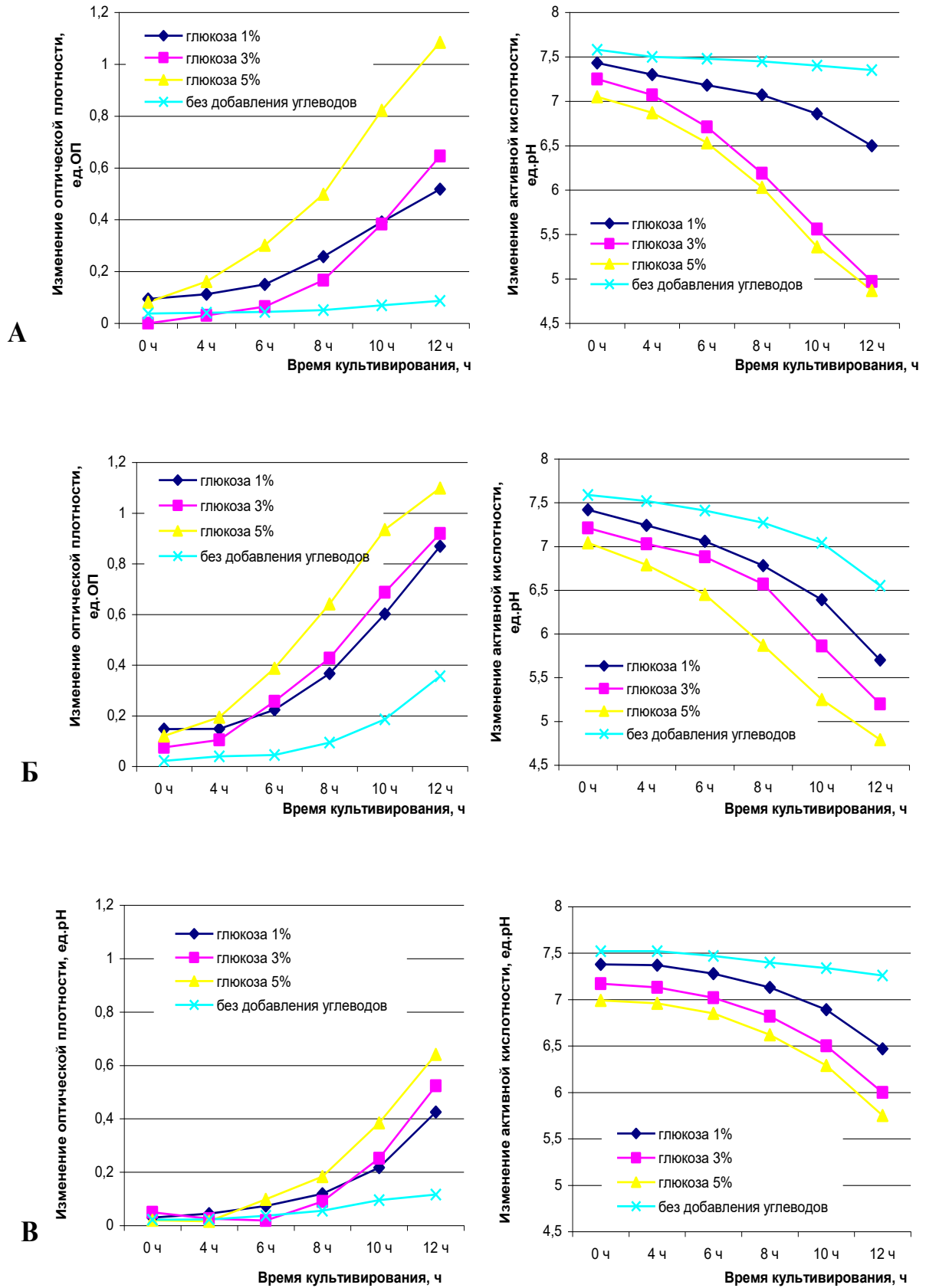


Рисунок 3 – Изменение оптической плотности и активной кислотности культуральной жидкости при культивировании штаммов лейконосток в среде, содержащей глюкозу в различной концентрации.

А – штамм 423 МН-ODG, Б – штамм 412 МН-ODG, В – штамм 417 МН-ODG.

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, оптимальной для культивирования лейконостоков средой является среда №4, так как при ее использовании для выращивания культур нарастание оптической плотности культуральной жидкости и снижение ее активной кислотности максимальные для всех исследуемых микроорганизмов и сопоставимы с контролем.

Поскольку культуры лейконостоков могут ферментировать лактозу и глюкозу, то изучали их влияние при использовании в качестве источников углерода и энергии (в разной концентрации) на рост и развитие культур рода *Leuconostoc*. Анализировали рост бактериальных культур, используя в качестве основы разработанную среду №4, но содержащую разные концентрации сахаров: лактозы 1%, 3%, 5% (рисунок 2) и глюкозы 1%, 3%, 5% (рисунок 3). Для анализа влияния выбранных углеводов в исследуемой концентрации использовали среду, в которую не добавляли углеводы. О росте культур судили по изменению рН и оптической плотности культуральной жидкости исследуемых штаммов.

Как видно из рисунка 2, при использовании лактозы в разной концентрации в качестве источника углерода и энергии штаммы лейконостоков практически не развиваются. Исключение составил лишь штамм 412 МН-ODG у которого через 12 ч культивирования оптическая плотность увеличилась на 0,568 ед.ОП, 0,696 ед.ОП, 0,788 ед.ОП, соответственно, при использовании среды содержащей 1%, 3% или 5% лактозы.

Таким образом, лактозу активно сбразивал единственный штамм *Leuconostoc* 412 МН-ODG, развитие остальных двух исследуемых культур за 12 ч культивирования практически не регистрировали. В качестве источника углерода и энергии для роста и развития штаммов лейконостоков лактозу использовать нельзя.

Как видно на рисунке 3, для трех исследуемых культур лейконостоков при использовании в качестве источника углерода и энергии глюкозы в концентрации 1%, 3% и 5%, штаммы лейконостоков развивались: при содержании глюкозы в среде в концентрации 1% прирост оптической плотности составил для штамма *Leuconostoc* 423 МН-ODG 0,424 ед. ОП, штамма *Leuconostoc* 412 МН-ODG – 0,722 ед. ОП, для штамма *Leuconostoc* 417 МН-ODG – 0,395 ед. ОП, при содержании глюкозы в среде в концентрации 5% прирост оптической плотности составил для штамма *Leuconostoc* 423 МН-ODG 1,003 ед. ОП, штамма *Leuconostoc* 412 МН-ODG – 0,979 ед. ОП, для штамма *Leuconostoc* 417 МН-ODG – 0,621 ед. ОП.

Для культивирования бактерий рода *Leuconostoc* оптимально использовать в качестве источника углерода и энергии глюкозу в концентрации 5%.

При определении технологических параметров культивирования лейконостоков исследовали скорость роста и развития штаммов лейконостоков на подобранной среде, содержащей 5% глюкозы, при следующих температурных режимах (26±1)°С, (30±1)°С, (34±1)°С, (37±1)°С (рисунок 4).

Как видно на рисунке 4, все исследуемые штаммы лейконостоков одинаково хорошо развивались в разработанной среде как при (30±1)°С, так и при (34±1)°С. Увеличение или снижение температуры культивирования негативно влияло на рост исследуемых культур.

Таким образом, для культивирования лейконостоков в промышленных условиях можно использовать питательную среду №4 с глюкозой в качестве источника углерода и энергии при температурных режимах культивирования (30±1)°С – (34±1)°С.

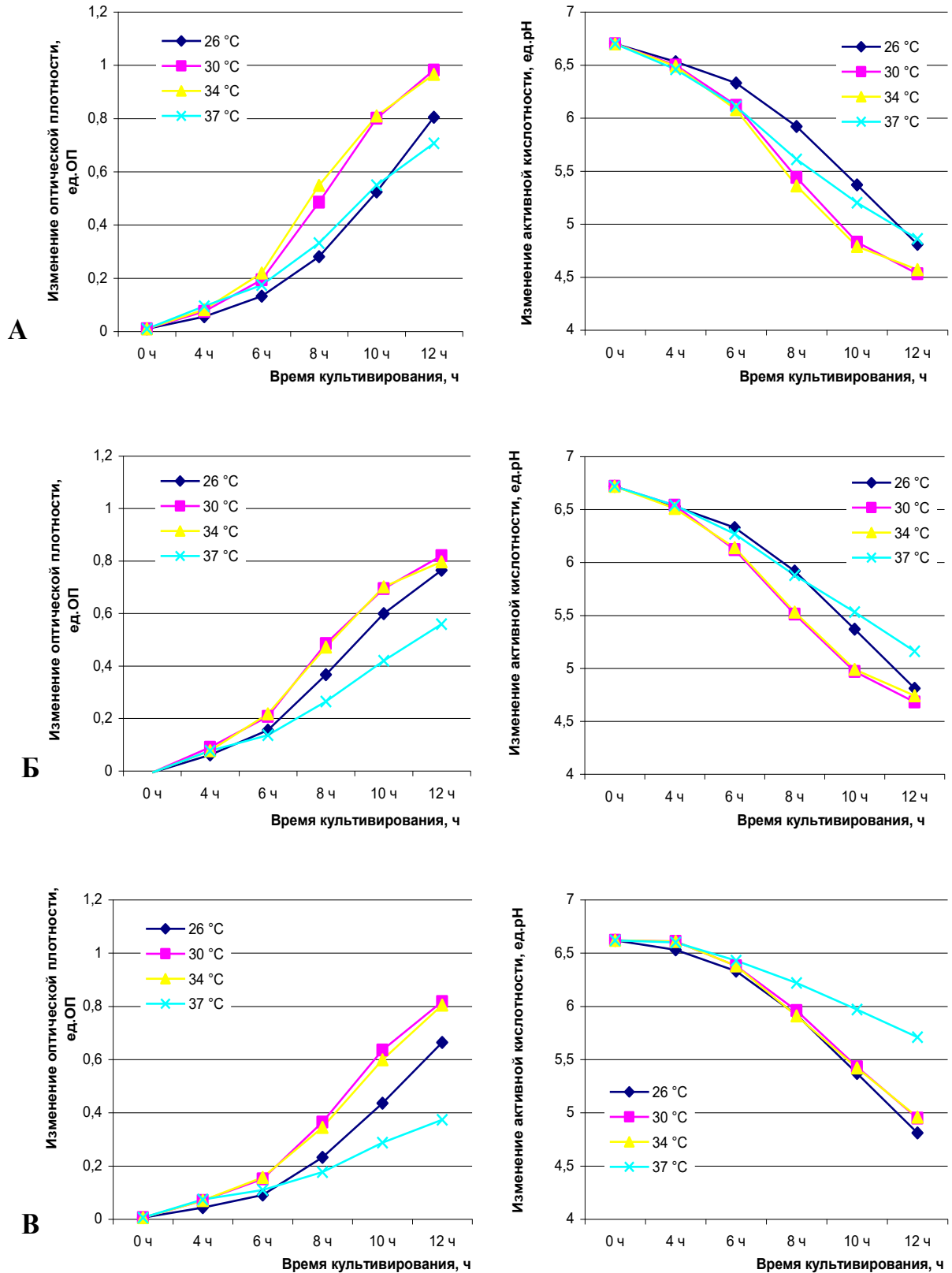


Рисунок 4 – Изменение оптической плотности и активной кислотности культуральной жидкости при культивировании штаммов лейконосток при различных температурных режимах.  
 А – штамм 423 MH-ODG, Б – штамм 412 MH-ODG, В – штамм 417 MH-ODG.  
 Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Таким образом, в ходе выполнения исследования изучены производственно-ценные свойства лейконостоков, позволяющие их использовать в составе заквасочных культур для изготовления ферментированных молочных продуктов (сыров, творога): использованные в работе культуры лейконостоков обладали выраженной газообразующей способностью – обеспечивали поднятие молочного сгустка на 0,7 – 5,5 см, при слабой сквашивающей активности (ферментировали стерильное молоко за 28–48 ч) хорошо развивались с кислотообразующей основой, не удлинняя скорость кислотообразования, обладали высокой устойчивостью к бактериофагам, NaCl (рост штаммов регистрировали при концентрации (5,5–6%), обладали способностью развиваться в средах с диапазоном значений активной кислотности от 5,0 до 7,5 ед. рН.

В ходе научных исследований определена оптимальная для культивирования лейконостоков в промышленных условиях – питательная среда на основе гидролизованного молока с добавлением дрожжевого экстракта, натрия лимоннокислого, магния сернокислого, аскорбиновой кислоты, и глюкозы в качестве углеводного компонента. Установлена концентрация глюкозы (5%), позволяющая достигнуть высокого уровня оптической плотности при культивировании лейконостоков и подобрана оптимальная температура развития штаммов, которая составила (30±1)°С – (34±1)°С.

#### Список использованных источников

1. Björkroth, J. Genera *Leuconostoc*, *Oenococcus* and *Weissella* / J. Björkroth, W. Holzapfel // In: *The Prokaryotes*. – Dworkin M. (Eds.), Falkow S., Rosenberg E., Karl-Heinz Schleifer K.-H., Erko Stackebrandt E., 3rd ed., Springer-Verlag, New York, NY. – 2006. – Vol. 4, chapter 1.2.9. – P. 2670–319.
2. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. Учебник для ВУЗов. / П.П. Степаненко. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковь», 1999. – 415 с.
3. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
4. Libudzisz, Z. Characteristics of mixed-strain starters of *Streptococcus cremoris* and *Leuconostoc cremoris*. / Z. Libudzisz, J. Pajek-Bilska // *Acta Alim. Polon*, – 1980. – Vol. 4. – P. 259–267.
5. Гудков, А.В. Особенности микробиологических процессов в советском сыре / А.В. Гудков, И.П. Анищенко, Л.А. Остроумов, М.А. Алексеева // *Молочная промышленность*, 1980. – № 2. – С. 13–17.
6. Parente, E. Starter Cultures: General Aspects. / E. Parente, T.M. Cogan // In: *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. – 3rd ed. – Vol. 1: General aspects – UK: Elsevier Academic Press, 2004 – P. 123–148.
7. Beresford, T. The Microbiology of Cheese Ripening / T. Beresford, A. Williams // In: *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. – 3rd ed. – Vol. 1: General aspects – UK: Elsevier Academic
2. Stepanenko, P.P. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov. Uchebnik dlja VUZov. [Microbiology of milk and dairy products] / P.P. Stepanenko – Sergiev Posad: ООО «Vse dlja Vas – Podmoskov'e», 1999. – 415 s.
3. Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheesemaking: technological, biological and physico-chemical aspects] / Pod red. S.A. Gudkova. – M.: De-Li print, 2003. – 800 s.
5. Gudkov A.V., Anishchenko I.P., Ostroumov L.A., Alekseyeva M.A. Osobennosti mikrobiologicheskikh protsessov v sovetskom syre [Features of microbiological processes in Soviet cheese] // *Molochnaya promyshlennost'*, 1980. – № 2. – S. 13–17.

Press, 2004 – P.287-318.

8. Шергин, Н.А. Улучшение качества сыров группы голландского путем совершенствования отбора лейконостоков в закваски: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. / Н.А. Шергин; Углич, 1985. – 149 с.

9. De Man, J.C. A medium for the cultivation of lactobacilli / J.C. De Man, M. Rogosa, M.E. Sharpe // J. Appl. Bacteriol. – 1960. – Vol. 23. – P. 130–135.

10. Акбулатова, М.М. Солеустойчивость лактобацилл – основа использования штаммов в бактериальных концентратах для производства сыров / М.М. Акбулатова, С.Л. Василенко, Н.Н. Фурик // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. Вып. 5. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня [и др.] – Минск, РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2011. – С. 108–119.

11. Молоко коровье сырое. Технические условия: СТБ 1598-2006. – Введ. 31.01.2006. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 24 с.

12. Молоко. Метод измерения pH : ГОСТ 26781-85. – Введ. 20.12.85. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 4 с.

8. Shergin, N.A. Uluchshenie kachestva syrov gruppy gollandskogo putem sovershenstvovaniya otbora lejkonostokov v zakvaski [Improving the quality of Dutch cheeses by improving the selection of leukonosts in the starter cultures] : avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.04. / N.A. Shergin; Uglich, 1985. – 149 s.

10. Akbulatova, M.M. Soleustojchivost' laktobacill – osnova ispol'zovanija shtammov v bakterial'nyh koncentratah dlja proizvodstva syrov [Salt tolerance of lactobacilli is the base for strains using in bacterial starter cultures for cheese production] / M.M. Akbulatova, S.L. Vasylenko, N.N. Furik // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochного syr'ja. Vyp. 5. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A.V. Meleshchenja [i dr.] – Minsk, RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2011. – S. 108–119.

11. Moloko korov'e syroe. Tehnicheskie uslovija [Raw cow's milk. Specification] : STB 1598-2006. – Vved. 31.01.2006. – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2015. – 24 s.

12. Moloko. Metod izmerenija rH [Milk. method of pH measuring] : GOST 26781-85. – Vved. 20.12.85. – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2004. – 4 s.

*Е.Н. Бирюк, к.с.-х.н., Ю.С. Тарашкевич, Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ТИПИРОВАНИЕ *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES* С ПОМОЩЬЮ ПЦР

*A. Biruk, Y. Tarashkevich, N. Furik  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### GENETIC TYPING OF *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES* USING PCR

*e-mail: biohimbel@rambler.ru, julia10095@mail.ru, furik\_nn@tut.by*

*Изучены возможности использования RAPD-ПЦР с праймерами: ERIC1R-1, ERIC2-1, BOXA1R, BOXA2R и Rep-ПЦР с праймерами P15, P16, XD8, XD9, RAPD-mes, (GTG)<sub>5</sub> для выявления генетической гетерогенности 9 штаммов и 8 изолятов *Leuconostoc mesenteroides*. В результате филогенетического анализа, полученного при типировании лейконостоков, выделены три кластера культур с высоким уровнем бутстрап-поддержки. Полученные результаты свидетельствуют о возможности выявлять генетические различия по профилю генерируемых ампликонов среди штаммов *Leuconostoc mesenteroides* с помощью комбинированного использования методов Rep-ПЦР и RAPD-ПЦР.*

*We studied the possibility of using RAPD-PCR with primers: ERIC1R-1, ERIC2-1, BOXA1R, BOXA2R and Rep-PCR with primers P15, P16, XD8, XD9, RAPD-mes, (GTG)<sub>5</sub> to identify genetic heterogeneity of 9 strains and 8 isolates of *Leuconostoc mesenteroides*. Three clusters of cultures with a high level of bootstrap support were identified as a result of phylogenetic analysis obtained when typing *Leuconostoc*. The obtained results indicate the possibility of revealing genetic differences in the profile of the generated amplicons among *Leuconostoc mesenteroides* strains using the combined methods of Rep-PCR and RAPD-PCR.*

**Ключевые слова:** *Leuconostoc mesenteroides*; генотипирование; RAPD-PCR; Rep-PCR; праймеры.

**Keywords:** *Leuconostoc mesenteroides*; genotyping; RAPD-PCR; Rep-PCR; primers.

**Введение.** Бактерии рода *Leuconostoc* – важная в технологическом отношении группа молочнокислых бактерий, входящая в состав заквасочных культур для производства кисломолочного масла, творога, сыров с низкой температурой второго нагревания. Род *Leuconostoc* объединяет девять видов. В молочной промышленности наибольшее значение имеют два вида: *Leuconostoc lactis* и *Leuconostoc mesenteroides*, который включает три подвида: *dextranicum*, *mesenteroides*, *cremoris* [1, 2]. В производстве сыров с низкими температурами второго нагревания, сыров типа Рокфор и кисломолочных сыров обычно используют *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*. При совместном развитии с лактококками лейконостоки стабилизируют содержание диацетила, снижают уровень ацетоина, увеличивают уровень уксусной кислоты и этанола, способствуют снижению накопления горьких пептидов в сырах. От других видов и подвигов сливочный лейконосток отличает низкая метаболическая активность, повышенная чувствительность к внешним факторам и очень сложные питательные потребности, особенно в аминокислотах. Бактериофаги лейконостоков практически не распространены на сыродельных заводах. Кроме того, лейконостоки начинают размножаться после свертывания молока, когда условия для репродукции бактериофагов неблагоприятны. В связи с этим, закваски с лейконостоками обеспечивают более стабильное формирование рисунка в сырах [3].



Однако, для создания устойчивых бактериальных консорциумов необходимо использование штаммов, имеющих низкий уровень внутривидового генетического родства. Использование таких культур в составе консорциумов для бактериальных заквасок стабилизирует их производственно-ценные свойства, что в свою очередь, обеспечивает гарантированное получение ферментированных продуктов высокого качества.

По сравнению с традиционными способами видовой детекции, установление видовой принадлежности с помощью ПЦР отличается универсальностью, более глубоким уровнем видовой дифференциации, высокой воспроизводимостью и степенью достоверности, что обосновывает актуальность применения данных методов [4–8]. Молекулярно-генетические методы, основанные на особенностях нуклеотидного состава ДНК микроорганизмов, позволяют не только провести видовую идентификацию исследуемых бактерий, но и дают возможность получить индивидуальные генотипические характеристики каждого штамма. Именно молекулярно-биологические методы составляют базу геномного фингерпринтинга. В настоящее время разработаны различные методики ДНК-типирования, основанные на полимеразной цепной реакции: specific PCR, RAPD-PCR, Rep-PCR, PCR-RFLP, AFLP и др. [9, 10].

К методам типирования микроорганизмов предъявляют ряд требований: они должны быть стабильными, обладать выраженной типизирующей способностью, дискриминативностью и позволять дифференцировать 2 неродственных изолята, произвольно выбранных из популяции изучаемого вида, а также быть воспроизводимыми. В связи с небольшой трудоемкостью и стоимостью исследований в практических лабораториях перспективно использование различных вариантов ПЦР типирования, основанных на случайной амплификации полиморфной ДНК (RAPD-ПЦР), либо амплификации повторяющейся экстрагенной палиндромной ДНК (Rep-ПЦР). Эти методы основаны на использовании коротких праймеров, число и расположение сайтов связывания таких неспецифических праймеров различается среди бактерий разных видов и различных штаммов одного вида, что позволяет по профилю образуемых в ПЦР фрагментов выявлять генетическое различие/сходство микроорганизмов [11].

Цель наших исследований – изучить возможности использования RAPD- и Rep-ПЦР для выявления генетической гетерогенности штаммов *Leuconostoc mesenteroides*.

**Материалы и методы исследований.** Исследования по генотипированию культур *Leuconostoc mesenteroides* проводили в отделе биотехнологий РУП «Институт мясо-молочной промышленности». В работе использовали 9 коллекционных штаммов лейконостоков из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов (423 МН-ODG, 412 МН-ODG, 417 МН-ODG, 430 МН-ODG, 418 МН-ODG, 426 МН-ODG, 427 МН-ODG, 410 МН-ODG, 413 МН-ODG) и 7 изолятов лейконостоков, выделенных из природных источников и идентифицированных методом секвенирования последовательности гена 16S rRNA. Образцы p1427/1-1-3-3 и p1427/3-4-2 были выделены из клевера узколистного; образец p1464/2-1-3-2 – из плодов яблони, образцы p1465/1-5-2, p1465/3-2-2-1, p1465/3-5-3-1, p1465/4-5-1-1 также выделены из плодов яблони.

Бактериальные культуры выращивали в жидкой среде МРС. Выделение ДНК из бактериальных клеток проводили с использованием коммерческого набора «АртДНК MiniSpin» (ООО «АРТБиоТех») согласно инструкции производителя. Для проведения амплификации использовали реактивы и праймеры производства ОДО «Праймтех».

При проведении Rep-ПЦР использовали праймеры: ERIC 1R-1, ERIC 2-1, BOXA1R, BOXA2R (таблица 1). Амплификацию осуществляли в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 1X AM-буфер с MgCl<sub>2</sub>, 200 мкМ dNTP, 60 пкМ праймера, 1ед. *Taq*-полимеразы и матрицу ДНК. В отрицательный контроль матрицу не добавляли. Оптимизированный протокол амплификации с праймерами ERIC 1R-1 и ERIC 2-1 включал следующие стадии: начальная денатурация 5 минут при 95°C; первый этап включал 4 цикла: 95°C – 1 мин, 40°C – 5 мин, 68°C – 8 мин; а второй этап – 30 циклов: 94°C – 30 сек, 51°C – 1 мин, 72°C – 2 мин. Оптимизированный протокол амплификации с праймерами BOXA1R, BOXA2R включал следующие стадии: начальная денатурация 5 минут при 95°C; первый этап включал 4 цикла: 95°C – 1 мин, 40°C – 5 мин, 68°C – 8 мин; второй этап – 30 циклов: 94°C – 1 мин, 65°C – 2 мин, 72°C – 2 мин. В обоих случаях реакции завершали элонгацией при 72°C в течение 5 мин.

Таблица 1 – Праймеры, использованные для Rep-ПЦР и RAPD-ПЦР.

Праймер	Последовательность
ERIC 1R1	5'-TAGTAAGCTCCTGGGGATTTCAC-3'
ERIC 2-1	5'-AAGTAAGTGACTGGGGTGAGCG-3'
BOXA1R	5'-CTACGGCAAGGCGACGCTGACG-3'
BOXA2R	5'-ACGTGGTTTGAAGAGATTTTCG-3'
RAPD-mes	5'-AAGAGCCCGT-3'
P15	5'-CTGGGCACGA-3'
P16	5'-TCGCCAGCCA-3'
XD8	5'-CAAGGCATCC-3'
XD9	5'-GAAGTCGTCC-3'
(GTG) <sub>5</sub>	5'-GTGGTGGTGGTGGTG-3'

Источник данных: из открытых источников.

При проведении RAPD-ПЦР использовали праймеры P15, P16, XD8, XD9, RAPD-mes, (GTG)<sub>5</sub> (табл. 1). Амплификацию осуществляли в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 1X AM-буфер с MgCl<sub>2</sub>, 200 мкМ dNTP, 20 пкМ праймера, 1ед. *Taq*-полимеразы и матрицу ДНК. В отрицательный контроль матрицу не добавляли. С праймерами P15, P16 реакцию начинали плавлением ДНК при 95°C в течение 5 мин., затем следовало 40 циклов: 94°C – 30 сек, 40°C – 30 сек, 72°C – 1 мин. С праймерами XD8, XD9 реакцию начинали плавлением ДНК при 95°C в течение 5 мин., затем следовало 40 циклов: 94°C – 1 мин, 40°C – 1 мин, 72°C – 2 мин. В обоих случаях завершали реакцию элонгацией при 72°C в течение 7 мин. Амплификацию с праймером (GTG)<sub>5</sub> начинали плавлением ДНК при 95°C в течение 7 мин., первый этап включал в себя 4 цикла: 95°C – 2 мин, 36°C – 2 мин, 72°C – 8 мин; а второй этап – 30 циклов: 94°C – 1 мин, 50°C – 1 мин, 72°C – 1 мин. Завершали реакцию элонгацией при 72°C в течение 5 мин. Амплификацию с праймером RAPD-mes начинали плавлением ДНК при 95°C в течение 7 мин., первый этап включал в себя 4 цикла: 94°C – 5 мин, 36°C – 5 мин, 72°C – 5 мин; а второй этап – 30 циклов: 94°C – 1 мин, 50°C – 1 мин, 72°C – 2 мин. Завершали реакцию элонгацией при 72°C в течение 10 мин.

Продукты амплификации смешивали с интеркалирующим красителем UView 6x Loading Dye (Bio-Rad) и разделяли с помощью электрофореза в 1,5% агарозном геле с использованием 1X TAE буфера. Для документирования результатов

электрофореза использовали систему GelDoc XR+ (Bio-Rad). Размеры фрагментов ДНК устанавливали на основании их электрофоретической подвижности в геле, в качестве маркера молекулярного веса использовали М1Кб (ОДО «Праймтех»).

Кластерный анализ полученных ПЦР-профилей осуществляли с помощью программы TREECON for Windows (version 1.3b) [12]. Бинарные матрицы исходных данных создавали вручную после визуализации гелей, обозначая присутствие фрагмента как 1, а его отсутствие – 0. Анализ осуществляли методом невзвешенного попарного среднего (UPGMA). Бутстрап вычисляли по выборке из 100 деревьев. Критерием устойчивости кластера считали значение бутстрапа выше 50.

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе наших исследований было проведено секвенирование нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК 9 коллекционных штаммов лейконостоков и 7 изолятов лейконостоков, для подтверждения их видовой принадлежности. Исследуемые штаммы лейконостоков оказались близки ко всем трем подвидам вида *Leuconostoc mesenteroides*: *mesenteroides*, *dextranicum* и *cremoris*. Все исследуемые культуры также были идентифицированы как *Leuconostoc mesenteroides* с помощью видоспецифичной ПЦР с использованием пары праймеров Lmes-f (5'-AACTTAGTGTCGCATGAC-3') и Lmes-r (5'-AGTCCGAGTTACAGACTACAA-3'). Подвиды *mesenteroides* и *dextranicum* были отделены от подвида *cremoris* с помощью специфичной ПЦР с использованием пары праймеров Ldex-f (5'-ТАСТТААТСГСАССААССА-3') и Ldex-r (5'-TTGCCATGTATTGACCATCA-3').

Для выявления внутривидовой генетической гетерогенности исследуемых культур лейконостоков на следующем этапе проводили ПЦР со случайными праймерами (RAPD-ПЦР) и амплификацию консервативных повторяющихся последовательностей (Rep-ПЦР). Метод RAPD-ПЦР основывается на использовании низкой температуры отжига и одного праймера размером 10 нуклеотидов, имеющего неспецифическую последовательность, благодаря чему праймер связывается со множеством комплементарных участков ДНК и, в случае их близкого расположения друг к другу, амплифицирует их. Инсерции и делеции в ДНК приводят к исчезновению или появлению сайта связывания праймера, что сопровождается появлением изменений в профиле ампликонов [13]. Праймеры ERIC, соответствующие последовательностям Rep-повторов *E. coli*, успешно используют для анализа меж- и внутривидовых различий бактериальных геномов. Генетические перестройки приводят к тому, что в ходе Rep-ПЦР с праймерами ERIC могут образовываться профили ампликонов, которые отличаются не только у разных видов микроорганизмов, но и у представителей одного вида [14].

Схема генотипирования исследуемых нами бактерий с помощью Rep-ПЦР состояла из проведения амплификации с использованием праймеров ERIC 2-1, ERIC IR1 BOXA1R и BOXA2R, электрофоретического разделения синтезированных продуктов и анализа полученных ампликонов. При разделении продуктов амплификации и последующем визуальном анализе полученных электрофореграмм было выявлено от 2 до 12 ПЦР-фрагментов различной длины (таблица 2). Наибольшее разнообразие фрагментов образовывалось в реакциях с праймерами ERIC IR1 и ERIC 2-1 – 11 и 12 фрагментов соответственно. Следует также отметить, что образцы p1427/1-1-3-3 и p1427/3-4-2 (выделенные из одного природного источника – клевера узколистного) при использовании праймера ERIC IR1 формируют различные профили фрагментов. Также различные профили отмечены у образцов p1465/3-2-2-1, p1465/3-5-3-1, p1465/4-5-1-1, p1465/1-5-2 (выделены из яблока) при амплификации с праймерами ERIC IR1 и ERIC2-1.

Использование праймера BOXA1R оказалось неинформативным поскольку приводило к получению идентичных профилей у всех культур за исключением

одного штамма (427 МН-ODG). При использовании праймера BOXA2R образовывались идентичные профили, за исключением образцов 410 МН-ODG, p1427/1-1-3-3 и p1427/3-4-2, что свидетельствует о непригодности данного праймера для внутривидовой дифференциации лейкопостоков.

Таблица 2 – Количество фрагментов, полученных при типировании лейкопостоков с помощью Rep-ПЦР

Количество типов фрагментов			
ERIC IR1	ERIC2-1	BOX A1R	BOX A2R
11	12	2*	3*

\*-отсутствуют полиморфные фрагменты

Источник данных: собственная разработка.

Схема генотипирования исследуемых бактерий с помощью RAPD-ПЦР включала амплификацию с праймерами P15, P16, XD8 и XD9, (GTG)<sub>5</sub>, RAPD-mes, электрофоретическое разделение синтезированных продуктов и анализ полученных профилей. При визуальном анализе RAPD-профилей, было выявлено от 1 до 13 фрагментов ДНК (таблица 3). Использование праймера P15 оказалось неинформативным поскольку приводило к получению идентичных профилей у всех культур за исключением двух штаммов (417 МН-ODG и 410 МН-ODG).

Таблица 3 – Количество фрагментов ДНК, полученных при RAPD-ПЦР

Праймер	Количество типов фрагментов
P15	6
P16	12
XD8	13
XD9	1*
(GTG) <sub>5</sub>	6
RAPD-mes	8

\*-отсутствуют полиморфные фрагменты

Источник данных: собственная разработка.

Для объективной оценки генетического родства исследуемых культур проводили кластерный анализ результатов генотипирования с помощью программы TREECON for Windows (version 1.3b) [12]. Результаты анализа представлены на рисунках в виде филогенетических деревьев (рисунки 1–4).

Наибольшее количество устойчивых кластеров в филогенетическом дереве было получено при использовании праймера ERIC 2-1. Профили, полученные с помощью ERIC IR-1 оказались более однородными, а структура деревьев, построенных на их основании – менее достоверной (рисунок 1).

При использовании для амплификации праймеров (GTG)<sub>5</sub>, RAPD-mes, XD 8, P15, P16 стабильно выделялись два устойчивых кластера: кластер из изолятов p1427/1-1-3-3, p1427/3-4-2 с уровнем бутстрапа 93-100; и второй кластер изолятов: p1465/3-2-2-1, p1465/3-5-3-1, p1465/4-5-1-1, p1465/1-5-2, p1464/2-1-3-2 с уровнем бутстрапа 57-100 (рисунки 2–3).

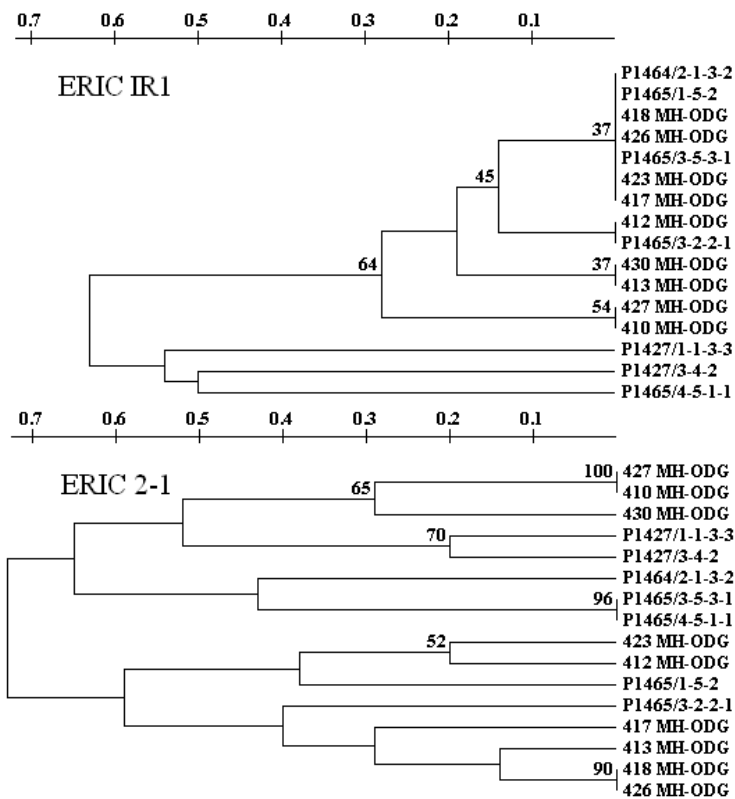


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево, полученное при типировании лейкоцесток с помощью Rep-ПЦР  
Источник данных: собственная разработка.

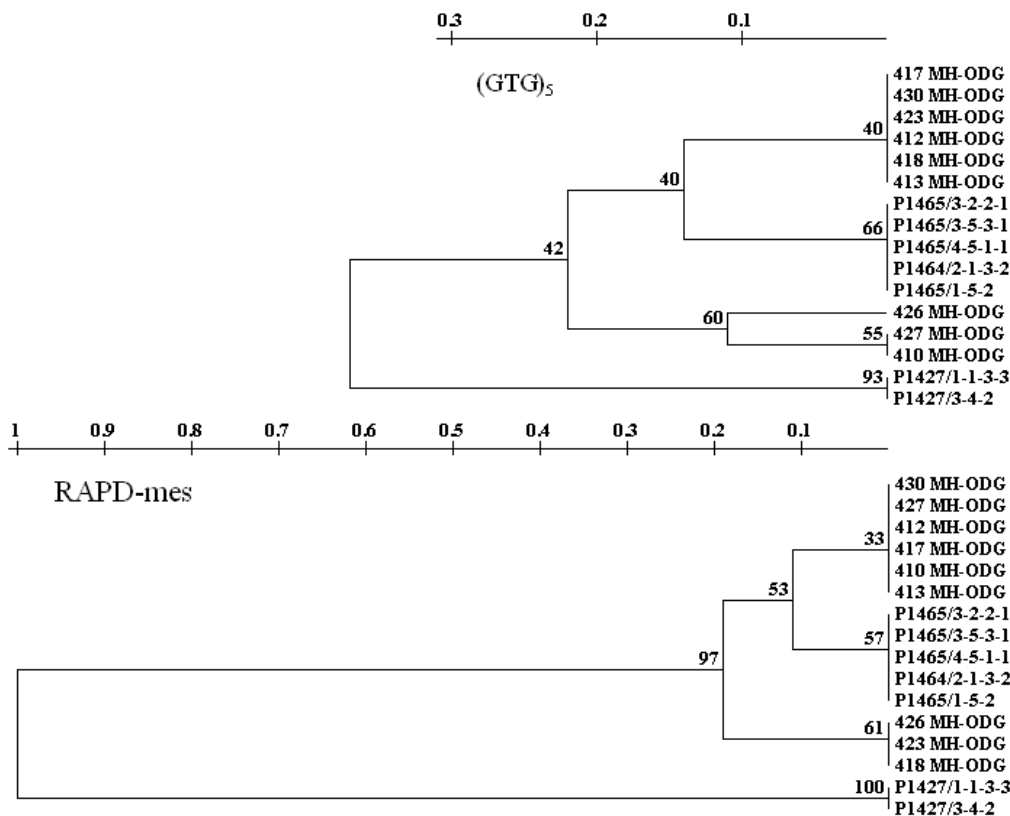


Рисунок 2 – Филогенетическое дерево, полученное при типировании штаммов лейкоцесток с помощью RAPD-ПЦР с праймерами (GTG)<sub>5</sub> и RAPD-mes

Источник данных: собственная разработка.

При типировании культур лейконостоков с помощью RAPD-ПЦР с праймером RAPD-mes штаммы 426 МН-ODG, 423 МН-ODG и 418 МН-ODG формируют отдельный устойчивый кластер (значение бутстрапа 97). При использовании праймеров P15 и P16 все 9 коллекционных штаммов формируют отдельный устойчивый кластер с уровнем бутстрап-поддержки 67 и 96 соответственно. Однако при использовании праймера XD8 три штамма 427 МН-ODG, 430 МН-ODG и 410 МН-ODG формируют отдельные филогенетические ветви с высоким уровнем бутстрапа (53-94). Исследуемые образцы различались также по числу уникальных (характерных только для одного образца) ампликонов.

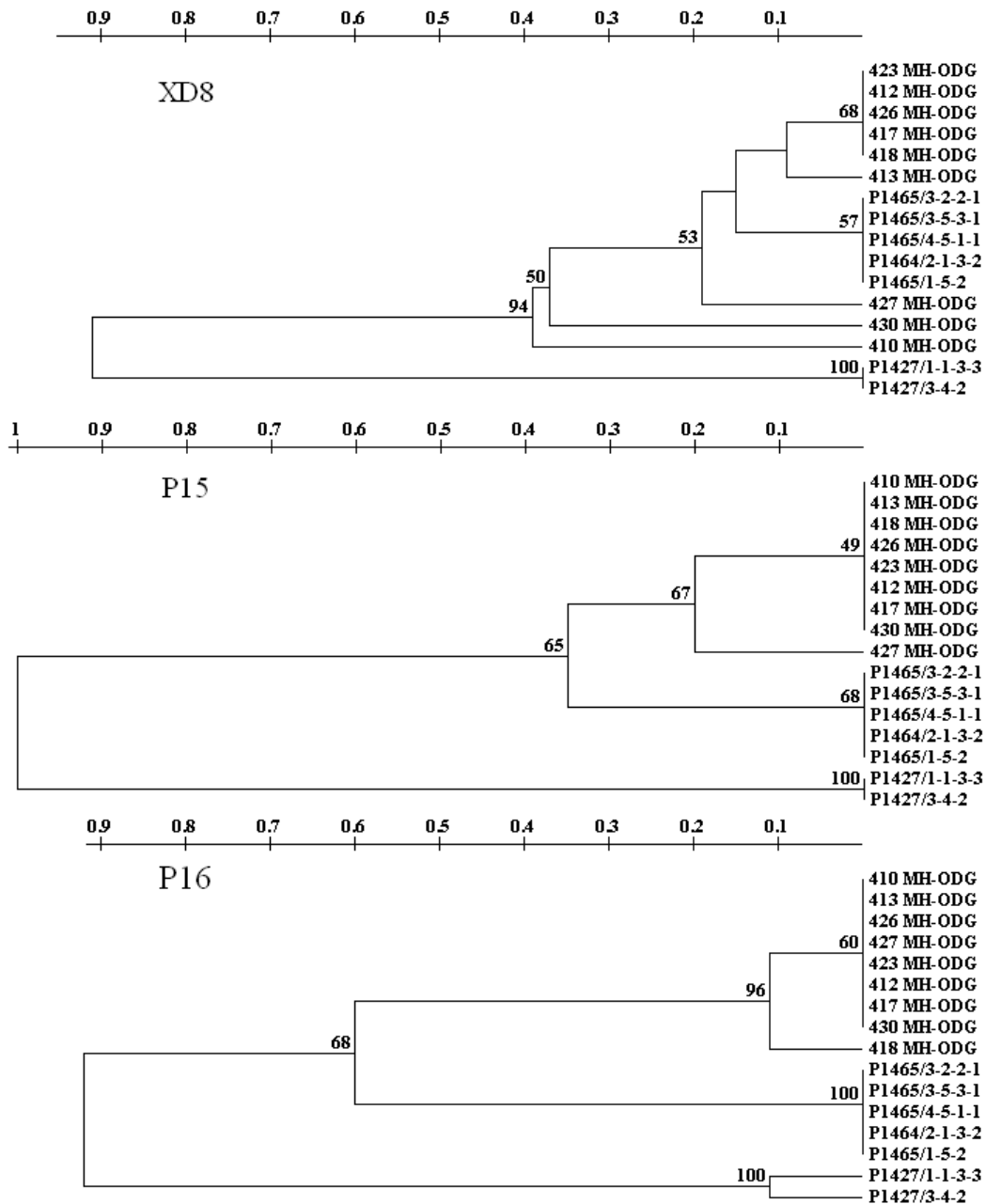


Рисунок 3 – Филогенетическое дерево, полученное при типировании штаммов лейконостоков с помощью RAPD-ПЦР  
 Источник данных: собственная разработка.

Анализ суммарного филогенетического дерева, полученного при типировании лейконостоков с помощью RAPD-ПЦР и Rep-ПЦР, позволил выделить три кластера с высоким уровнем бутстрап-поддержки (84-100). Микроорганизмы внутри каждой группы генетически схожи между собой. В отдельный кластер вошли два изолята p1427/1-1-3-3 и p1427/3-4-2. Второй кластер сформирован из пяти изолятов, полученных из двух природных образцов: p1465/3-2-2-1, p1465/3-5-3-1, p1465/4-5-1-1, p1465/1-5-2, p1464/2-1-3-2. Третий кластер сформирован из коллекционных лейконостоков, внутри данного кластера можно выделить отдельный кластер из трех штаммов: 430 MH-ODG, 427 MH-ODG и 410 MH-ODG (рисунок 4).

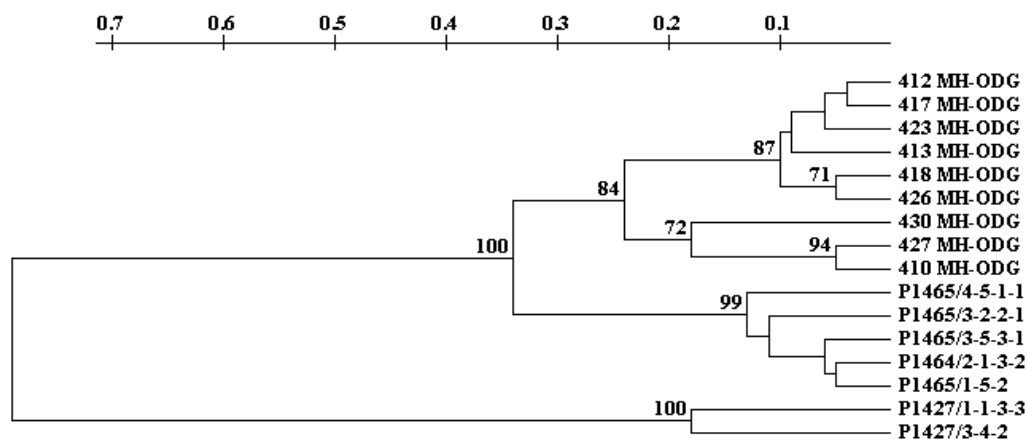


Рисунок 4 – Суммарное филогенетическое дерево, полученное при типировании штаммов лейконостоков с помощью RAPD-ПЦР и Rep-ПЦР

Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** В результате проведенных исследований при генотипировании лейконостоков с помощью RAPD-ПЦР установлено что культуры, выделенные из одного природного источника, имеют идентичные ПЦР-профили, однако культуры полученные из разных природных источников, значительно различаются по числу ампликонов. В случае с Rep-ПЦР, при использовании праймеров ERIC IR1 и ERIC2-1 все исследуемые культуры имеют различные профили ампликонов.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности выявлять генетические различия по профилю генерируемых ампликонов среди штаммов *Leuconostoc mesenteroides* с помощью комбинированного использования методов Rep-ПЦР и RAPD-ПЦР.

#### Список использованных источников

1. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковь». – 1999. – 415 с.

2. Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology / eds. M. Goodfellow [et al.]. – New York, NY: Springer New York, 2012.

3. Шергин, Н.А. Улучшение качества сыров группы голландского путем совершенствования отбора лейконостоков в закваски: дисс. ... канд. технич. наук: 05.18.04. – Углич, 1985. – 246 с.

1. Stepanenko, P.P. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov [Microbiology of milk and dairy products] / P.P. Stepanenko // Sergiev Posad: ООО «Vse dlja Vas – Podmoskov'e». – 1999. – 415 s.

3. Shergin N.A. Uluchshenie kachestva syrov grupy gollandskogo putem sovershenstvovaniya otbora lejkonostokov v zakvaski [Improving the quality of Dutch group cheeses by improving the selection of leuconostocks in sourdough]: diss. ... kand. tehnic. nauk: 05.18.04. – Uglich, 1985. – 246 s.

4. Соловьева, И.В. Биологические свойства лактобацилл. Перспективы использования в лабораториях Роспотребнадзора экспресс-методов амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) при контроле качества пищевых продуктов, БАД к пище, лекарственных форм, содержащих лактобациллы / И.В. Соловьева [и др.] // МедиАль. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 29–44.

5. Точилина, А.Г. Биохимическая и молекулярно-генетическая идентификация бактерий рода *Lactobacillus*: дис...канд. биол. наук: 03.00.04, 03.00.07. – Нижний Новгород, 2009. – 148 с.

6. Chentouf, H.F. Isolation and identification of *Leuconostoc mesenteroides* producing bacteriocin isolated from Algerian raw camel milk / H.F. Chentouf, B. Zineb // Afr. J. Microbiol. Res. – 2013. – Vol. 7. – № 23. – pp. 2961–2969.

7. Dimic, G. Characteristics of the *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* strains from fresh vegetables / G. Dimic // Acta Period. Technol. – 2006. – № 37. – pp. 3–11.

8. Schillinger, U.A. genus-specific PCR method for differentiation between *Leuconostoc* and *Weissella* and its application in identification of heterofermentative lactic acid bacteria from coffee fermentation / U. Schillinger, B. Boehringer, S. Wallbaum, L. Caroline, A. Gonfa, M. Huch (née Kostinek), W. H. Holzapfel, C. M.A.P. Franz // FEMS Microbiol. Lett. – 2008. – Vol. 286. – № 2. – pp. 222–226.

9. Alegría, Á. Identification, typing, and functional characterization of *Leuconostoc* spp. strains from traditional, starter-free cheeses / Á. Alegría, S. Delgado, A. Belén Flórez, B. Mayo // Dairy Sci. Technol. – 2013. – Vol. 93. – № 6. – pp. 657–673.

10. Fatma, C. H. Isolation and identification of *Leuconostoc mesenteroides* producing bacteriocin isolated from Algerian raw camel milk / C. H. Fatma, Z. Benmecherrine // Afr. J. Microbiol. Res. – 2013. – Vol. 23. – № 7. – pp. 2961–2969.

11. Слизень, В.В. Генетическое типирование *Salmonella enterica* с помощью ПЦР / В.В. Слизень, Ж.Ф. Циркунова, Е.И. Гудкова, О.Ч. Глаз. // Медицинский Журнал. – Т. 3. – № 49. – С. 93–97.

12. Van de Peer, Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment / Y. Van de Peer, R. De Wachter // Bioinformatics. – 1994. – Vol. 10. – № 5. – pp. 569–570.

13. Mathis, D.L. Variation in *Salmonella* Enteritidis RAPD-PCR Patterns May Not Be Due to Genetic

4. Solov'eva, I.V. Biologicheskie svojstva laktobacill. Perspektivy ispol'zovaniya v laboratorijah Rospotrebnadzora jekspress-metodov amplifikacii nukleinovyh kislot (MANK) pri kontrole kachestva pishhevyyh produktov, BAD k pishhe, lekarstvennyh form, soderzhashhih laktobacilly [Biological properties of lactobacilli. Prospects for using Express methods of amplification of nucleic acids (mana) in laboratories of Rospotrebnadzor for quality control of food products, dietary SUPPLEMENTS, and dosage forms containing lactobacilli]/ I.V. Solov'eva [i dr.] // MediAl'. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 29–44.

5. Tochilina, A.G. Biohimicheskaja i molekulyarno-geneticheskaja identifikacija bakterij roda *Lactobacillus* [Biochemical and molecular genetic identification of *Lactobacillus* bacteria]: dis...kand. biol. nauk: 03.00.04, 03.00.07. – Nizhnij Novgorod, 2009. – 148 s.

11. Slizen', V.V. Geneticheskoe tipirovanie *Salmonella enterica* s pomoshh'ju PCR [Genetic typing of *Salmonella enterica* using PCR]/ V.V. Slizen', Zh.F. Cirkunova, E.I. Gudkova, O.Ch. Glaz. // Medicinskij Zhurnal. – Т. 3. – № 49. – С. 93–97.



Differences / D.L. Mathis, R.D. Berghaus, M.D. Lee, J.J. Maurer // Avian Dis. – 2011. – Vol. 55. - № 4. – pp. 620-625.

14. Saxena, M.K. Strain differentiation of Indian isolates of Salmonella by ERIC-PCR / M.K.Saxena, V.P. Singh, B.D. Lakhcharua, G.Taj, B. Sharma // Res. Vet. Sci. – 2002. – Vol. 73. – № 3. – P. 313–314.

УДК 637.136.5 (047.31)  
https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-50-57

Поступила в редакцию 8 мая 2020 года

*О.А. Титова, О.С. Головач, М.Ю. Прошкина, И.А. Спиридонова,  
Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н., Т.А. Савельева, к.в.н., доцент  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСОРЦИУМОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ В ЖИДКОМ АЗОТЕ И ХРАНЕНИИ**

*O. Titova, O. Golovach, M. Proshkina, I. Spiridonova,  
N. Zhabanos, N. Furik, T. Savelyeva  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CONSORTIA OF LACTIC ACID MICROORGANISMS DURING FREEZING IN LIQUID NITROGEN AND STORAGE**

*e-mail: 12x@tut.by, GOS\_82@tut.by, mawamog@mail.ru, spir\_ira@tut.by,  
nzhabanos@tut.by, furik\_nn@tut.by, t.savelyeva@tut.by*

*В статье приведена сравнительная оценка основных технологических характеристик консорциумов молочнокислых микроорганизмов, используемых для изготовления заквасок для творожных изделий, до и после замораживания в жидком азоте, при хранении в течение 6 месяцев. Установлено, что при хранении в течение 6 месяцев с соблюдением температурного режима минус (40±2)°С и ниже основные технологически значимые характеристики консорциумов молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок, применяемых в молочной промышленности, сохраняются.*

*The article provides a comparative assessment of the main technological characteristics of consortia of lactic acid microorganisms used to make starter cultures for cottage cheese products, before and after freezing in liquid nitrogen, during storage for 6 months. It was found that when stored for 6 months with a temperature regime of minus (40 ± 2) °C and below, the main technologically significant characteristics of consortia of lactic acid microorganisms for the manufacture of starter cultures used in the dairy industry are preserved.*

**Ключевые слова:** молочнокислые микроорганизмы; хранение; замораживание; технологические характеристики.

**Keywords:** lactic acid microorganisms; storage; freezing; technological characteristics.

**Введение.** Кисломолочные продукты получают сквашиванием молочного сырья заквасками, которые представляют собой специально отобранные по таксономическим, физиолого-биохимическим и биотехнологическим свойствам и подобранные в соответствии с особенностями технологии производимой продукции и назначением, соответствующим образом подготовленные непатогенные и нетоксигенные микроорганизмы и/или их комбинации [1]. Созданные комбинации, имеющие необходимый спектр характеристик и свойств, являются живым симбиотическим консорциумом очень чувствительным к изменению условий его поддержания. Актуальной задачей является разработка эффективных технологий консервирования микроорганизмов, обеспечивающих полное сохранение основных технологических свойств заквасочных культур в процессе длительного хранения [2]. По данным исследователей [3–5] криочувствительность клеток в большой степени зависит не только от физических, но и от физиологических, биохимических и других свойств культур и на практике для сохранения полезных свойств необходим подбор режимов криоконсервации для каждого конкретного объекта. В связи с этим

исследования технологических характеристик консорциумов молочнокислых микроорганизмов при замораживании в жидком азоте являются актуальными.

**Материалы и методы исследований.** Исследованы технологические характеристики консорциума молочнокислых микроорганизмов для производства закваски, применяемой для изготовления творожных изделий, в виде полного состава из штаммов двух подвидов К - *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, так и неполного - из одного подвида микроорганизмов: L - *Lactococcus lactis subsp. lactis* либо D - *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*.

Образцы полного и неполного состава, полученные культивированием в 2 видах питательных сред: восстановленном обезжиренном молоке (*Лм*, *Дм*, *Км*) и среде на основе сыворотки (*Лс*, *Дс*, *Кс*), смешивали с защитной средой и замораживали в жидком азоте.

Для определения свертывающей активности (АС) в пастеризованное молоко вносили 16-часовую культуру и выдерживали его до момента образования сгустка при температуре  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Отмечали время в часах.

Кислотообразующую активность (АК) определяли путем вычисления прироста титруемой кислотности в пастеризованном восстановленном обезжиренном молоке, при ферментации 16-часовой культурой при температуре  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 4 ч.

Для определения газообразующей способности (ГОС) в пробирку диаметром 15–20 мм вносили  $(20 \pm 1) \text{ см}^3$  сквашенного молочного сырья, отмеряли маркером или стеклографом исходный уровень. В другую пробирку аналогичного диаметра наливали 20–25  $\text{см}^3$  воды и опускали термометр. Пробирки нагревали на водяной бане до  $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Линейкой измеряли уровень поднятия сгустка относительно метки (в мм).

Для определения ароматобразующей активности (АОС) консорциумов, содержащих штаммы *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, на предметное стекло с лункой наносили 1 каплю 40-ного % водного раствора КОН и 1 каплю сыворотки сквашенного молочного сырья, отмечали время начала реакции, выдерживали при комнатной температуре и отмечали время окрашивания смеси в розовый цвет (в минутах).

Оптическую плотность определяли в пластиковых кюветах толщиной 1  $\text{см}^3$  при длине волны 540 нм на спектрофотометре SOLAR.

Определение значения активной кислотности с помощью системы для контроля ферментации iCinas (АМС, France) осуществляли в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

**Результаты и их обсуждение.** Проведена сравнительная оценка основных технологических характеристик исходных консорциумов и восстановленных после замораживания в жидком азоте. Данные, полученные в ходе экспериментов, представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1 – Технологические характеристики консорциумов при ферментации молочного сырья

Обозначение консорциума	Значения показателей							
	до замораживания				после замораживания			
	АК, °Т	АС, ч	ГОС, мм	АОС, мин	АК, °Т	АС, ч	ГОС, мм	АОС, мин
<i>Лм</i>	14	5,5	н/о	н/о	14	5,5	н/о	н/о
<i>Дм</i>	13	5,5	12	7	14	5,5	10	6
<i>Км</i>	13	5,5	12	7	13	5,5	14	6

Обозначение консорциума	Значения показателей							
	до замораживания				после замораживания			
	АК, °Т	АС, ч	ГОС, мм	АОС, мин	АК, °Т	АС, ч	ГОС, мм	АОС, мин
<i>Lc</i>	13	5,5	н/о	н/о	13	5,5	н/о	н/о
<i>Dc</i>	13	5,8	12	7	14	5,5	10	6
<i>Kc</i>	14	5,8	12	7	16	5,5	10	6

Примечание: н/о – определение не проводилось

Источник данных: собственная разработка.

На основании экспериментальных данных установлено, что восстановленные консорциумы и консорциумы до замораживания в жидком азоте обладают близкими характеристиками: кислотообразующая активность – 13–16°Т, длительность сквашивания молочного сырья – 5,5–5,8 ч с образованием плотных колющихся сгустков, высокая ароматобразующая способность – 6–7 мин, газообразующая способность соответствует нормируемым значениям (не ниже 10 мм). Установлено, что вид среды культивирования, используемой для получения консорциумов для замораживания в жидком азоте, не влияет на их технологические характеристики.

Особый интерес представляют технологические характеристики полных консорциумов *Km*, *Kc* и консорциумов *Lm+ Dm*, *Lc+ Dc*, полученных из образцов неполного состава после их восстановления. При исследовании консорциумов *L+D* отмечены значительные отличия значений технологических характеристик по сравнению с полными консорциумами *Km*, *Kc*: кислотообразующая активность ниже на  $(8\pm 3)^\circ\text{T}$ , отсутствие свертывающей активности (таблица 2). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что консорциумы, созданные из неполных по штаммовому составу образцов, при ферментации молочного сырья, не воспроизводят исходные технологические характеристики.

Таблица 2 – Технологические характеристики консорциумов

Обозначение консорциума	АК, °Т	АС, ч	ГОС, мм	АОС, мин
<i>Km</i>	13	5,5	14	6
<i>Lm+ Dm</i>	7	отсутствие сгустка	н/о	н/о
<i>Kc</i>	16	5,5	10	6
<i>Lc+ Dc</i>	5	отсутствие сгустка	н/о	н/о

Примечание: н/о – определение не проводилось

Источник данных: собственная разработка.

С целью определения способности образцов консорциума к развитию в производственной питательной среде, для получения заквасок, проведены измерения активной кислотности и оптической плотности культуральной жидкости через 16 ч культивирования (рисунки 1–2).

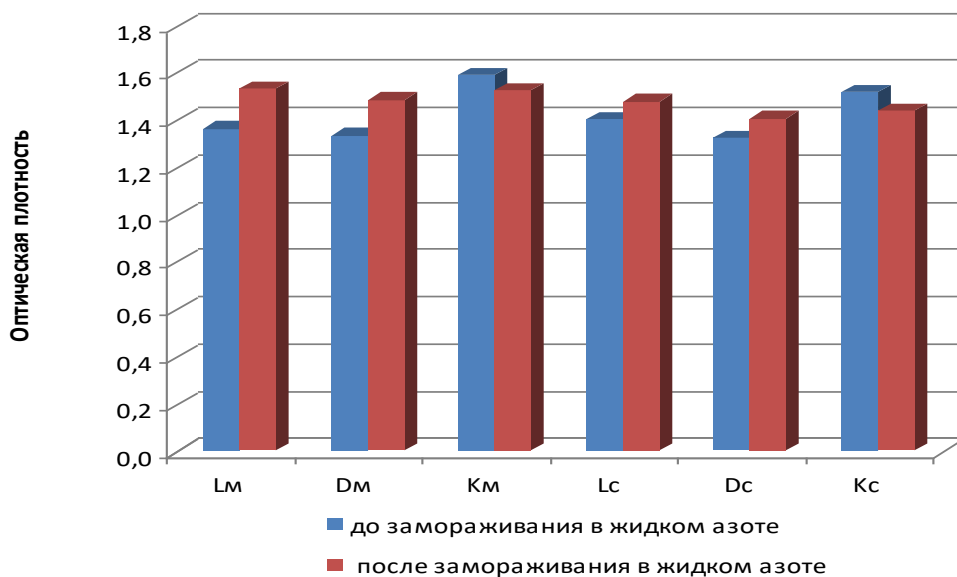


Рисунок 1 – Оптическая плотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования консорциумов лактококков в питательной среде  
Источник данных: собственная разработка.

Оптическая плотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования в питательной среде восстановленных после замораживания в жидком азоте консорциумов L и D, содержащих штаммы только одного подвида, составила 1,40–1,53 ед., что на 0,08–0,17 ед. выше данной величины, полученной до замораживания консорциумов. При культивировании восстановленных консорциумов K, содержащих штаммы двух подвигов, отмечено снижение уровня оптической плотности на 0,06 ед. по сравнению с данной величиной, полученной до замораживания консорциумов.

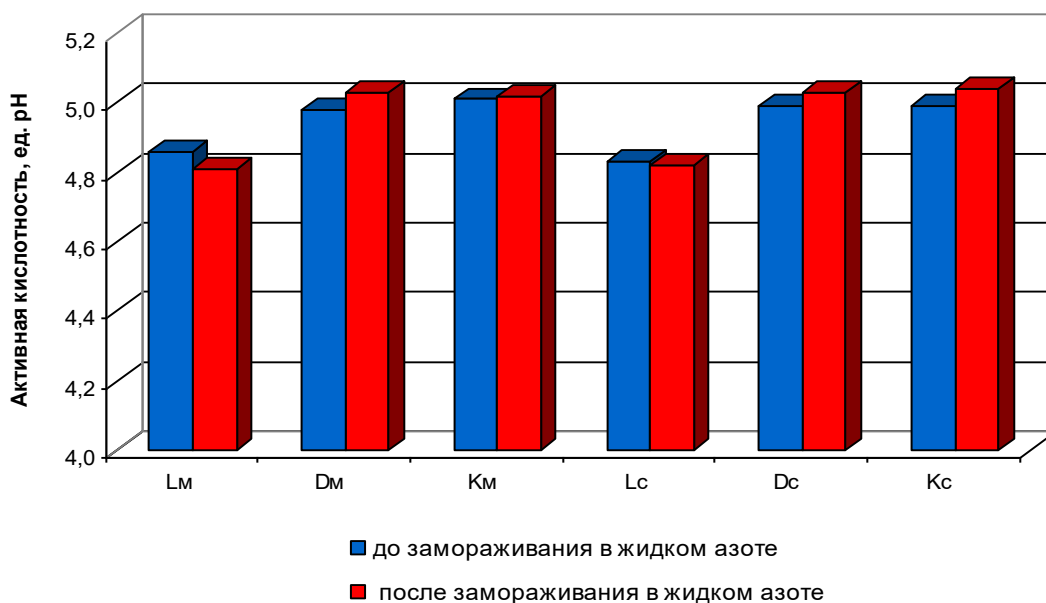


Рисунок 2 – Активная кислотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования консорциумов лактококков в питательной среде  
Источник данных: собственная разработка.

Как видно из графических данных, представленных на рисунке 2, при культивировании в производственной питательной среде восстановленные после замораживания в жидком азоте кислотообразующие консорциумы (L), содержащие только штаммы *Lactococcus lactis subsp. lactis*, обеспечивают более низкий уровень активной кислотности (на 0,2 ед. рН) по сравнению с ароматобразующими (D), включающими только штаммы *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, и полными (K) консорциумами, состоящими из штаммов двух подвидов.

Активная кислотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования в питательной среде восстановленных консорциумов D и K, содержащих штаммы подвида *Lactococcus lactis subsp. diacetilactis*, составила 5,02–5,04 ед. рН, что выше уровня активной кислотности питательной среды до замораживания консорциумов на 0,04–0,05 ед. рН (рисунок 2). При культивировании восстановленных консорциумов L, содержащих только штаммы *Lactococcus lactis subsp. lactis*, отмечено снижение уровня активной кислотности на 0,05 ед. рН по сравнению с величиной, полученной до замораживания консорциумов.

Таким образом, при анализе экспериментальных данных, установлено, что показатели, характеризующие способность восстановленных консорциумов к развитию в промышленной питательной среде, близки к таковым до замораживания в жидком азоте. Следовательно, данный метод является перспективным для сохранения промышленно-ценных консорциумов микроорганизмов с целью дальнейшего использования их в производстве заквасок.

На следующем этапе проведена сравнительная оценка основных технологических характеристик полных консорциумов (K) после замораживания в жидком азоте, через 3 и 6 месяцев хранения с учетом температурного режима хранения: минус (40±2)°С, минус (60±2)°С. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологически значимые характеристики полных консорциумов лактококков при хранении

Наименование показателя	до замораживания в жидком азоте	Км						Кс					
		после замораживания в жидком азоте		через 3 месяца хранения		через 6 месяцев хранения		после замораживания в жидком азоте		через 3 месяца хранения		через 6 месяцев хранения	
			при минус 40°С	при минус 60°С	при минус 40°С	при минус 60°С	при минус 60°С		при минус 40°С	при минус 60°С	при минус 40°С	при минус 60°С	при минус 40°С
Кислообразующая активность, °Т	13	13	14	14	10	11	16	16	17	10	11	10	11
Свертывающая активность, ч	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,7	5,5	5,5	5,3	5,7	5,5	5,7	5,5
Газообразующая способность, мм	12	14	3	6	25	20	10	10	8	20	20	20	20
Ароматобразующая способность, мин	7	6	8	7	5	5	6	6	7	5	5	5	5

Источник данных: собственная разработка.

Отмечена стабильность технологических характеристик замороженных в жидком азоте полных консорциумов для заквасок Км и Кс, используемых при производстве творожных изделий через 3 месяца хранения: кислотообразующая активность –  $(15 \pm 2)^\circ\text{T}$ , длительность сквашивания молочного сыря –  $(5,4 \pm 0,1)$  ч с образованием плотных колющихся сгустков, ароматобразующая способность – 5–7 мин (таблица 3). Через 6 месяцев хранения отмечено снижение кислотообразующей активности консорциумов на  $(5 \pm 2)^\circ\text{T}$  при сохранении свертывающей активности  $(5,4 \pm 0,1)$  ч. Способность консорциумов к ароматобразованию при хранении не изменилась. Влияния температурных режимов хранения (минус  $40^\circ\text{C}$ , минус  $60^\circ\text{C}$ ) на технологические характеристики консорциумов не выявлено.

Отмечено, что способность к развитию в производственной среде консорциумов Км и Кс, полученных культивированием на различных средах, через 3 месяца хранения снижается: оптическая плотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования на 0,21–0,33 ед. ниже, чем в начале хранения. В последующие 3 месяца хранения исследуемые показатели изменяются в пределах погрешности измерения. Зависимости от температуры хранения не выявлено (рисунок 3).

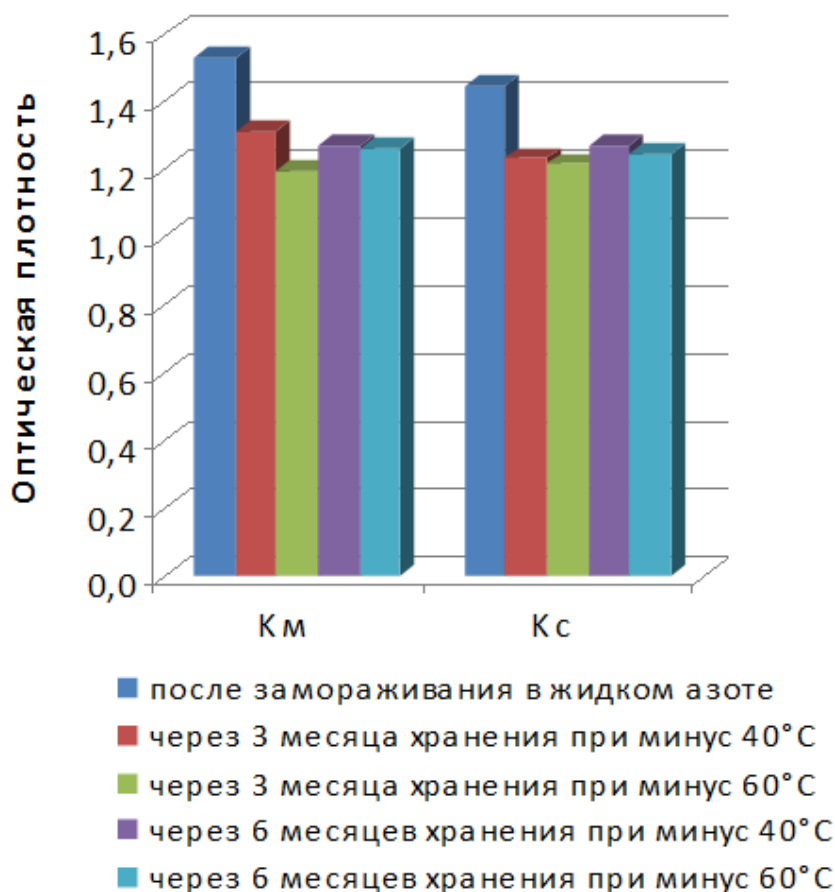


Рисунок 3 – Оптическая плотность культуральной жидкости через 16 ч культивирования в питательной среде консорциумов лактококков в процессе хранения  
Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Установлено, что восстановленные после замораживания в жидком азоте консорциумы молочнокислых бактерий для изготовления заквасок, применяемых в производстве творожных изделий, при ферментации молочного сыря обладают характеристиками, близкими к таковым до замораживания: кислотообразующая активность –  $(15 \pm 2)^\circ\text{T}$ , длительность сквашивания молочного



сырья –  $(5,4 \pm 0,1)$  ч с образованием плотных колющихся сгустков, ароматобразующая способность образцов – 6 мин, газообразующая способность – от 10 до 14 мм. При хранении в течение 3 месяцев с соблюдением температурных режимов минус  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  и минус  $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$  основные технологически значимые характеристики консорциумов существенно не изменяются. Через 6 месяцев хранения кислотообразующая активность консорциумов снижается на  $(5 \pm 2)^\circ\text{T}$ , что не влияет на свертывающую активность: длительность сквашивания близка к исходной, способность к газо- и ароматобразованию сохраняется.

Хранение заквасочных культур в виде замороженных в жидком азоте консорциумов, содержащих один подви́д микроорганизмов, нецелесообразно, поскольку составление полных консорциумов из восстановленных образцов, содержащих один подви́д микроорганизмов, не обеспечивает необходимые технологические характеристики у полных консорциумов.

Развитие замороженных консорциумов в промышленной питательной среде позволяет обеспечить необходимую скорость накопления биомассы при производстве заквасок, и таким образом, подтверждает возможность их использования в технологическом процессе.

### Список использованных источников

1. Свириденко, Г.М. Принципы подбора и входной контроль бактериальных заквасок / Г.М. Свириденко // Переработка молока. – 2015. – № 1. – С. 22–25.
1. Sviridenko, G. M. Principy podbora i vhodnoy kontrol' bakterial'nyh zakvasok [Principles of selection and incoming control of bacterial starter cultures] / G. M. Sviridenko // Pererabotka moloka. – 2015. – № 1. – S. 22–25.
2. Перфильев, Г.Д. Бактериальные и биологические средства в биотехнологии ферментированных молочных продуктов / Г.Д. Перфильев // Переработка молока. – 2005. – № 10. – С. 24–25.
2. Perfilev, G.D. Bakterialnyie i biolo-gicheskie sredstva v biotehnologii fermentirovannyih molochnyih produktov [Bacterial and biological agents in the biotechnology of fermented dairy products] / G.D. Perfilev // Pererabotka moloka. – 2005. – № 10. – S. 24–25.
3. Охупкина, В.Ю. Методы поддержания микробных культур. Часть I. Криоконсервация / В.Ю. Охупкина, Б.А. Шабалин // Теоретическая и прикладная экология. 2009. – №1. – С. 18–27.
3. Ohapkina, V.Yu. Metodyi podderzhaniya mikrobnyih kultur. Chast I. Kriokonservatsiya [Methods for maintaining microbial cultures. Part I. Cryopreservation] / V.Yu. Ohapkina, B.A. Shabalin // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2009. – №1. – S. 18–27.
4. Кузьмина, О.М. Конструирование защитных сред для криозамораживания молочнокислых бактерий / О.М. Кузьмина // Научное обеспечение молочной промышленности: сб. науч. трудов М.: ГНУ ВНИМИ, 2009. – С. 228–232.
4. Kuzmina, O.M. Konstruirovanie zaschitnyih sred dlya kriozamorazhivaniya molochnokislyih bakteriy [Construction of protective environments for cryogenic freezing of lactic acid bacteria] / O.M. Kuzmina // Nauchnoe obespechenie molochnoy promyishlennosti: sb. nauch. trudov M.: GNU VNIMI, 2009. – S. 228–232.
5. Способ длительного хранения прихотливых микроорганизмов: пат. 2661117, РФ, МКИ С12N 1/04, С12N 1/20, С12N 1/21, С12N 1/46/ Шмыленко В.А., Бондаренко А.П.; № 2017119140, заявл. 31.05.2017, опубл. 11.07.2018.
5. Sposob dlitel'nogo hraneniya prihotlivyih mikroorganizmov [The method of long-term storage of whimsical microorganisms]: pat. 2661117, RF, MKI S12N 1/04, S12N 1/20, S12N 1/21, S12N 1/46/ Shmyilenko V.A., Bondarenko A.P.; № 2017119140, zayavl. 31.05.2017, opubl. 11.07.2018.

*О.С. Головач, М.А. Бабицкая, Н.К. Жабанос, к.т.н.,  
И.П. Пыжик, М.В. Коркина, Т.М. Смоляк  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
И УРОВНЯ СИНТЕЗА ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ (ЭПС) КОНСОРЦИУМАМИ  
STREPTOCOCCUS SALIVARIUS SUBSP. THERMOPHILUS, LACTOBACILLUS  
DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ  
РЕЖИМАХ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОКА**

*O. Golovach, M. Babitskaya, N. Zhabanos, I. Pyzhik, M. Korkina, T. Smaliak  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

**INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LEVEL  
OF SYNTHESIS OF EXOPOLYSACCHARIDES (EPS) BY THE CONSORTIUM  
OF STREPTOCOCCUS SALIVARIUS SUBSP. THERMOPHILUS AND  
LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS AT DIFFERENT  
TEMPERATURE IN PROCESS OF MILK FERMENTATION**

*e-mail: GOS\_82@tut.by, bifrontal\_sombra@list.ru, nzhabanos@tut.by,  
ric2010@yandex.ru, ivanko.m-a@yandex.ru, pil-2020@yandex.ru*

*В статье приведены результаты исследований по изучению влияния температурных режимов ферментации молока при изготовлении йогурта на характеристики молочных сгустков и уровень продуцирования ЭПС. Определены характеристики образцов восстановленного обезжиренного молока, ферментированных консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта вязкой и невязкой консистенции при температурных режимах: (43±1)°C, (38±1)°C, (35±1)°C и (30±1)°C. Отмечено, что при снижении температуры ферментации с (43±1)°C до (30±1)°C органолептические характеристики образуемого сгустка оцениваются по-разному. При этом при температуре сквашивания (30±1)°C отмечена наименьшая степень синерезиса: 45% – для консорциума, при ферментации молочного сырья, образующих сгустки невязкой консистенции, 29% – для консорциума, при ферментации молочного сырья, образующих сгустки вязкой консистенции. Вместе с тем установлено, что при температурах ферментации (43±1)°C и (30±1)°C отмечен наибольший уровень синтеза ЭПС для консорциумов: (2107 ST-A+2674 TL-AV) – 874,6 и 667,9 мкг/мл, (1141 ST-AV+2674 TL-AV) – 683,9 и 541,3 мкг/мл.*

*The article provides the results of studies on the influence of temperature conditions of milk fermentation in the manufacture of yogurt on the characteristics of milk clots and the level of EPS production. The characteristics of the samples of reconstituted skim milk fermented by consortia of lactic acid microorganisms for the manufacture of starter and viscous consistency yoghurt starter cultures under temperature conditions are determined: (43 ± 1)°C, (38 ± 1)°C, (35 ± 1)°C and (30 ± 1)°C. It was noted that with a decrease in the fermentation temperature from (43±1)°C to (30±1)°C, the organoleptic characteristics of the formed clot are evaluated differently. At the fermentation temperature of (30±1)°C, the lowest degree of syneresis was noted: 45% for the consortium, during the fermentation of milk raw materials forming clumps of inviscid consistency, 29% for the consortium, during the fermentation of milk raw materials forming clumps of viscous consistency. At the same time, it was found that at fermentation temperatures of (43±1)°C and (30±1)°C, the highest level of EPS synthesis for consortia was noted: (2107 ST-A+2674 TL-AV) – 874.6 and 667.9 µg / ml, (1141 ST-AV+2674 TL-AV) – 683.9 and 541.3 µg / ml.*

**Ключевые слова:** ферментация; консорциумы; молочнокислые микроорганизмы; йогурт; продуцирование; ЭПС.

**Keywords:** fermented; consortiums; lactic acid microorganisms; production; EPS.

**Введение.** Производство ферментированных продуктов, сохраняющих стабильные показатели качества при хранении, является одной из важнейших задач пищевой промышленности. В связи с этим, в последние годы повысился интерес к закваскам с улучшенными свойствами, позволяющими оказывать влияние на органолептические и реологические характеристики продукта [1].

Сформировавшиеся потребительские предпочтения к органолептическим и реологическим характеристикам йогурта требуют особых подходов к формированию закваски, ее видового и штаммового состава. Как правило, йогурт должен иметь плотный сгусток достаточно вязкой консистенции без отделения сыворотки с гармоничным вкусом и запахом. В состав закваски для йогурта в определенном соотношении включают термофильный стрептококк (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*) и болгарскую палочку (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) [2].

При производстве йогурта термостатным способом требуется, чтобы сгусток имел плотную слабовязкую консистенцию и в то же время удерживал сыворотку. Для резервуарного способа, когда сгусток образуется в резервуаре, затем перемешивается и фасуется, необходимо, чтобы закваска обеспечивала вязкую консистенцию и эффективную тиксотропность сгустка. Одним из направлений улучшения качественных характеристик заквасок является использование культур, продуцирующих ЭПС.

Микроструктура ферментированного продукта представляет собой трехмерную белковую сетку, состоящую из мицелл казеина (короткие и средние мицеллярные цепи с диполями воды, жировыми шариками и бактериальными клетками [3]). Вследствие относительно слабой структуры казеиновой сетки, вклад ЭПС и их взаимодействие с мицеллами казеина оказывает значительное влияние на реологические свойства продукта [4, 5]. ЭПС используют и как структурообразователи, и как стабилизаторы, первые, для увеличения вязкости продукта, и вторые, для связывания гидратационной воды, что способствует укреплению устойчивости казеиновой сетки [6].

Структурно-механические свойства молочного сгустка обусловлены характером связей между его белковыми компонентами. Прочность этих связей определяет устойчивость молочного сгустка к механическим воздействиям. Если после нарушения целостности молочного сгустка происходит восстановление связей между его компонентами, то оно обусловлено явлением тиксотропии, то есть способностью структур после их разрушения самопроизвольно восстанавливаться во времени [7].

У йогуртов речь идет о так называемой кажущейся тиксотропии, поскольку исходная структура после перемешивания не восстанавливается [8].

Степень синерезиса является одним из показателей реологических свойств кисломолочных продуктов, так как определяет прочность сгустка. Из-за высокой водосвязывающей способности, ЭПС способствуют уменьшению количества выделяющейся сыворотки во время производства и в готовых продуктах, тем самым, увеличивая сроки их годности [9].

**Цель работы** – исследование характеристик образцов молока, ферментированных консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта, включающих штаммы-продуценты ЭПС, при различных температурных режимах.

**Материалы и методы исследований.** В исследованиях использованы штаммы молочнокислых микроорганизмов из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов и их консорциумы для изготовления заквасок для йогурта вязкой и невязкой консистенции, обладающие способностью к синтезу ЭПС:

- консорциум №1 (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (1141 ST-AV) + *Lactobacillus bulgaricus* (2674 TL-AV)) – при ферментации молока образует сгусток вязкой консистенции;

- консорциум №2 (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (2107 ST-A) + *Lactobacillus bulgaricus* (2674 TL-AV)) – при ферментации молока образует сгусток вязкой консистенции.

Культивирование штаммов осуществлялось:

- *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* в модифицированной питательной среде M17 с лактозой (без агара) при температуре  $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ .

- *Lactobacillus bulgaricus* в среде MRS с фруктозой (без агара) при температуре  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$ .

Доза внесения составляла 1%. Время инкубирования  $(16\pm 2)$  часов.

Доза внесения консорциумов культур *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* в молоко составляла 5%.

Ферментацию молока осуществляли при температурных режимах:  $(43\pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(38\pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(35\pm 1)^\circ\text{C}$  и  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ .

Определение уровня продуцирования ЭПС микроорганизмами осуществлялось фенол-серным методом [10].

Определение консистенции образуемого сгустка осуществлялось визуально. Исследования образцов проводились при температуре  $(20\pm 1)^\circ\text{C}$ .

Определение условной вязкости (УВ) сгустка осуществляли на капиллярном вискозиметре марки ВЗ-246 [11].

Тиксотропные свойства молочных сгустков определяли путем сравнения условной вязкости неразрушенного, разрушенного и восстановленного в течение 15 минут молочного сгустка при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  [12].

Разрушение структуры молочного сгустка осуществляли путем механического воздействия в течение 2 минут.

Степень разрушения (СР) молочного сгустка после механического воздействия определяли относительно значения условной вязкости неразрушенного сгустка.

Степень восстановления (СВ) молочного сгустка определяли относительно значения условной вязкости разрушенного сгустка.

Определение синерезиса молочного сгустка (степень отделения сыворотки) определяли методом центрифугирования.

Восстановленное обезжиренное молоко (ВОМ), пастеризованное при температуре  $(95\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(25\pm 5)$  минут, инокулируют  $(5\pm 0,1)\%$   $(16\pm 2)$  часовой культуры и выдерживают при исследуемой температуре до образования сгустка. Затем 10 мл разрушенного сгустка центрифугируют 5 мин при 3000 об/мин. После окончания центрифугирования отделяют образующийся белковый осадок, а объем выделившейся сыворотки замеряется при помощи мерного цилиндра. Степень синерезиса рассчитывают по формуле (1):

$$CC = \frac{V_c}{V_{np}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $V_c$  – объем выделившейся при центрифугировании сыворотки, мл;

$V_{np}$  – объем пробы в центрифужной пробирке, мл;

CC – степень синерезиса, %.

Органолептическая оценка осуществлялась сенсорным методом.

Определение титруемой кислотности – по ГОСТ 3624-92.

Определение активной кислотности – по ГОСТ 26781-85.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследований для двух консорциумов, включающих штаммы-продуценты ЭПС, подобранные в определенном соотношении, изучены характеристики образцов молока ферментированного при различных температурных режимах. Отличительной особенностью исследуемых консорциумов молочнокислых микроорганизмов являются, прежде всего, органолептические характеристики сгустков, образуемых при ферментации молока: Консорциум №1 - при ферментации молока образует сгусток невязкой консистенции, консорциум № 2- при ферментации молока образует сгусток вязкой консистенции.

В таблице 1 приведены результаты оценки органолептических характеристик образцов ферментированного восстановленного сухого обезжиренного молока консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта.

Таблица 1 – Органолептические характеристики образцов ВОМ ферментированного консорциумами молочнокислых микроорганизмов при различных температурных режимах ферментации

Консорциум	Температура, °С	Органолептические характеристики
№1	(43±1)	очень плотный колющийся сгусток невязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и незначительным отделением сыворотки
	(38±1)	плотный колющийся сгусток невязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и незначительным отделением сыворотки
	(35±1)	плотный колющийся сгусток невязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и значительным отделением сыворотки
	(30±1)	плотный колющийся сгусток невязкой консистенции с чистым кисломолочным вкусом и значительным отделением сыворотки
№2	(43±1)	очень плотный колющийся сгусток очень вязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и незначительным отделением сыворотки
	(38±1)	плотный колющийся сгусток вязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и незначительным отделением сыворотки
	(35±1)	плотный глянцевый колющийся очень вязкой консистенции сгусток с чистым кисломолочным вкусом и отделением сыворотки
	(30±1)	плотный колющийся сгусток вязкой консистенции, частично отделяющийся от стенок емкости с чистым кисломолочным вкусом и отделением сыворотки

Источник данных: собственная разработка.

Анализируя полученные результаты установлено, что при снижении температуры ферментации с (43±1)°С до (30±1)°С органолептические характеристики образуемого сгустка несколько отличаются. Консистенция, вкус образцов остаются без значительных изменений, но плотность сгустка оценивается по-разному. Самые плотные сгустки с незначительным отделением сыворотки получены для исследуемых консорциумов при температуре ферментации (43±1)°С.

Изучены физико-химические характеристики образцов ферментированного пастеризованного восстановленного сухого молока консорциумами (активность сквашивания, титруемая кислотность в момент образования сгустка и после процесса охлаждения) при различных температурных режимах ферментации. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические характеристики образцов ВОМ, ферментированного консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта, при различных температурных режимах ферментации

Консорциум	Температура культивирования, °С	Время сквашивания, час	Титруемая кислотность при образовании сгустка, °Т	Титруемая кислотность после охлаждения сгустка, °Т
№1	(43±1)	3ч 10 мин	63	81
	(38±1)	3 ч 17 мин	53	65
	(35±1)	4 ч 30 мин	60	71
	(30±1)	10 ч	60	80
№2	(43±1)	3ч 10 мин	64	77
	(38±1)	3ч 25 мин	58	75
	(35±1)	4 ч 48 мин	54	61
	(30±1)	10 ч	60	62

Источник данных: собственная разработка.

Для исследованных консорциумов установлено, что при развитии в молоке время сквашивания молока зависит от температуры ферментации. Для консорциума №1 образование сгустка в зависимости от температуры культивирования происходило в диапазоне от 3 ч 10 мин до 10 часов, при этом титруемая кислотность при образовании сгустка составила от 53 до 63°Т, отмечен также прирост титруемой кислотности после охлаждения сгустка от 9 до 20 °Т.

Результаты, полученные при исследовании консорциума №2 сопоставимы, но на отдельных температурах время сквашивания отличается от 5 до 15 минут, также для данного консорциума характерны более низкие значения прироста титруемой кислотности в процессе охлаждения сгустка.

На основании анализа результатов исследования, установлено что при снижении температуры ферментации молока на 5°С (с 43°С до 38°С) процесс сквашивания удлиняется незначительно: на 17 минут для консорциума №1, на 25 минут для консорциума №2. При уменьшении температуры ферментации на 8°С (с 43°С до 35°С) продолжительность сквашивания молока увеличивается на 1 час 20 минут для консорциума №1, на 1 час 38 минут для консорциума №2. При температуре ферментации (30±1)°С консорциумы сквашивали молоко на 6 часов 50 минут больше, чем при (43±1)°С (для обоих консорциумов). Полученные результаты целесообразно использовать при планировании технологического процесса изготовления йогурта.

Представляет интерес сравнительная оценка консорциумов по реологическим характеристикам сгустков, образуемых ими в результате ферментации молока. Консистенция молочных сгустков оценивалась путем сравнения условной вязкости неразрушенного, разрушенного и восстановленного в течение 15 минут молочного сгустка при температуре (4±2)°С. Разрушение структуры молочного сгустка осуществляли путем механического воздействия в течение 2 минут.

Результаты исследований условной вязкости неразрушенного, разрушенного и восстановленного через 15 минут сгустка после механического воздействия представлены на рисунках 1–2.

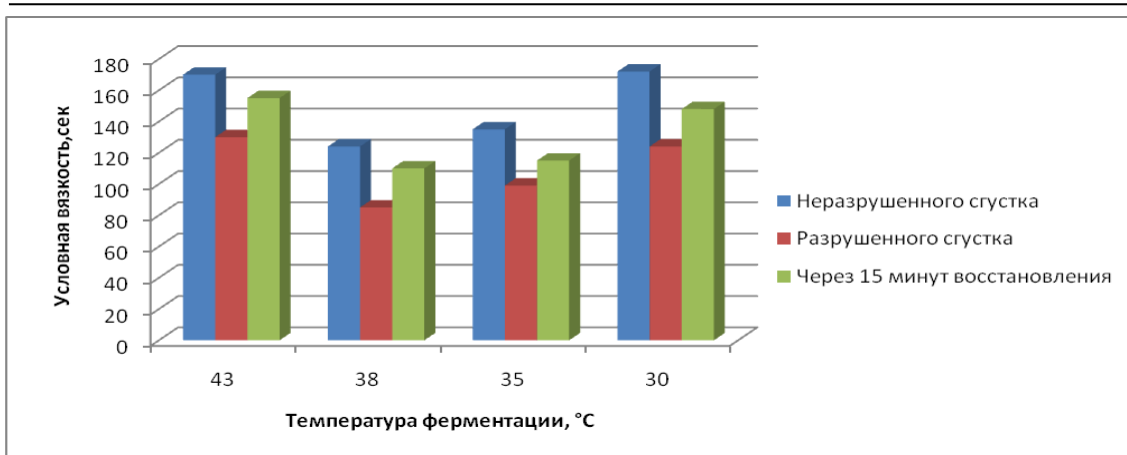


Рисунок 1 – Характеристики условной вязкости молочного сгустка полученного путем ферментации консорциумом №1 невязкой консистенции.

Источник данных: собственная разработка.

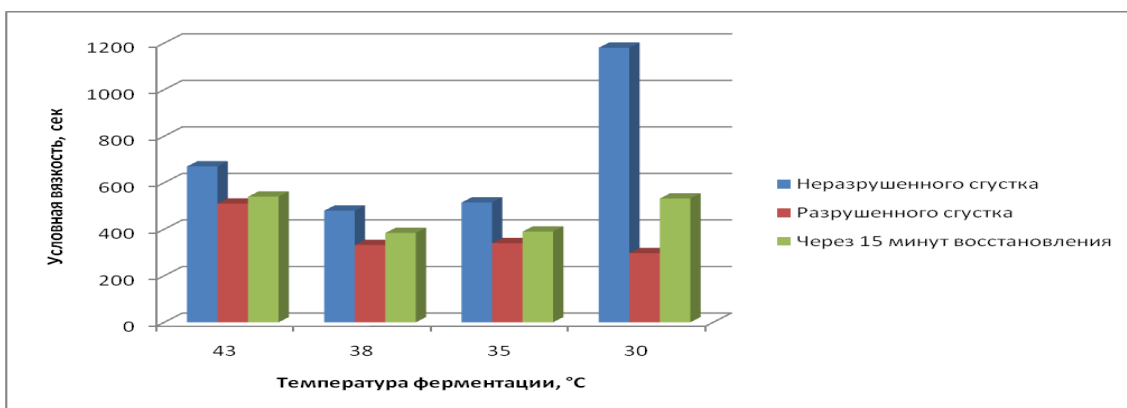


Рисунок 2 – Характеристики условной вязкости молочного сгустка полученного путем ферментации консорциумом №2 вязкой консистенции.

Источник данных: собственная разработка.

На основании анализа исследований реологических характеристик сгустков образуемых в молочном сырье консорциумами молочнокислых микроорганизмов, для изготовления заквасок для йогурта вязкой и невязкой консистенции, установлены температурные режимы ферментации молока, при которых определена степень тиксотропного восстановления структуры молочных сгустков после механического воздействия.

Для консорциума №1 невязкой консистенции:

- при температуре ферментации  $(38 \pm 1)^\circ\text{C}$  отмечена наибольшая степень тиксотропного восстановления 20,2%;
- при температуре ферментации  $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$  отмечена наименьшая степень тиксотропного восстановления 11,9%.

Для консорциума №2 вязкой консистенции:

- при температуре ферментации  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  отмечена наибольшая степень тиксотропного восстановления 19,9%;
- при температуре ферментации  $(43 \pm 1)^\circ\text{C}$  отмечена наименьшая степень тиксотропного восстановления 4,5%.

Отделение сыворотки, при образовании сгустка в процессе сквашивания, является одним из важных показателей, характеризующих потребительские свойства готового продукта. Как правило, для йогурта и других кисломолочных продуктов наличие сыворотки нежелательно, вместе с тем при изготовлении сыров и творога

необходимо, чтобы сгусток «отдавал» сыворотку. В таблице 3 приведены результаты исследований определения степени синерезиса в образцах, получаемых при различных температурах путем ферментации исследуемыми консорциумами.

Таблица 3 – Степень синерезиса образцов ВОМ, ферментированного консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта, при различных температурных режимах ферментации

Консорциум	Температура культивирования, °С	Степень синерезиса, %
№1	(43±1)	53
	(38±1)	56
	(35±1)	51
	(30±1)	<b>45</b>
№2	(43±1)	40
	(38±1)	42
	(35±1)	40
	(30±1)	<b>29</b>

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, определен температурный режим ферментации молока (30±1)°С консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта вязкой и невязкой консистенции, при котором отмечена наименьшая степень синерезиса.

На основании анализа полученных данных установлены температурные режимы ферментации молока, при которых, отмечены наилучшие реологические характеристики (наибольшие значения условной вязкости и степень тиксотропного восстановления структуры молочных сгустков после механического воздействия, наименьшая степень синерезиса).

Для образца №1 определена степень тиксотропного восстановления структуры молочных сгустков после механического воздействия, степень синерезиса:

- при (43±1)°С – 14,7%, 53%;
- при (38±1)°С – 20,2%, 56%;
- при (35±1)°С – 11,9%, 51%;
- при (30±1)°С – 14,0%, 45%.

Для образца №2 значения степени тиксотропного восстановления структуры молочных сгустков после механического воздействия, степень синерезиса установлены следующие:

- при (43±1)°С – 4,5%, 40%;
- при (38±1)°С – 10,8%, 42%;
- при (35±1)°С – 9,7%, 40%;
- при (30±1)°С – 19,9%, 29%.

Сравнивая реологические характеристики молочных сгустков можно отметить, что для исследуемых консорциумов тах значения показателей условной вязкости в неразрушенном сгустке получены при ферментации молока при (30±1)°С, также для этих образцов определена наименьшая степень синерезиса.

Исследован уровень продуцирования микроорганизмами консорциумов экзополисахаридов при развитии в молоке при различных температурах. Результаты исследования представлены на рисунке 3.



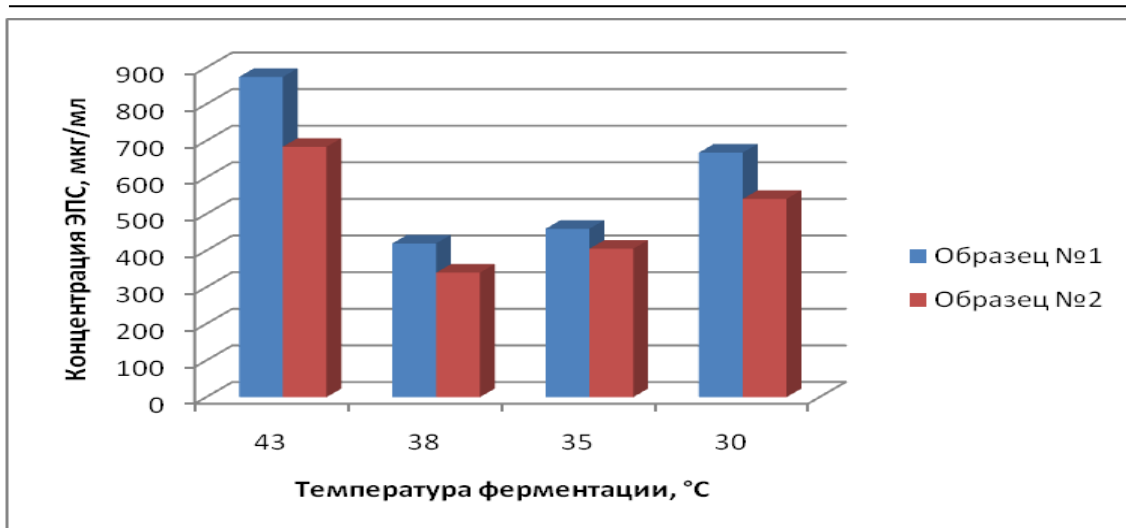


Рисунок 3 – Уровень синтеза экзополисахаридов консорциумами при различных температурах  
 Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что при культивировании в молоке консорциума №1 для изготовления заквасок для йогурта невязкой консистенции при температурных режимах ферментации в диапазоне (30–43)°C концентрация ЭПС составляла от 419,9 до 874,6 мкг/мл, максимальное значение 874,6 мкг/мл определено в образце полученном при температуре культивирования (43±1)°C. При культивировании в молоке консорциума №2 для изготовления заквасок для йогурта вязкой консистенции при температурных режимах ферментации в диапазоне (30–43)°C концентрация ЭПС составляла от 339,9 до 683,9 мкг/мл, максимальное значение 683,9 мкг/мл также определено в образце полученном при температуре культивирования (43±1)°C.

Полученные результаты свидетельствуют на наш взгляд о том, что реологические характеристики получаемых в результате ферментации молока консорциумами сгустков не имеют зависимости с количеством ЭПС, продуцируемыми консорциумами.

Уровень продуцирования ЭПС в образцах молочного сырья, ферментированного консорциумами молочнокислых микроорганизмов для изготовления заквасок для йогурта невязкой консистенции, выше в сравнении с образцами вязкой консистенции:

- при (43±1)°C – 28%;
- при (38±1)°C – 24%;
- при (35±1)°C – 13%;
- при (30±1)°C – 24,0%.

Следует отметить, что температурный режим ферментации молочного сырья существенно влияет на уровень синтеза ЭПС. Уровень ЭПС не коррелирует с вязкостью молочного сгустка.

**Заключение.** Для подобранных в определенном соотношении консорциумов молочнокислых микроорганизмов №1 (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (1141 ST-AV) , *Lactobacillus bulgaricus* (2674 TL-AV)) и №2 (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (2107 ST-A) + *Lactobacillus bulgaricus* (2674 TL-AV)) определены органолептические, реологические характеристики и уровень продуцирования экзополисахаридов при различных температурах. Сгустки, имеющие высокую плотность с незначительным отделением сыворотки, получены для исследуемых консорциумов при температуре сквашивания (43±1)°C. При этом при температуре сквашивания (30±1)°C отмечена наименьшая степень синерезиса: для консорциума

№1 – 45%, для консорциума №2 – 29%.

Установлено, что при развитии в молоке микроорганизмы консорциумов продуцируют экзополисахариды, при температуре ферментации (43±1)°С отмечен наибольший уровень синтеза ЭПС, значения которого составили для консорциума №1 (2107 ST-A +2674 TL-AV) – 874,6 мкг/мл, для консорциума №2 (1141 ST-AV + 2674 TL-AV) – 683,9 мкг/мл.

Установлено, что температурный режим ферментации молочного сырья существенно влияет на уровень синтеза ЭПС. Температурный режим ферментации молочного сырья заквасочными консорциумами, при котором производится наибольший уровень ЭПС, как правило, не всегда позволяют получить молочный сгусток с тах вязкостью.

### Список использованной литературы

1. Маркелова, В.В. Реологические характеристики функциональных десертов из молочной сыворотки с добавлением меда / В.В. Маркелова, Л.В. Красникова, Е.В. Красникова // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы V междунар. науч.-техн. конф., – СПб.: СПбГУНиПТ, 2011. – С.265–267.
1. Markelova, V.V. Reologicheskie karakteristiki funkcional'nyh desertov iz molochnoj syvorotki s dobavleniem meda [Rheological characteristics of functional whey desserts with honey] / V.V. Markelova, L.V. Krasnikova, E.V. Krasnikova // Nizkotemperaturnye i pishhevye tehnologii v XXI veke: materialy V mezhdunar. nauch.-tehn. konf., – SPb.: SPbGUNIPT, 2011. – S.265–267.
2. Мидуница, Ю.С. Изучение скорости образования сгустка йогурта с использованием обработанной закваски / Ю.С. Мидуница // Фундаментальные исследования. – 2014. – №5. – С. 707–710.
2. Midunica, Ju.S. Izuchenie skorosti obrazovaniya sgustka jogurta s ispol'zovaniem obrabotannoj zakvaski [Studying the rate of formation of a clot of yogurt using processed yeast] / Ju.S. Midunica // Fundamental'nye issledovaniya. – 2014. – №5. – S. 707–710.
3. Тамим, А.Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон. пер. с англ. под науч. ред. Л.А. Забодайловой. – СПб: Профессия, 2003. – 664 с.
3. Tamim, A.J. Jogurt i drugie kislomolochnye produkty: nauchnye osnovy i tehnologii [Yogurt and other dairy products: scientific foundations and technologies] / A.J. Tamim, R.K. Robinson. per. s angl. pod nauch. red. L.A. Zabodajlovoj. – SPb: Professija, 2003. – 664 s.
4. Hassan, A.N. Capsule formation by nonropy starter cultures affects the viscoelastic properties of yogurt during structure formation / A.N. Hassan, M. Corredig, J.F. Frank // J. Dairy Sci. – Vol 85. – No 4. – 2002. – P. 716–720.
5. Ozer, B.H. Rheology and microstructure of Labneh (concentrated yogurt) / B.H. Ozer, R.A. Stenning, A.S. Grandison and R.K. Robinson // Journal of Dairy Science / – Vol.82. – No.4. – 1999. – P. 682–689.
6. Duboc, P. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry/ P. Duboc and B. Mollet // International Dairy Journal. – 11. – 2001. – P. 759–768.
7. Абакова, А.А. Исследование реологических характеристик кисломолочных сгустков обогащенных гидролизатом сывороточных белков / А.А. Абакова, Е.Ю. Неронова, А.Л. Новокшанова // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – №3. – С. 37–45.
7. Abakova, A.A. Issledovanie reologicheskikh karakteristik kislomolochnyh sgustkov obogashennyh gidrolizatom syvorotochnyh belkov [Study of the rheological characteristics of sour milk clots enriched with hydrolyzate whey proteins] / A.A. Abakova, E.Ju. Neronova, A.L. Novokshanova // Molochnohozjajstvennyj vestnik. – 2016. – №3. – S. 37–45.
8. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел. – пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 531 с.
8. Tepel, A. Himija i fizika moloka [Chemistry and Physics of Milk] / A. Tepel. – per. s nem. pod red. kand. tehn. nauk, doc. S.A. Fil'chakovej. – SPb.: Professija, 2012. – 531 s.

9. Галстян, А.Г. Активность воды в молочных продуктах / А.Г. Галстян, А.Н. Петров, В.В. Павлов // Переработка молока. – 2002. – № 7(33). С. 8–9.

10. Colorimetric method for determination of sugars and related substances / Dubois M. [at all.] // Anal. Chem. – 1956. – Vol. 28, № 3. – P. 350–356.

11. Кефир. Общие технические условия: СТБ 970-2017. – Введ. 20.03.2017. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 16 с.

12. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.

9. Galstjan, A.G. Aktivnost' vody v molochnyh produktah [Water activity in dairy products] / A.G. Galstjan, A.N. Petrov, V.V. Pavlov // Pererabotka moloka. – 2002. – № 7(33). С. 8–9.

11. Kefir. Obshhie tehicheskie uslovija [Kefir. General specifications] : STB 970-2017. – Vved. 20.03.2017. – Minsk: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2017. – 16 s.

12. Gorbatova, K.K. Fiziko-himicheskie i biohimicheskie osnovy proizvodstva molochnyh produktov [Physicochemical and biochemical fundamentals of dairy production] / K.K. Gorbatova. – SPb.: GIORD, 2003. – 352 s.

# ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.068:539.183.2

Поступила в редакцию 2 марта 2020 года

<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-68-76>

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, Т.В. Сенченко, Т.М. Смоляк,  
Т.А. Савельева, к.в.н., доцент, М.В. Коркина  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ В МОЛОКЕ, ВОДЕ И КОРМАХ С ЦЕЛЬЮ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*A. Meliashchenia, T. Senchenko, T. Smaliak, T. Savelieva, M. Korkina  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## THE STUDY OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF STABLE ISOTOPES IN MILK, WATER AND FEEDS AIMED AT THE IDENTIFICATION OF THE ORIGIN OF DAIRY PRODUCTS

*e-mail: aleksmel@tut.by, pil-2020@yandex.ru, pil-2020@yandex.ru,  
t.savelyeva@tut.by, pil-2020@yandex.ru*

*Проведены исследования образцов молока, воды, кормов для сельскохозяйственных животных по определению соотношения стабильных изотопов лёгких элементов углерода  $\delta^{13}\text{C}$ , кислорода  $\delta^{18}\text{O}$ , азота  $\delta^{15}\text{N}$ , отобранных в разных географических и климатических зонах Республики Беларусь. Установлено, что изотопный состав молока изменяется в различных регионах в зависимости от рациона кормления животных и сезона.*

*Samples of milk, water, and feed for farm animals were studied to determine the ratio of stable isotopes of the light elements carbon  $\delta^{13}\text{C}$ , oxygen  $\delta^{18}\text{O}$ , nitrogen  $\delta^{15}\text{N}$ . Samples were selected in different geographical and climatic zones of the Republic of Belarus. It was found that the isotopic composition of milk varies in different regions depending on the diet of animals and the season.*

**Ключевые слова:** молоко коровье сырое; изотопный состав; идентификация; оценка изотопного соотношения.

**Keywords:** cow raw milk; isotopic composition; identification; isotopic ratio estimation.

**Введение.** В последние годы большое внимание уделяется вопросам идентификации пищевых продуктов. Идентификация представляет собой установление соответствия пищевых продуктов (в том числе и молока) их заявленному наименованию (вид, класс, категория, сорт, географическое происхождение) путем исследования тождественности показателей аутентичным образцам с применением аналитических и органолептических методов. Целью идентификации является выявление и подтверждение подлинности продукта, а также соответствия требованиям нормативной и технической документации [1, 7, 8].

За рубежом, для выявления происхождения продукции по регионам и фальсификатов пищевых продуктов, применяют методы анализа стабильных изотопов легких элементов водорода ( $^2\text{H}/^1\text{H}$ ), углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), кислорода ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), азота ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) и серы ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) [7]. Этот метод эффективен как для определения географического источника сырья, так и для выяснения его происхождения (натуральное или полученное в результате химического, биотехнологического или биохимического синтеза) [1, 4-6]. По результатам исследований образцов молока, воды и кормов для сельскохозяйственных животных на содержание  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  и  $\delta^{18}\text{O}$

можно охарактеризовать различные регионы по соотношению стабильных изотопов [1, 5, 7, 8].

Особенности распределения стабильных изотопов легких элементов в различных биологических и абиотических системах связаны с процессами фракционирования, т.е. с изменением соотношения изотопов в ходе многих биологических и геохимических процессов [7]. Соотношение стабильных изотопов в молоке определяется питанием, составом изотопов воды, а также условиями окружающей среды (температура, влажность, стресс). Зная распределение изотопов в источниках питания (пище, воде), можно предсказать состав изотопов в молоке [8]. Эта характеристика важна для предотвращения мошенничества в торговле, а также используется для установления происхождения молочной продукции [1, 7, 8].

В Республике Беларусь для выявления происхождения и фальсификации пищевой продукции и сырья используют в основном методы хроматографии или классической органической хромато-масс-спектрометрии. Однако они обладают существенным недостатком. Принцип идентификации этих методов основан на определении наличия или отсутствия в анализируемых образцах характерных компонентов-маркеров. Но многие маркеры легко доступны, их можно добавить в фальсифицируемый продукт или искусственно удалить из него. Кроме того, сырьевые источники компонентов в фальсификате могут отличаться от основного продукта, что проблематично определить с помощью хроматографических методов.

Таким образом, исследование образцов молока, воды, корма по определению соотношения стабильных изотопов лёгких элементов углерода, кислорода, азота, отобранных в разных географических и климатических зонах Республики Беларусь, является актуальной задачей для идентификации происхождения молочных продуктов.

**Целью настоящих исследований** является исследование количественного определения стабильных изотопов в молоке, воде и кормах, что позволит определять географическое происхождения молока.

**Объекты исследований.** Образцы сырого коровьего молока, воды и кормов для сельскохозяйственных животных, отобранные в 2017–2018 гг. в весенне-летний и осенне-зимний периоды на территориях молочно-товарных ферм молокоперерабатывающих предприятий Минской, Витебской, Брестской, Гомельской, Гродненской и Могилёвской областей, а также изотопы лёгких элементов углерода  $\delta^{13}\text{C}$ , кислорода  $\delta^{18}\text{O}$ , азота  $\delta^{15}\text{N}$ .

**Материалы и методы исследований.** Исследования выполнены в рамках международного сотрудничества с Государственным научно-исследовательским институтом «Центр физических наук и технологий» (Литва) и договором с БРФФИ № Б17ЛИТГ-007 от 22.05.2017 г.

Отбор проб молока осуществляли в соответствии с ГОСТ 26809.1, СТБ ISO 707, воды – в соответствии с МУК РБ №11-10-1-2001, кормов – в соответствии с ГОСТ 13496.0.

Количественное определение стабильных изотопов основано на наличии изотопного эффекта – неидентичности свойств изотопов данного элемента, обусловленной различием масс изотопных атомов. Наиболее часто анализ изотопного состава проводят с помощью масс-спектрометра – прибора для разделения ионизирующих частиц вещества (молекул, атомов) по их массам, основанного на воздействии магнитных и электрических полей на пучки ионов, летящих в вакууме. В результате получают масс-спектр, который представляет собой зависимость величины ионного тока от массы частицы [1].

Соотношение изотопов кислорода в испытуемых образцах определяли с помощью системы Gas Bench II, подключенной к масс-спектрометру изотопного соотношения Thermo Delta V Advantage. Определение соотношений изотопов

углерода и азота проводили с использованием элементарного анализатора Thermo Flash EA 1112, подключенного к масс-спектрометру изотопного соотношения Thermo Delta V Advantage через программное обеспечение ConFlo III.



Рисунок 1 – Элементный анализатор ThermoFlash1112, подключенный к масс-спектрометру изотопного соотношения ThermoDelta V Advantage (Государственный научно-исследовательский институт «Центр физических наук и технологий» (Литва)  
Источник данных: собственная разработка.



Рисунок 2 – Масс-спектрометр ThermoDeltaV Advantage (Государственный научно-исследовательский институт «Центр физических наук и технологий» (Литва)  
Источник данных: собственная разработка.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В настоящее время в Республике Беларусь существует пять сельскохозяйственных зон [9]. На севере (*северная зона*), где климат более холодный и влажный, сложилась зона льноводства и молочно-мясного скотоводства в сочетании со свиноводством. Она включает Витебскую область, северную часть Гродненской, Минской и Могилёвской областей.

На западе (*западная зона*) республики, где более тёплый и мягкий климат и плодородные почвы, формируется зона молочно-мясного скотоводства, в меньшей мере свиноводства и выращивания сахарной свеклы. Она занимает запад Гродненской и юго-запад Минской области, северную и западную часть Брестской области.

На юго-востоке (*юго-восточная зона*) Беларуси развивается зона молочно-мясного скотоводства, свиноводства и картофелеводства. Это восточная часть Минской, южная часть Могилёвской и северо-восточная часть Гомельской области.

На юге Беларуси, на Полесье (*южная зона*), где много лугов, пастбищ, осушенных торфяников, складывается зона специализации мясо-молочного животноводства в сочетании с выращиванием картофеля, сахарной свеклы, овощей. В загрязнённых радионуклидами районах животноводство переформируется на мясное направление, земледелие – на производство малотрудоёмкой продукции с использованием её на семенные и технические цели.

*Пригородная зона* сосредоточена вокруг крупных городов, где преобладает молочное животноводство, свиноводство, промышленное птицеводство (производство яиц и мяса), овощеводство (открытого и защищенного грунта), садоводство (в основном ягоды), выращивание раннего картофеля.

В связи с этим, для достижения поставленной цели, установлена необходимость проведения исследования проб молока-сырья, воды и кормов, отобранных в весенне-летний и осенне-зимний периоды в различных сырьевых зонах.

С целью идентификации происхождения молочных продуктов, в Государственный научно-исследовательский институт «Центр физических наук и технологий» (Литва) были переданы пробы образцов молока сырого, воды и кормов для сельскохозяйственных животных, отобранные в течение 2017–2018 гг.

На первых этапах были разработаны модельные системы пробоподготовки для различных видов пищевого сырья и кормов, обеспечивающие превращение пробы в подходящую для последующего анализа форму, а также избавления её от мешающих анализу компонентов. Правильная пробоподготовка позволяет расширить исследуемый диапазон значений, улучшить воспроизводимость и точность результатов испытаний [6].

С целью предотвращения возможного изотопного фракционирования образцы непосредственно после отбора замораживали и до проведения изотопного анализа хранили при температуре минус  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Транспортирование проб осуществляли в специальных контейнерах, которые обеспечивают поддержание температуры от  $2^\circ\text{C}$  до  $5^\circ\text{C}$ .

Все образцы исследовали согласно разработанной нами методологии.

Таблица 1 – Результаты исследований соотношений стабильных изотопов углерода, азота и кислорода в молоке, воде, кормах для сельскохозяйственных животных

Сырьевая зона, период отбора	Соотношение стабильных изотопов, ‰		
	Молоко сырое	Вода	Корм для сельскохозяйственных животных
1	2	3	4
Соотношение стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ , ‰ (средние значения)			
<b>Минская область:</b>			
Весна 2017 г.	-21,6	-	-22,3
Лето 2017 г.	-26,8	-	-27,7
Зима 2018 г.	-19,3	-	-20,8
<b>Гомельская область:</b>			
Весна 2017 г.	-21,4	-	-27,3
Зима 2018 г.	-25,6	-	-28,7
<b>Витебская область:</b>			
Зима 2018г	-27,3	-	-28,2
<b>Могилёвская область:</b>			
Лето 2017 г.	-35,5	-	-35,8
Зима 2018 г.	-30,3	-	-29,4
<b>Гродненская область:</b>			
Весна 2017 г.	-22,3	-	-25,7
Лето 2017 г.	-20,6	-	-23,3
Зима 2018 г.	-16,9	-	-18,0
Соотношение стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ , ‰ (средние значения)			
<b>Брестская область:</b>			
Весна 2017 г	-20,7	-	-21,3
Осень 2017 г.	-21,3	-	-23,2
Зима 2018г	-23,9	-	-25,3
Соотношение стабильных изотопов $\delta^{18}\text{O}$ , ‰ (средние значения)			
<b>Минская область:</b>			
Весна 2017 г.	-6,3	-8,3	-
Лето 2017 г.	-7,3	-8,6	-
Зима 2018 г.	-7,8	-7,8	-
<b>Гомельская область:</b>			
Весна 2017 г.	-5,2	-8,9	-
Зима 2018 г.	-7,5	-9,2	-
<b>Витебская область:</b>			
Зима 2018 г.	-5,2	-7,0	-
<b>Могилёвская область:</b>			
Лето 2017 г.	-7,3	-9,7	-
Зима 2018 г.	-8,6	-9,4	-
Соотношение стабильных изотопов $\delta^{18}\text{O}$ , ‰ (средние значения)			
<b>Гродненская область:</b>			
Весна 2017 г.	-5,7	-7,3	-
Лето 2017 г.	-5,2	-7,2	-
Зима 2018 г.	-7,3	-8,0	-
<b>Брестская область:</b>			
Весна 2017 г.	-5,1	-8,4	-
Осень 2017 г.	-5,4	-8,8	-
Зима 2018 г.	-8,4	-9,7	-



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Соотношение стабильных изотопов $\delta^{15}\text{N}$ , ‰ (средние значения)			
<b>Минская область:</b>			
Весна 2017 г.	5,8	-	6,0
Лето 2017 г.	5,3	-	5,8
Зима 2018 г.	3,7	-	4,2
<b>Гомельская область:</b>			
Весна 2017 г.	5,5	-	6,2
Зима 2018 г.	4,6	-	5,9
<b>Витебская область:</b>			
Зима 2018 г.	5,0	-	6,2
<b>Могилёвская область:</b>			
Лето 2017 г.	5,2	-	6,4
Зима 2018 г.	4,8	-	5,2
<b>Гродненская область:</b>			
Весна 2017 г.	4,7	-	5,6
Лето 2017 г.	4,5	-	5,5
Зима 2018 г.	3,9	-	4,7
<b>Брестская область:</b>			
Весна 2017 г.	6,2	-	7,0
Осень 2017 г.	5,9	-	6,5
Зима 2018 г.	5,7	-	6,0

Источник данных: собственная разработка.

По результатам исследований (таблица 1) соотношения стабильных изотопов углерода в образцах молока варьировали от -35,5 до -16,9‰. Наиболее низкие значения  $\delta^{13}\text{C}$  были получены в образцах молока из Могилёвской области (-35,3‰), тогда как наиболее высокие значения  $\delta^{13}\text{C}$  были, в основном, у образцов молока из Брестской области (от -23,9 до -20,7‰). Образцы молока из Гродно, отобранные за зимний период, имели наиболее высокое значение  $\delta^{13}\text{C}$  (-16,9‰).

Соотношение изотопов кислорода в молоке отражает потребление воды и пищи, а также процесс дыхания. По содержанию  $\delta^{18}\text{O}$  в воде можно судить о географическом положении (высоте и удалённости от океана). Соотношение изотопов кислорода в растениях зависит от интенсивности транспирации и относительной влажности, приводящей к обогащению растения кислородом. Относительно небольшие изменения количества  $\delta^{18}\text{O}$  в воде и молоке может указывать на то, что животные потребляли воду, которая была почти постоянной по содержанию  $\delta^{18}\text{O}$  в течение и летнего и зимнего периодов.

По результатам испытаний молоко из Могилёвской области было более обогащено  $\delta^{18}\text{O}$  по сравнению с молоком из других регионов (содержание  $\delta^{18}\text{O}$  было наиболее низким и составляло от -8,6 до -7,3‰). Причиной тому может быть активное поедание свежей травы. Поскольку соотношение изотопов углерода в молоке из этого региона указывает на потребление свежей травы, это объяснение является достоверным.

Соотношения изотопов кислорода в образцах питьевой воды варьировали от -9,7 до -7,0‰. Между тем значения  $\delta^{18}\text{O}$  в молоке варьировали от -8,6 до -5,1‰. Наиболее высокие значения  $\delta^{18}\text{O}$  были отмечены в образцах из Могилевской области.

Таким образом, по результатам исследований соотношения изотопов кислорода в питьевой воде варьировали от -10,5 ‰ до -9,2‰ со средним значением  $-9,8 \pm 0,6\%$  (рисунок 3). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в молоке составляли от -8,7‰ до -3,9‰. Наиболее положительные значения  $\delta^{18}\text{O}$  были отмечены у образцов молока из Могилевской области.

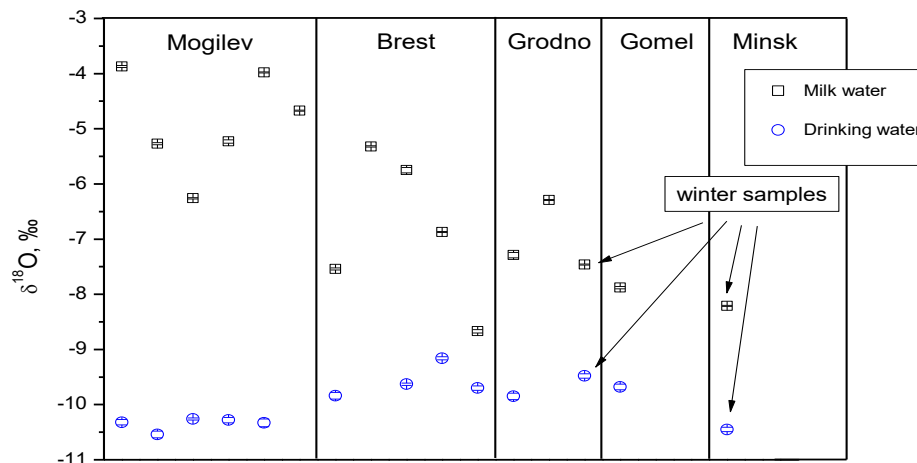


Рисунок 3 – Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в воде и молоке из разных регионов Беларуси, отобранных за летний период (те, что указаны стрелками - за зимний период).

Источник данных: собственная разработка.

Содержание изотопов азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) в исследуемых образцах молока варьировало от +3,7 до +6,2‰. Распределение стабильных изотопов азота в молоке было равномерным по всем исследуемым географическим регионам (рисунок 4).

Соотношения стабильных изотопов углерода в образцах молока варьировали от -30,2‰ до -20,0‰ (рисунок 4). Наиболее отрицательные значения  $\delta^{13}\text{C}$  были получены для образцов молока из Могилевской области, тогда как наиболее положительные значения  $\delta^{13}\text{C}$  были у образцов молока из Брестской области, собранных летом. Установлено, что содержание  $\delta^{13}\text{C}$  в образцах молока, отобранных в летний и зимний периоды в одном и том же географическом регионе, различается.

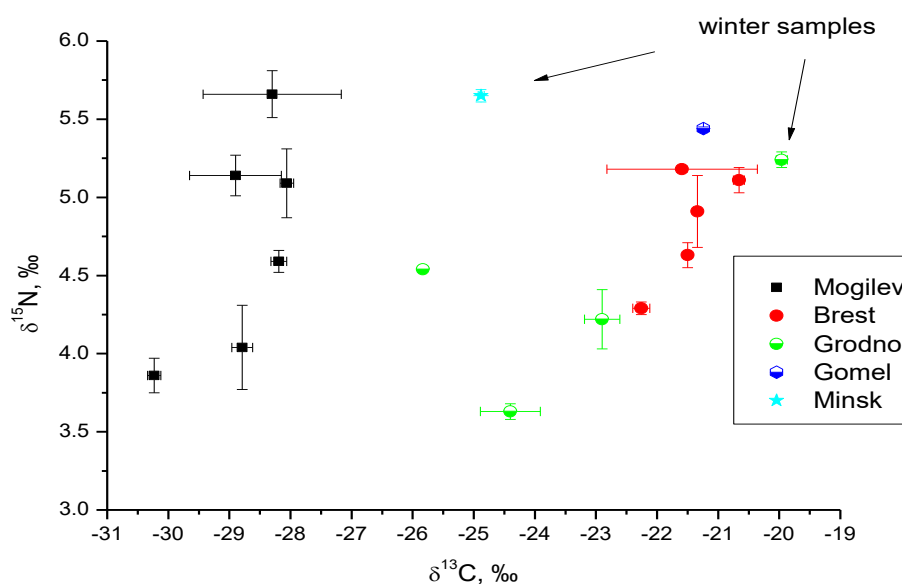


Рисунок 4 – Значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в образцах молока, отобранных за летний период (те, что указаны стрелками - за зимний период) из разных регионов Беларуси

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 1, при исследовании кормов методом изотопной масс-спектрометрии, выявлены наиболее отрицательные значения  $\delta^{13}\text{C}$  в кормах, отобранных на территории Могилевской области (-35,5‰). Исходя из этого, можно предположить, что в рационе коров из этого региона было минимальное содержание С4-растений (кукурузы).

Наиболее высокие значения содержания  $\delta^{13}\text{C}$  в кормах из Гродненской области (от -25,7 до -18,0‰) указывают на то, что эти корма содержат наибольшее количество С4-растений по сравнению с кормами из других регионов Беларуси. Таким образом, различия содержания  $\delta^{13}\text{C}$  в образцах кормов, отобранных в летний и зимний периоды из различных областей Беларуси, указывают на изменения соотношения изотопов в кормах по сезонам.

**Заключение.** Основным фактором, который влияет на соотношение изотопов углерода в молоке, является рацион животного. Следует отметить, что перевод сельскохозяйственных животных с рациона, состоящего из С3-растений, на питание С4-растениями способствовало увеличению содержания  $\delta^{13}\text{C}$  в молоке. Увеличение количества потребляемых С4-растений на каждые 10% приводит к повышению  $\delta^{13}\text{C}$  примерно на 1‰. Содержание  $\delta^{13}\text{C}$  в образцах молока, отобранных в летний и зимний периоды в одном и том же географическом регионе, также различалось. Это может быть связано с изменением рациона (большее разнообразие кормов в летний период по сравнению со стойловым содержанием в зимний период).

Стабильные изотопы азота в образцах молока варьировали от 3,6 до 6,2‰. Распределение стабильных изотопов азота в молоке было равномерным по всем исследуемым географическим регионам.

Обогащение молока  $\delta^{18}\text{O}$  связано с высоким потреблением животными свежей травы. На это указывают и результаты исследований по соотношению изотопов углерода. Наибольшие различия между соотношениями изотопов кислорода в питьевой воде и молоке наблюдалось в Могилевской области.

Таким образом, в результате исследований установлено, что соотношение стабильных изотопов в коровьем молоке определяется питанием, составом воды, а также условиями окружающей среды. Зная распределение изотопов в источниках питания (корм, вода), можно предсказать состав изотопов в молоке.

Полученные данные будут использованы для создания базы данных подлинных образцов, которая в последующем может быть внедрена в глобальную систему отслеживания пищевых продуктов (Food Traceability System).

Особое значение проведенные исследования имеют для идентификации продуктов и определения их географического происхождения.

### Список использованных источников

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. Зякун, А.М. Теоретические основы изотопной масс-спектрометрии в биологии: учебное пособие / А.М. Зякун. – Пушино: Фото-век, 2010. – 224 с.</p> <p>2. Молоко и молочная продукция. Правила приёмки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молкосодержащие продукты: ГОСТ 26809.1-2014 – Введ. 01.09.2016.</p> <p>3. Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб: СТБ ISO 707-2013 – Введ.</p> | <p>1. Zjakun, A.M. Teoreticheskie osnovy izotopnoj mass-spektrometrii v biologii [Theoretical bases of isotopic mass spectrometry in biology] : uchebnoe posobie / A.M. Zjakun. – Pushhino: Foto-vek, 2010. – 224 s.</p> <p>2. Moloko i molochnaja produkcija. Pravila prijomki, metody otbora i podgotovka prob k analizu. Chast' 1. Moloko, molochnye, molochnye sostavnye i molokosoderzhashhie produkty [Milk and dairy products. Acceptance rules, sampling methods and preparation for analysis. Part 1. Milk, dairy, milk composites and milk-containing products] : GOST 26809.1-2014 – Vved. 01.09.2016.</p> <p>3. Moloko i molochnye produkty. Rukovodstvo po otboru prob [Milk and dairy products. Sampling</p> |
|--|--|

01.03.2014.

4. Подколзин, И.В. Оценка возможностей масс-спектрометрии изотопных отношений при установлении географического происхождения цельного молока / И.В. Подколзин, А.И. Соловьев // Ветеринария сегодня. – 2016. – № 2. 46-51 с.

5. Талибова, А. Оценка качества и безопасности пищевой продукции методом изотопной масс-спектрометрии // Аналитика. – 2011. – № 1.

6. Талибова, А. Исследование стабильных изотопов для оценки качества и безопасности пищевых продуктов / Колеснов А. // Пищевая промышленность. – 2012. – №9.

7. Guillou C., Reniero F. Isotope methods for the control of food products and beverages // New approaches for stable isotope ratio measurements. Proceedings of an Advisory Group meeting held in Vienna, 20–23 September 1999. – P. 39–53.

8. Kelly S., Heaton K., Hoogewerff J. Tracing the geographical origin of food: The application of multi-element and multi-isotope analysis // Trends Food Sci. Tech. – 2005. – Vol. 16, № 12. – P. 555-567.

9. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республике Беларусь, 2014. – С. 55–90.

Manual] : STB ISO 707-2013 – Vved. 01.03.2014.

4. Podkolzin, I.V. Ocenka vozmozhnostej mass-spektrometrii izotopnyh otnoshenij pri ustanovlenii geograficheskogo proishozhdenija cel'nogo moloka [Evaluation of the potential of isotopic mass spectrometry in determining the geographical origin of whole milk] / I.V. Podkolzin, A.I. Solov'ev // Veterinarija segodnja. – 2016. – № 2. 46 51 s.

5. Talibova, A. Ocenka kachestva i bezopasnosti pishhevoj produkcii metodom izotopnoj mass-spektrometrii [Evaluation of food quality and safety by isotopic mass spectrometry] // Analitika. – 2011. – № 1.

6. Talibova, A. Issledovanie stabil'nyh izotopov dlja ocenki kachestva i bezopasnosti pishhevyyh produktov [Stable isotope study to assess food quality and safety] / Kolesnov A. // Pishhevaja promyshlennost'. – 2012. – №9.

9. Sel'skoe hozjajstvo Respubliki Belarus': stat. sbornik [Agriculture of the Republic of Belarus: stat. collection] . – Minsk: Nacional'nyj statisticheskij komitet Respublike Belarus', 2014. – S. 55–90.

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, Е.Д. Шегидевич  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВОГО СОСТАВА МОЛОКА-СЫРЬЯ МЕТОДОМ КЬЕЛЬДАЛЯ

*A. Meliashchenia, K. Shehidzevich  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## RESEARCH ALGORITHM OF THE PROTEIN COMPOSITION OF RAW MILK BY THE KYELDAL METHOD

*e-mail: aleksmel@tut.by, ek.sheg@yandex.ru*

*Изучены особенности определения белкового состава молока сырого в соответствии с нормативными документами стран-участниц ЕАЭС. На основании проведенных исследований для предприятий молокоперерабатывающей отрасли разработан алгоритм, устанавливающий последовательность определения критериев, характеризующих белковый состав молока-сырья, методом Кьельдаля.*

*The details of determining the protein composition of raw milk in accordance with the regulatory documents of the EAEU member-countries were studied. Based on the researches has been developed an algorithm for the dairy industry that establishes the sequence for determining the criteria characterizing the protein composition of raw milk using the Kjeldahl method.*

**Ключевые слова:** молоко-сырье; метод Кьельдаля; небелковый азот; истинный белок; фальсификация молока-сырья.

**Keywords:** raw milk; Kjeldahl method; non-protein nitrogen; true protein; adulteration of raw milk.

**Введение.** Актуальным вопросом для молочной отрасли Республики Беларусь является введение в нормативные документы дополнительных показателей идентификации молока-сырья по белковому составу. В 2017 году на территории Российской Федерации было утверждено и введено в действие изменение №2 в ГОСТ Р 52054 «Молоко коровье сырое. Технические условия» [1]. Указанное изменение дополнило перечень контролируемых в молоке-сырье показателей следующими параметрами: содержание небелкового азота, массовая доля истинного белка, содержание мочевины (рисунок 1). Определение новых показателей не является обязательным и проводится по усмотрению производителя, то есть в добровольном порядке.

Необходимость в установлении дополнительных критериев исследования молока-сырья в Российской Федерации возникла в связи с тем, что «недобросовестные» производители фальсифицировали молоко-сырье по белку путем внесения сухих молочных компонентов, добавления азотистых соединений, использования кормов с повышенным уровнем азотсодержащих соединений. Представленные способы использовались для повышения массовой доли белка и, соответственно, получения большей выгоды при сдаче молока на переработку. Повышенное значение массовой доли белка при указанных видах фальсификации обусловлено используемым методом контроля данного показателя. Чаще всего массовая доля белка определяется методом Кьельдаля, с помощью которого устанавливают не белок, а массовую долю азотистых соединений. Затем, путем умножения полученного значения содержания азота на коэффициент 6,38, получают

значение массовой доли общего белка в молоке. Таким образом, в получаемом значении представлен не только белок, но и другие небелковые азотистые соединения [2].

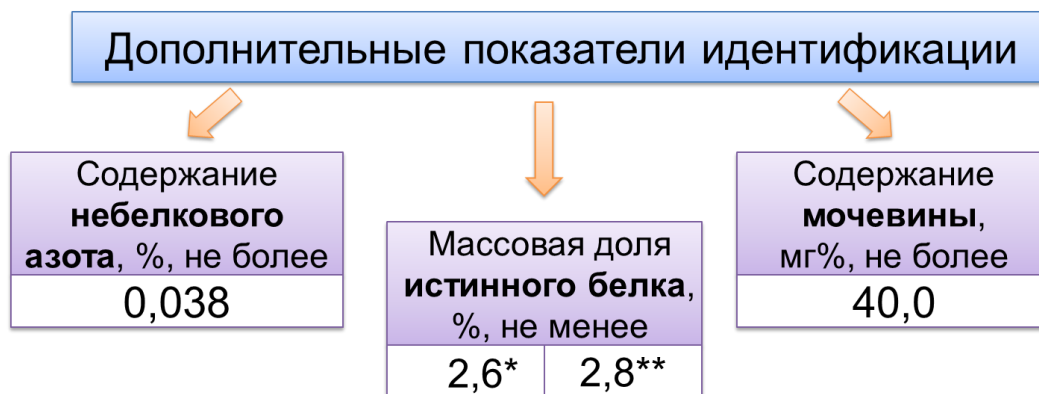


Рисунок 1 – Дополнительные показатели идентификации молока-сырья

(\* – для первого и второго сорта, \*\* – для высшего сорта)

Источник данных: собственная разработка.

Следует рассмотреть особенности молока-сырья, фальсифицированного указанными способами. При использовании сыворотки как дополнительного белоксодержащего компонента, природное соотношение (1:3) между сывороточными белками и казеиновой фракцией нарушается. Сывороточные белки, являющиеся термолабильными, находятся в избытке по отношению к казеиновой фракции, что приводит к коагуляции и со-коагуляции сывороточных белков при попытке пастеризации молока, фальсифицированного сывороткой [3]. При фальсификации молока-сырья путем добавления азотсодержащих соединений получают молочное сырье с искусственным высоким белком. При этом процесс сычужного свертывания или сквашивания протекает совсем не по классической схеме, а зачастую вообще останавливается. Таким образом, фальсификация молока-сырья по белковому составу оказывает значительное влияние на последующие стадии процесса его переработки [2].

С учетом разработки в настоящее время изменения в государственный стандарт Республики Беларусь на молоко коровье сырое и существованием описанных выше способов искусственного завышения содержания белка, актуальными задачами являются изучение современных методов определения белкового состава молока-сырья и разработка алгоритма его исследования, устанавливающего последовательности определения и оценки новых показателей.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материалов при выполнении работы была изучена и проанализирована информация ряда литературных источников, а также нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации молочной отрасли, действующих на территории Республики Беларусь и ЕАЭС.

**Результаты и их обсуждение.** Основным документом, устанавливающим требования к молоку-сырью в нашей республике, является СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия». В стандарте определена базисная норма для показателя «массовая доля белка», значение которой составляет 3,0% [4]. В приложении №6 Технического регламента ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», распространяющегося на молоко и молочную продукцию, выпускаемую в обращение на единой территории Таможенного союза, установлено, что массовая доля белка сырого коровьего молока составляет не менее 2,8% [5]. Таким образом, в указанных выше документах единственным нормируемым

показателем, характеризующим белковый состав молока, является «массовая доля белка».

Массовая доля белка – интегральный показатель, включающий в себя не только белки, но и азотистые соединения (мочевина, пептиды, отдельные аминокислоты, другие продукты распада белка). Исходя из практических соображений, содержание белка в молоке необходимо оценивать по следующим показателям: содержание сырого белка, содержание чистого белка (истинного белка), содержание казеина, содержание неказеинового азота, содержание небелковых азотистых соединений (NPN), содержание сывороточных белков [6, 7]. Соотношение между указанными показателями представлено на рисунке 2.

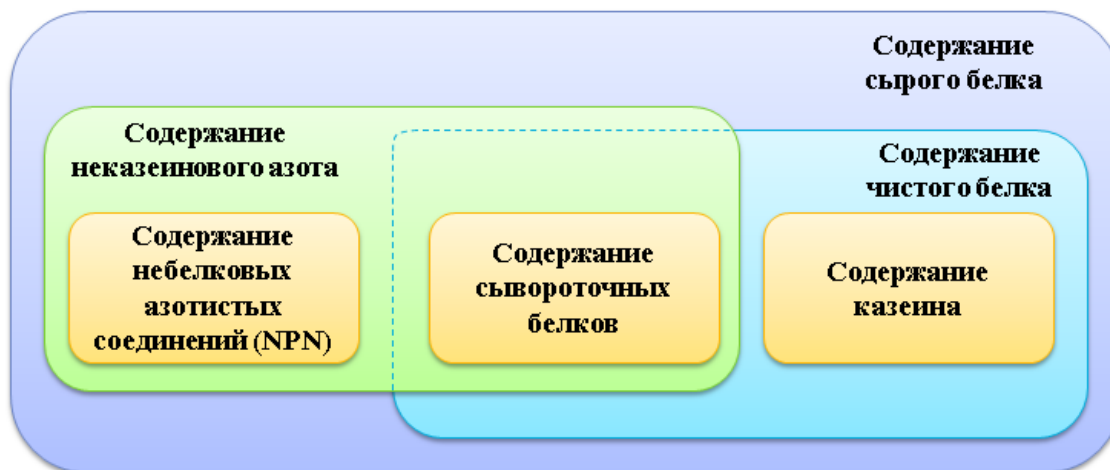


Рисунок 2 – Взаимосвязь между основными показателями, характеризующими содержание молочных белков  
 Источник данных: собственная разработка.

Анализ научно-практической литературы и технических нормативно-правовых актов показал, что показатель «содержание сырого белка» аналогичен показателю массовая доля белка установленному в [4] и [5]. Содержание чистого (истинного) белка характеризуется значением содержания сырого белка за вычетом содержания небелковых азотистых соединений. Содержание казеина в молоке составляет 2,6–3,2%, на казеин приходится 78–82% от общего количества молочных белков [6]. Содержание сывороточных белков – 0,4–0,8%, их доля от общего количества молочных белков составляет 15–22% [8]. Содержание небелковых азотистых соединений составляет около 200–500 мг/дм<sup>3</sup>. Это соответствует 2–8% общего количества азота, определяемого по Кьельдалю [6]. В государственном стандарте Российской Федерации на молоко сырое [1] содержание небелкового азота не должно превышать 0,038%.

На изменчивость белковости молока влияют генетические и паратипические факторы. К паратипическим относятся уровень и полноценность кормления, физиологическое состояние, здоровье и система содержания животных, сезон года [9]. Порода животных оказывает большое влияние на химический состав молока и выход молочных продуктов, то есть каждой породе присуща соответствующая концентрация белка в молоке [10].

Стандартные методы анализа общего содержания белка и содержания отдельных фракций представлены в таблице 1. Обзор стандартных методов анализа показателей, характеризующих белковый состав молока, показал, что универсальным методом для их определения является метод Кьельдаля [12]. Метод Кьельдаля в настоящее время на международном уровне признан в качестве арбитражного метода

измерения содержания белка в молочных продуктах, и перечислен в качестве такого в Кодекс Алиментариус.

Таблица 1 – Стандартные методы анализа общего содержания белка и содержания отдельных фракций

Показатель	Код стандарта	Наименование стандарта
Массовая доля белка	ГОСТ 25179-2014	Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка
	ГОСТ 23327-98	Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка
	ГОСТ ISO 8968-3-2013	Молоко. Определение содержания азота. Часть 3. Метод дигерирования в блоке (полумикроэкспресс-метод)
	СТБ ISO 8968-1-2008	Молоко. Определение содержания азота. Часть 1. Метод Кьельдаля
Массовая доля сывороточных белков	ГОСТ Р 54756-2011	Молоко и продукция молочная. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля
Содержание небелковых азотистых соединений	ГОСТ Р 55246-2012	Молоко и молочные продукты. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля
Содержание казеинового азота	СТБ ISO 17997-1-2012	Молоко. Определение содержания казеинового азота. Часть 1. Косвенный метод (арбитражный метод)

Источник данных: [5, 11].

Методом Кьельдаля проводят определение содержания отдельных фракций молочных белков, для этого необходимо их предварительное выделение. Последовательность выделения фракций молочных белков в соответствии с техническими нормативно-правовыми актами, указанными в таблице 1, представлена в виде схемы на рисунке 3.

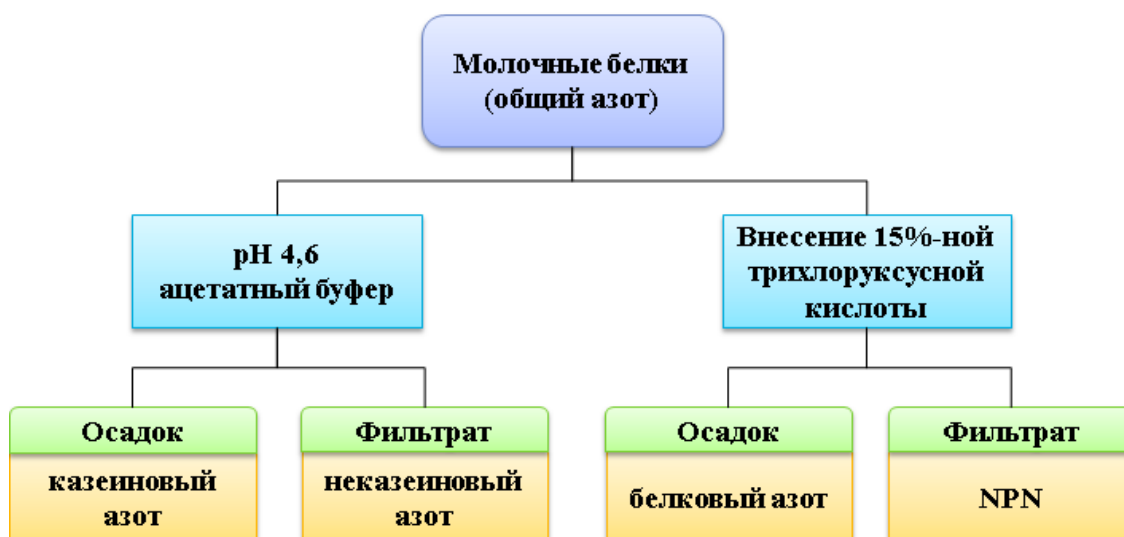


Рисунок 3 – Порядок фракционирования молочных белков

Источник данных: [6]



Определение основных параметров, характеризующих белковый состав молока, проводят следующим образом:

а) массовая доля белка – общее содержание азота по Кьельдалю, умноженное на коэффициент 6,38;

б) истинный белок – разность между общим содержанием азота и содержанием небелковых азотистых соединений, умноженная на коэффициент 6,38;

в) массовая доля казеина – разность между общим содержанием азота и содержанием неказеинового азота, умноженная на коэффициент 6,38;

г) содержание неказеинового азота – содержание азота в фильтрате после отделения казеина при рН 4,6 в ацетатном буфере;

д) содержание небелковых азотистых соединений (массовая доля небелкового азота) – содержание азота в фильтрате после осаждения белков 15%-ной трихлоруксусной кислотой;

е) массовая доля сывороточных белков – разность между содержанием неказеинового азота и содержанием небелковых азотистых соединений, умноженная на коэффициент 6,28 [6].

Следует отметить, что на территории Российской Федерации введен в действие ГОСТ Р «Молоко и продукция молочная. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля», что позволяет проводить определение содержания сывороточных белков не только расчетным путем.

*Алгоритм исследования белкового сырого молока методом Кьельдаля.* На основании представленных результатов анализа литературных источников и технических нормативно-правовых актов в области стандартизации и нормирования молочной отрасли был разработан алгоритм проведения исследования белкового состава молока-сырья (рисунок 4), который состоит из пяти этапов.

Первый этап – это определение массовой доли белка, его проводят в соответствии с ГОСТ 23327-98 [14].

На втором этапе определяют содержание казеинового азота в соответствии с СТБ ISO 17997-1-2012. В соответствии с СТБ ISO 17997-1-2012 в подготовленной для исследования пробе проводится осаждение казеиновой фракции белков молока-сырья с использованием ацетатного буфера. Последующее исследование содержания неказеинового азота осуществляют методом Кьельдаля путем исследования фильтрата, полученного при удалении образовавшегося осадка казеиновой фракции [15].

Третий этап – определение содержания небелковых азотистых соединений (небелкового азота) в соответствии с ГОСТ Р 54756-2011 [16]. Следует отметить, что в настоящее время ведется разработка межгосударственного стандарта ГОСТ «Молоко и молочная продукция. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля». Проект стандарта разработан на основе ГОСТ Р 55246 и проходит публичное обсуждение в первой редакции [17].

На четвертом этапе проводят определение массовой доли сывороточных белков расчетным путем по формуле (1):

$$W_{\text{СЫВ}} = 6,28 * (W_{\text{НКА}} - W_{\text{НА}}), \quad (1)$$

где  $W_{\text{СЫВ}}$  – массовая доля сывороточных белков, %;

$W_{\text{НКА}}$  – содержанием неказеинового азота, %;

$W_{\text{НА}}$  – массовая доля небелкового азота, %.

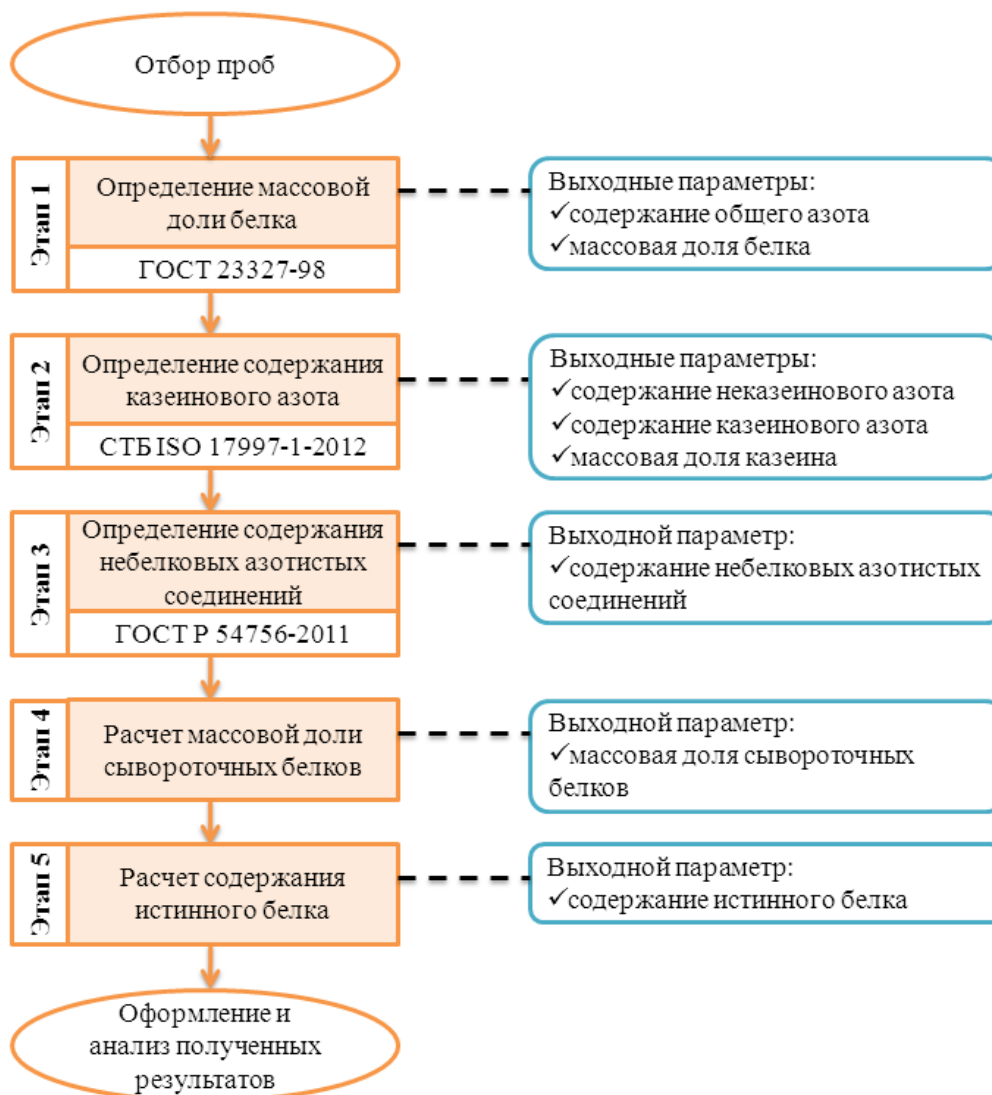


Рисунок 4 – Алгоритм исследования белкового состава молока-сырья методом Кьельдаля  
Источник данных: собственная разработка.

Определение массовой доли сывороточных белков возможно проводить также в соответствии с ГОСТ Р 54756 «Молоко и продукция молочная. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля» [13], на основе которого разработан проект стандарта ГОСТ «Молоко и молочная продукция. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля». Документ прошел все необходимые процедуры обсуждения в формате окончательной редакции и по плану межгосударственной стандартизации должен быть утвержден в 2020 году [17].

На пятом этапе осуществляется расчет содержания истинного белка по формуле:

$$W_{ИБ} = 6,38 * (W_{ОА} - W_{НА}), \quad (2)$$

где  $W_{ИБ}$  – содержание истинного белка, %;  
 $W_{ОА}$  – общее содержание азота, %.

Рекомендуемая форма представления получаемых результатов установлена в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Рекомендуемая форма представления результатов анализа белкового состава молока сырого

Шифр образца молока-сырья	Массовая доля (содержание) азота, %				Массовая доля (содержание), %			
	общего	неказеинового	казеинового	небелкового	белка	казеина	сывороточных белков	истинного белка

Источник данных: собственная разработка.

Анализ полученных результатов осуществляется путем их сравнения со значениями представленными в нормативной документации и литературных источниках. Установленная последовательность исследования молока-сырья способствует получению данных не только об общем содержания белка, но и об отдельных фракциях – казеина и сывороточных белков. Нарушение природного соотношения между содержанием казеина и сывороточных белков может свидетельствовать о фальсификации молока-сырья белками молочного или немолочного происхождения. В описанной ситуации необходимо более детальное рассмотрение каждой фракции белков молока-сырья, что возможно при проведении его идентификации в соответствии с ГОСТ 33528-2015 «Молоко и молочные продукты. Идентификация белкового состава электрофоретическим методом в полиакриламидном геле».

**Закключение.** В результате изучения и анализа ТНПА в области технического нормирования молочной отрасли и литературных источников, разработан алгоритм, устанавливающий последовательность проведения исследования белкового состава молока сырья методом Кьельдаля.

Полученные результаты могут быть использованы при мониторинге белкового состава поступающего на молокоперерабатывающие предприятия молока-сырья, что является актуальным для выявления причин при возникновении проблемных вопросов в процессе переработки.

**Список использованных источников**

1. Молоко коровье сырое. Технические условия: ГОСТ Р 52054-2003. – Введ. 01.01.04. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 20 с.

2. Абдуллаева, Л.В. О дополнительных показателях качества сырого молока / Л.В. Абдуллаева // Молочная промышленность. – 2015. – №3. – С. 12–13.

3. Коваленко, Д.Н. Фальсификация молока и молочных продуктов / Д.Н. Коваленко // Переработка молока. – 2011. – №3. – С. 8–11.

4. Молоко коровье сырое. Технические условия: СТБ 1598-2006. – Введ. 01.08.06. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 20 с.

5. О безопасности молока и молочной продукции: ТР ТС 033/2013: принят 09.10.2013: вступ. в силу 01.05.2014 / Евраз. экон. комис. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и

1. Moloko korov'e syroe. Tehnicheskie uslovija [Raw cow's milk. Technical specifications]: GOST R 52054-2003. – Vved. 01.01.04. – Moskva: Standartinform, 2008. – 20 s.

2. Abdullaeva, L.V. O dopolnitel'nyh pokazatel'jah kachestva syrogo moloka [About additional raw milk quality indicators] / L.V. Abdullaeva // Molochnaja promyshlennost'. – 2015. – №3. – S. 12–13.

3. Kovalenko, D.N. Fal'sifikacija moloka i molochnyh produktov [Falsification of milk and dairy products ] / D.N. Kovalenko // Pererabotka moloka. – 2011. – №3. – S. 8–11.

4. Moloko korov'e syroe. Tehnicheskie uslovija [Raw cow's milk. Technical specifications]: STB 1598-2006. – Vved. 01.08.06. – Minsk: Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2006. – 20 s.

5. O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii [About the safety of milk and dairy products]: TR TS 033/2013: prinjat 09.10.2013: vstup. v silu 01.05.2014 / Evraz. jekon. komis. – Minsk:

сертификации, 2013. – 100 с.

6. Тепел, А. Химия и физика молока: пер. с нем. / А. Тепел; под ред. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с.

7. Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th Edition / Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox. – Springer, 2013. – 548 p.

8. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности. Справочник / под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.

9. Хаертдинов, Р. Влияние сезона на качество и белковый состав молока / Р. Хаертдинов, Н. Мухаметгалиев, А. Гатауллин // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – №2. – С. 2–4.

10. Тетерева, Л.И. Белковые и небелковые азотистые вещества коровьего молока / Л.И. Тетерева, О.В. Лепилкина; Л.П. Витушкина // Повышение конкурентоспособности отечеств. продуктов сыроделия и маслоделия / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслоделия и сыроделия, 2012. – С. 199–202.

11. Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tnra.by> – Дата доступа: 20.12.2020.

12. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка: ГОСТ 23327-98. – Введ. 01.01.00. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 8 с.

13. Молоко и продукция молочная. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля: ГОСТ Р 54756-2011. – Введ. 01.01.13. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 10 с.

14. Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу: ГОСТ 26809-86. – Введ. 01.01.87. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 9 с.

15. Молоко. Определение содержания казеинового азота. Часть 1. Косвенный метод (арбитражный метод): СТБ ISO 17997-1-2012. – Введ. 01.01.13. – Минск: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 12 с.

16. Молоко и продукция молочная. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля: ГОСТ Р 54756-2011. – Введ. 01.01.13. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 10 с.

Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2013. – 100 s.

6. Tepel, A. Himija i fizika moloka [Chemistry and Physics of Milk]: per. s nem. / A. Tepel; pod red. S.A. Fil'chakovoj. – SPb.: Professija, 2012. – 832 s.

8. Sostav i svojstva moloka kak syr'ja dlja molochnoj promyshlennosti. Spravochnik [The composition and properties of milk as a raw material for the dairy industry. Reference book] / pod red. Ja.I. Kostina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 239 s.

9. Haertdinov, R. Vlijanie sezona na kachestvo i belkovyj sostav moloka [The influence of the season on the quality and protein composition of milk] / R. Haertdinov, N. Muhametgaliev, A. Gataullin // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 2004. – №2. – S. 2–4.

10. Tetereva, L.I. Belkovye i nebelkovye azotistye veshhestva korov'ego moloka [Protein and non-protein nitrogenous substances of cow's milk] / L.I. Tetereva, O.V. Lepilkina; L.P. Vitushkina // Povyshenie konkurentosposobnosti otechestv. produktov syrodeliya i maslodeliya / Vseros. nauch.-issled. in-t maslodeliya i syrodeliya, 2012. – S. 199–202.

11. Nacional'nyj fond tehniceskikh normativnyh pravovyh aktov Respubliki Belarus' [National Fund of Technical Regulations of the Republic of Belarus] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.tnra.by> – Data dostupa: 20.12.2020.

12. Moloko i molochnye produkty. Metod izmerenija massovoj doli obshhego azota po K'el'dalju i opredelenie massovoj doli belka [Milk and dairy products. The method of measuring the mass content of total nitrogen according to Kjeldahl and determining the mass content of protein]: GOST 23327-98. – Vved. 01.01.00. – Moskva: Standartinform, 2009. – 8 s.

13. Moloko i produkcija molochnaja. Opredelenie massovoj doli syvorotochnyh belkov metodom K'el'dalja [Milk and dairy products. Determination of the mass content of whey proteins by the Kjeldahl method]: GOST R 54756-2011. – Vved. 01.01.13. – Moskva: Standartinform, 2012. – 10 s.

14. Moloko i molochnye produkty. Pravila priemki, metody otbora i podgotovka prob k analizu [Milk and dairy products. Acceptance procedure, sampling procedure and sample preparation for analysis]: GOST 26809-86. – Vved. 01.01.87. – Moskva: Standartinform, 2009. – 9 s.

15. Moloko. Opredelenie soderzhaniya kazeinovogo azota. Chast' 1. Kosvennyj metod (arbitrazhnyj metod) [Milk. Determination of casein nitrogen content. Part 1. Indirect method (reference method)]: STB ISO 17997-1-2012. – Vved. 01.01.13. – Minsk: Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. – 12 s.

16. Moloko i produkcija molochnaja. Opredelenie massovoj doli syvorotochnyh belkov metodom K'el'dalja [Milk and dairy products. Determination of the mass content of whey proteins by the Kjeldahl method]: GOST R 54756-2011. – Vved.

17. Юрова, Е.А. Стандартизация методик измерений показателей качества и безопасности молока и продуктов его переработки / Е.А. Юрова, С.А. Фильчакова, Т.В. Кобзева // Переработка молока. – 2019. – №11 – С. 6–11.

01.01.13. – Moskva: Standartinform, 2012. – 10 s.  
17. Jurova, E.A. Standartizacija metodik izmerenij pokazatelej kachestva i bezopasnosti moloka i produktov ego pererabotki [Standardization of methods for measuring the quality and safety of milk and its products] / E.A. Jurova, S.A. Fil'chakova, T.V. Kobzeva // Pererabotka moloka. – 2019. – №11 – S. 6–11.

*Е.М. Дмитрук, Е.В. Ефимова, к.т.н., С.И. Вырина*  
*Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КОМБИНИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ**

*E. Dmitruk, E. Efimova, S. Virina*  
*Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **INFLUENCE OF THE COMPONENT COMPOSITION OF COMBINED MILK MIXTURES ON THE QUALITY INDICATORS OF PROTEIN PRODUCTS**

*e-mail: elenadm210187@gmail.com, overie@mail.ru, svetlantana@mail.ru,*

*В статье представлены результаты исследований по изучению влияния компонентного состава комбинированных молочных смесей на качественные показатели белковых продуктов. На основании исследований установлено, влияние вида молока и его количества на выход продукта и степень использования сухих веществ.*

*The article presents the results of research on the influence of the component composition of combined milk mixtures on the quality indicators of protein products. Based on research, the influence of the type of milk and its quantity on the yield of the product and the degree of use of dry substances has been established.*

**Ключевые слова:** комбинированные молочные смеси; белковые продукты; выход продукта; степень использования сухих веществ.

**Keywords:** combined milk mixtures; protein products; product yield; degree of use of dry substances.

**Введение.** Важным фактором при производстве молочных белковых продуктов является химический состав и технологические свойства перерабатываемого молочного сырья. Молоко, получаемое от различных видов сельскохозяйственных животных (молоко коровье, козье и овечье), значительно отличается по составу и технологическим свойствам, в частности по качеству сгустка, образующегося при кислотной и сычужной коагуляции. Учитывая тот факт, что коровье молоко по химическому составу, содержанию витаминов, минеральных элементов, жирнокислотному и аминокислотному составам не отвечает в полной мере требованиям, предъявляемым к сырью при выработке различных специализированных и функциональных продуктов питания, комбинирование молочного сырья различных сельскохозяйственных животных представляет большой интерес при создании продуктов наиболее сбалансированным по свойствам и биологически ценным элементам.

**Цель исследований** – определить влияние компонентного состава комбинированных молочных смесей на качественные показатели белковых продуктов.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись: молоко коровье, козье, овечье и комбинированные смеси из данных видов молока, белковые продукты.

Определение физико-химических, органолептических показателей комбинированных смесей и белковых продуктов, выработанных на их основе, осуществляли в лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовались стандартные методы.

Для изучения влияния компонентного состава молока комбинированных молочных смесей на качественные показатели белковых продуктов были проведены экспериментальные выработки, в ходе которых смесь различных видов молока и контрольные образцы пастеризовали при температуре  $(78 \pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 15-20 с, пастеризованную смесь охлаждали до температуры сквашивания  $(28 \pm 2)^\circ\text{C}$ , вносили закваску для изготовления творога производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и осуществляли сквашивание в течение 8-10 часов до образования сгустка, затем осуществляли его обработку.

Выход белковых продуктов из образцов молока и комбинированных смесей определяли по формуле (1):

$$V_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где –  $V_{\text{пр}}$  – выход продукта, %;  
 $M_{\text{г.пр}}$  – масса готового продукта, г;  
 $M_{\text{с}}$  – масса исходного сырья, г.

Степень использования сухих веществ определяли по формуле (2):

$$\text{СИСВ} = \frac{M_{\text{г.пр}} \cdot \text{СВ}_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}} \cdot \text{СВ}_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где – СИСВ – степень использования сухих веществ, %;  
 $\text{СВ}_{\text{г.пр}}$  – содержание сухих веществ в готовом продукте, %;  
 $\text{СВ}_{\text{с}}$  – содержание сухих веществ в исходном сырье, %.

Оценка вкуса, запаха и внешнего вида образцов осуществлялась посредством органолептического анализа [1].

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведения научно-исследовательской работы изучено влияние компонентного состава комбинированных молочных смесей на качественные показатели белковых молочных продуктов, изготовленных из данных смесей.

Были проведены выработки белковых продуктов из комбинированных молочных смесей, состоящих из двух и трех видов молока (коровье-овчье, коровье-козье, коровье-овчье-козье). В качестве молочного сырья использовали молоко коровье обезжиренное (жир – 0,5%, белок – 3,4%, сухие вещества – 8,8%), овчье (жир – 6,5%, белок – 5,2%, сухие вещества – 17,9%) и козье цельное (жир – 3,1%, белок – 3,3%, сухие вещества – 11,8%).

Комбинированные смеси изготавливались путем смешивания молока-сырья коровьего, овечьего, козьего в различных соотношениях и комбинациях. Процентное соотношение состава комбинированных молочных смесей, состоящих из молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного в комбинированных смесях

Соотношение молока, %	Образец смеси										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	Контроль 1	Контроль 2
коровье обезжиренное	90	80	70	60	50	40	30	20	10	100	0
овечье цельное	10	20	30	40	50	60	70	80	90	0	100

Источник данных: собственная разработка.

Из изготовленных образцов комбинированных молочных смесей были выработаны экспериментальные образцы белкового продукта. В таблице 2 представлены сравнительные характеристики экспериментальных образцов белкового продукта и сыворотки, полученной в ходе производства из комбинированных смесей, состоящих из молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного в различных соотношениях.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белкового продукта, изготовленных из комбинированных молочных смесей, состоящих из молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного

Показатели	Образец										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	Контроль 1	Контроль 2
Показатели белкового продукта											
Кислотность, °Т	148	149	149	150	148	149	150	152	150	147	160
Массовая доля влаги, %	78,60	77,00	75,30	74,00	72,30	71,00	70,00	69,10	68,50	79,50	67,90
Выход продукта, %	21,20	22,40	22,80	23,40	24,40	25,00	26,40	27,60	29,00	20,80	30,26
Степень использования сухих веществ, %	46,72	48,51	48,84	48,91	50,63	50,84	52,21	53,04	53,77	48,45	54,27
Показатели сыворотки											
Кислотность, °Т	79	79	80	81	82	82	82,5	84	85	79	87
Массовая доля сухих веществ, %	6,2	6,7	7,1	7,5	7,8	8,0	8,7	9,4	9,6	5,8	9,1

Источник данных: собственная разработка.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что наибольший выход готового продукта и степени использования сухих веществ отмечается у экспериментального образца № 9, изготовленного из комбинированной смеси, состоящей из 10% молока коровьего обезжиренного и 90% молока овечьего цельного, и составляет 29,00% и 53,77%, соответственно.

С увеличением процентного содержания молока овечьего цельного в комбинированной молочной смеси, используемой для приготовления белкового продукта, увеличивается выход продукта и степень использования сухих веществ, однако также увеличивается отход сухих веществ в сыворотку.

По результатам органолептических исследований экспериментальные образцы белковых продуктов, изготовленные из молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного, имели рассыпчатую консистенцию, чистый кисломолочный вкус, без посторонних привкусов и запахов. В экспериментальных образцах с добавлением овечьего молока цельного в количестве 70%, 80%, 90% и контрольном образце, изготовленном из овечьего молока, присутствовало наличие ошутимых частиц молочного белка и резиристость консистенции.



В процессе выполнения НИР были изготовлены комбинированные молочные смеси, состоящие из коровьего молока обезжиренного и молока козьего цельного. Процентное соотношение молока коровьего и козьего в составе комбинированных молочных смесей представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношение молока коровьего обезжиренного и молока козьего цельного

Соотношение молока, %	Образец смеси										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	Контроль 1	Контроль 2
коровье обезжиренное	90	80	70	60	50	40	30	20	10	100	0
козье цельное	10	20	30	40	50	60	70	80	90	0	100

Источник данных: собственная разработка.

Для исследования влияния состава данных комбинированных смесей на выход готового продукта и степень использования сухих веществ были осуществлены экспериментальные выработки белкового продукта. Сравнительная характеристика экспериментальных образцов белкового продукта представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика экспериментальных образцов белкового продукта, изготовленных из комбинированных молочных смесей

Показатели	Образец										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	Контроль 1	Контроль 2
Показатели белкового продукта											
Кислотность, °Т	149	148	145	144	145	145	140	136	131	145	128
Массовая доля влаги, %	78,80	78,50	77,90	76,50	76,20	76,00	75,30	75,00	75,40	79,50	75,40
Выход продукта, %	20,68	20,64	20,62	20,56	20,46	20,38	20,34	20,04	20,18	20,88	19,96
Степень использования сухих веществ, %	48,18	47,21	46,98	48,08	47,28	46,14	46,09	44,73	43,17	48,64	41,61
Показатели сыворотки											
Кислотность, °Т	81	81,5	81	80	79	79	78,5	78	76	81	75
Массовая доля сухих веществ, %	6,0	6,1	6,0	5,9	6,0	6,0	6,2	6,3	6,4	6,0	6,4

Источник данных: собственная разработка.

Исходя из данных, представленных в таблице 4, видно, что наибольший выход готового продукта и степени использования сухих веществ отмечается у экспериментального образца белкового продукта №1, изготовленного из комбинированной молочной смеси, состоящей из 90% молока коровьего обезжиренного и 10% молока козьего цельного и составляет 20,68% и 48,18%, соответственно. Также можно сделать вывод, что с увеличением процентного содержания молока козьего цельного в комбинированной молочной смеси, используемой для изготовления белкового продукта, выход продукта и степени использования сухих веществ снижается, увеличиваются потери сухих веществ с отходящей сывороткой.

Исследования органолептических показателей экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из коровьего обезжиренного молока и козьего цельного, показали, что в контрольном образце, изготовленном из козьего молока, и образцах с использованием козьего молока в количестве 50%, 60%, 70%, 80% и 90%

присутствовал специфический привкус, обусловленный видовыми особенностями козьего молока. Специфические привкусы могут быть исправлены путем проведения деаэрации молочного сырья [2].

Также в ходе выполнения работы была произведена выработка комбинированных молочных смесей, состоящих из коровьего молока обезжиренного, молока козьего и овечьего цельного. Процентное соотношение состава комбинированных молочных смесей представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Соотношение молока коровьего обезжиренного, молока козьего и овечьего цельного

Соотношение молока, %	Образец смеси								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Контроль 1	Контроль 2	Контроль 3
коровье обезжиренное	80	70	70	50	50	50	100	0	0
козье цельное	10	10	20	25	10	40	0	100	0
овечье цельное	10	20	10	25	40	10	0	0	100

Источник данных: собственная разработка.

Из данных образцов комбинированных молочных смесей были изготовлены экспериментальные образцы белковых продуктов. В таблице 6 представлены сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов и отделенной сыворотки.

Таблица 6 – Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из комбинированных молочных смесей, состоящих из молока коровьего обезжиренного, молока козьего и овечьего цельного

Показатели	Образец								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Контроль 1	Контроль 2	Контроль 3
Показатели белкового продукта									
Кислотность, °Т	146	148	144	149	150	140	149	130	160
Массовая доля влаги, %	77,20	76,00	76,60	75,00	73,40	77,00	78,90	76,20	67,10
Выход продукта, %	21,80	22,16	21,70	22,80	23,70	21,08	20,20	20,80	29,80
Степень использования сухих веществ, %	47,38	48,70	47,03	48,20	49,48	46,13	48,43	41,95	54,77
Показатели сыворотки									
Кислотность, °Т	80	82	81	80	84	79	79	75	87
Массовая доля сухих веществ, %	6,3	6,6	6,3	6,7	8,5	6,8	6,0	6,5	9,0

Источник данных: собственная разработка.

Анализ данных таблицы 6 показывает, что наибольший выход продукта и степени использования сухих веществ отмечается у экспериментального образца №5, изготовленного из комбинированной молочной смеси, состоящей из молока коровьего обезжиренного 50%, молока козьего цельного 10% и молока овечьего цельного 40%, и составляет 23,70% и 49,48%, соответственно, отход сухих веществ в сыворотку составляет 8,5%.

Наименьший выход готового продукта отмечался у экспериментального образца №6, изготовленного из комбинированной молочной смеси, состоящей из молока коровьего обезжиренного 50%, молока козьего цельного 40% и молока овечьего цельного 10%, и составлял 21,08% и 46,13%, соответственно.

Исходя из результатов исследований органолептических показателей экспериментальных образцов белковых продуктов был сделан вывод, что экспериментальный образец белкового продукта, изготовленный из комбинированной молочной смеси, состоящей из молока коровьего обезжиренного

60%, молока козьего цельного 40% и молока овечьего цельного 10%, имел специфический привкус, свойственный козьему молоку, и был мягкой консистенции. Остальные экспериментальные образцы имели рассыпчатую консистенцию, чистый кисломолочный вкус. Экспериментальный образец, изготовленный из комбинированной молочной смеси, состоящей из молока коровьего обезжиренного 50 %, молока козьего цельного 10% и молока овечьего цельного 40%, имел рассыпчатую, но незначительно резинистую консистенцию, с наличием ощутимых частиц молочного белка.

Учитывая органолептические свойства полученных образцов белковых продуктов, были отобраны экспериментальные образцы комбинированных молочных смесей, изготовленных из молока коровьего обезжиренного и молока овечьего цельного, молока коровьего обезжиренного и козьего цельного, молока коровьего обезжиренного и молока козьего и овечьего цельного, которые были исследованы в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Полученные результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Физико-химические показатели комбинированных молочных смесей для производства белковых продуктов

Наименование пробы	Массовая доля	
	жира	белка
Комбинированная молочная смесь №1 (молоко коровье обезжиренное 90% + овечье молоко цельное 10%)	1,10	3,60
Комбинированная молочная смесь №2 (молоко коровье обезжиренное 70% + овечье молоко цельное 30%)	2,30	4,00
Комбинированная молочная смесь №3 (молоко коровье обезжиренное 80% + молоко козье цельное 20%)	1,00	3,40
Комбинированная молочная смесь №4 (молоко коровье обезжиренное 70% + молоко козье цельное 30%)	1,30	3,42
Комбинированная молочная смесь №5 (молоко коровье обезжиренное 80% + молоко козье цельное 10% + молоко овечье цельное 10%)	1,40	3,60
Комбинированная молочная смесь №6 (молоко коровье обезжиренное 50% + молоко козье цельное 25% + молоко овечье цельное 25%)	2,70	3,80

Источник данных: собственная разработка.

Физико-химические показатели белковых продуктов, изготовленных из вышеуказанных комбинированных молочных смесей (таблица 7), представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Физико-химические показатели белкового продукта, изготовленного из комбинированных молочных смесей

Наименование пробы	Массовая доля, %		
	жира	белка	углеводов
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №1	3,8	15,10	1,4
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №2	8,5	14,9	2,1
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №3	3,8	15,40	1,6
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №4	4,8	15,20	1,8
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №5	5,5	14,80	1,9
Белковый продукт, изготовленный из комбинированной молочной смеси №6	9,5	13,30	2,2

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, согласно данным, приведенным в таблице 8, можно сделать вывод, что белковый продукт, изготовленный из комбинированных молочных смесей по массовой доле жира, белка и углеводов соответствует требованиям ТНПА [3–4] для питания детей раннего возраста (массовая доля жира (3–10)%, белка (7–17)%, углеводов не более 12%), для питания детей дошкольного и школьного возраста (массовая доля жира (3,5–10)%, белка (6–17)%, углеводов не более 16%).

**Заключение.** Использование комбинированных молочных смесей из молока различных сельскохозяйственных животных при производстве белковых продуктов, позволяет получить молочные продукты, соответствующие физиологическим потребностям различных возрастных групп населения, и вовлечь в промышленный оборот нетрадиционные виды молочного сырья.

### Список использованных источников

1. Меркулова, Н.Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н.Г. Меркулова, М.Ю. Меркулов, И.Ю. Меркулов. – СПб.: Профессия. – 2010. – 653 с.
1. Merkulova, N.G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti : prakt. ruk. [Production control in the dairy industry] / N.G. Merkulova, M.Ju. Merkulov, I.Ju. Merkulov. – SPb.: Professija. – 2010. – 653 s.
2. Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч.тр., РУП «Инст.мясо-мол.пр-сти»; рекол.: А.В. Мелешеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – 193 с.
2. Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja: sb. nauch.tr. [Topical issues of processing meat and milk raw materials: collection of scientific works.tr.], RUP «Inst.mjaso-mol.pr-sti»; rekol.: A.V. Meleshhenja (gl. red.) [i dr.]. – Minsk, 2019. – 193 s.
3. О безопасности молока и молочной продукции: ТР ТС 033/2013: принят 09.10.2014: вступ. в силу 01.05.2014 / Евраз. экон. комис. – Минск, 2018. – 94 с.
3. O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii [About safety of milk and dairy products]: TR TS 033/2013: prinjat 09.10.2014: vstup. v silu 01.05.2014 / Evraz. jekon. komis. – Minsk, 2018. – 94 s.
4. Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам»: утв. Пост. М-ва здравоохран. Респ. Беларусь от от 21.06.2013 №52.
4. Sanitarnye normy i pravila Respubliki Belarus' «Trebovanija k prodovol'stvennomu syr'ju i pishhevym produktam» [Sanitary norms and rules of the Republic of Belarus "Requirements for food raw materials and food products"]: utv. Post. M-va zdravoohr. Resp. Belarus' ot ot 21.06.2013 №52.

*И.В. Миклух<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Л.Н. Соколовская<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Е.В. Беспалова<sup>1</sup>,  
О.Л. Сороко<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Е.В. Ефимова<sup>1</sup>, к.т.н., Ю.А. Артюх<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Белорусское республиканское общественное объединение помощи детям больным фенилкетонурией  
«Будущее без границ», Минск, Республика Беларусь

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

*I. Miklukh<sup>1</sup>, L. Sokolovskaya<sup>1</sup>, E. Bepalova<sup>1</sup>, O. Soroko<sup>1</sup>, E. Efimova<sup>1</sup>, Y. Artsiukh<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus,

<sup>2</sup>Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria  
«The Future without Borders», Minsk, Republic of Belarus

## TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF PRODUCTION OF DRY MILK PRODUCT WITH A REDUCED PROTEIN CONTENT

*e-mail: inmiklukh@mail.ru, Sokolovskaya\_LN@tut.by,*

*bepalova-kat@mail.ru, olegSOROKO@tut.by, overie@mail.ru, pku.org@tut.by*

*В статье представлены результаты проведения научных исследований по разработке технологии производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка. Предложены технологии производства разрабатываемых продуктов способом распылительной сушки нормализованной смеси и способом смешивания сухих компонентов. Подобран рецептурный состав сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготавливаемого способом распылительной сушки, включающий в себя в качестве основного сырья пермеат, сливки молочные с возможным использованием мальтодекстрина, и способом сухого смешивания – пермеат сухой, сливки сухие с возможным использованием мальтодекстрина, лактозы.*

**Ключевые слова:** сухой продукт с пониженным содержанием белка; фенилаланин; распылительная сушка; сухое смешивание.

*The article presents the results of scientific research on the development of technology for the production of dry milk product with a reduced protein content. The technologies of production of the developed products by the method of spray drying of the normalized mixture and the method of mixing dry components are proposed. The formula composition of a dry milk product with a reduced protein content produced by spray drying, including permeate, milk cream with possible use of maltodextrin, and dry mixing method – dry permeate, dry cream with possible use of maltodextrin, lactose, was selected.*

**Keywords:** dry product with reduced protein content; phenylalanine; spray drying; dry mixing.

**Введение.** Задачей молочной промышленности является обеспечение рациона населения полноценными продуктами питания. Однако существует категория людей, страдающих наследственным заболеванием – фенилкетонурией, связанным с нарушением метаболизма аминокислоты фенилаланина, сопровождающимся накоплением ее токсических продуктов, что приводит к тяжелому поражению центральной нервной системы. В Республике Беларусь фенилкетонурия встречается с частотой 1:6000 новорожденных. В год выявляется примерно 15–20 новорожденных с такой патологией [1]. Лечение данного заболевания включает в себя строгое соблюдение низкобелковой диеты и полное исключение из рациона высокобелковых продуктов, в том числе и молочных. В рационе питания данной группы населения обязательно наличие низкобелковых продуктов, которые в розничной торговле

нашей страны не представлены, а приобретение дорогостоящих импортных продуктов вызывает ряд затруднений. В связи с этим актуальным является разработка технологии производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка для детского питания, организация выпуска которого в Республике Беларусь позволит улучшить качество питания больных фенилкетонурией и обеспечит импортозамещение аналогичной продукции.

**Целью работы** является разработка технологии производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, предназначенного для питания детей, нуждающихся в ограничении употребления фенилаланина.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований являлись пермеат, молочные сливки, мальтодекстрин, нормализованная смесь, сухая смесь, сухой молочный продукт с пониженным содержанием белка.

Определение характеристик объектов исследований проводили с использованием стандартных методов. Массовую долю сухих веществ определяли гравиметрическим методом, массовую долю белка – методом Кьельдаля, массовую долю лактозы и углеводов йодометрическим и расчетным методом, массовую долю жира – кислотным методом. Рецептурный состав, пищевую ценность продуктов, долю разделения жировой эмульсии, растворимость лактозы определяли расчетным методом.

При описании стабильности жировой эмульсии использовали понятие доли разделения  $X$ , выражаемой как отношение объема отделившегося нижнего слоя к общему объему жировой эмульсии, которую вычисляли по формуле (1)

$$X = \frac{V_n}{V}, \quad (1)$$

где  $V_n$  – объем отделившегося нижнего слоя жировой эмульсии,  $\text{см}^3$ ,  
 $V$  – общий объем жировой эмульсии,  $\text{см}^3$ .

При эффективной гомогенизации доля разделения жировой эмульсии стремится к нулю.

Эффективность гомогенизации определяли методом микроскопирования с использованием микроскопа Nikon с объективом 40 и окуляром 10 (увеличение в 400 раз). Каплю предварительно подготовленного разведения образца продукта ( $1 \text{ см}^3$  образца продукта разбавляли дистиллированной водой в мерной колбе емкостью 100 мл до метки) помещали в зазор между хорошо притертым покровным стеклом и стеклянной пластиной камеры Горяева. Цифровые микроскопические снимки разведений образцов продуктов обрабатывали с помощью программы Image J. Калибровку измерений осуществляли по длине ячейки сетки камеры Горяева, равной 50 мкм. Анализировали снимок, переведенный в тип изображения 8-bit с распознаванием Threshold, площадью  $300 \times 300$  мкм. Поиск и анализ размера жировых шариков на изображении осуществляли с использованием функции Analyze Particles, в результате выполнения которой получали таблицу, содержащую перечень информации об обнаруженных жировых шариках. Полученные данные статистически обрабатывали в пакете Microsoft Excel.

Эффективность кристаллизации определяли методом микроскопирования с использованием микроскопа Nikon с объективом 40 и окуляром 10 (увеличение в 400 раз). Каплю предварительно подготовленного образца продукта (разведение 1:3) помещали в зазор между хорошо притертым покровным стеклом и стеклянной пластиной камеры Горяева. Цифровые микроскопические снимки разведений образцов продуктов обрабатывали с помощью программы Image J. Калибровку измерений осуществляли по длине ячейки сетки камеры Горяева, равной 50 мкм.

Оценку качества смешивания осуществляли по показателю «коэффициент неоднородности», или «коэффициент вариации», который определяется по формуле (2) [2]:



$$W = \frac{100}{x_{cp}} \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $x_{cp}$  – среднее значение концентрации контрольного компонента в отобранных пробах;  
 $x_i$  – значение концентрации контрольного компонента в  $i$ -той пробе;  
 $n$  – число проб; 100 – величина для перевода значений в процентное содержание.

Качество смешивания считается удовлетворительным при значении коэффициента вариации (неоднородности смешивания) для смеси, содержащей 1% и более контрольного компонента, не больше 10%.

Массу сырья, сухих смесей определяли взвешиванием на технических весах ВК-3000, ВСП-150/20-5С.1 в соответствии с руководством по их эксплуатации.

**Результаты и их обсуждение.** При анализе существующих в мировой практике способов производства молочных продуктов, предназначенных для употребления больными фенилкетонурией, определено, что они основаны на использовании глубокой переработки молочного сырья, заключающейся в гидролизе белка и ферментативном расщеплении аминокислоты фенилаланина.

В литературных источниках описан способ [3] получения пищевого продукта для больных фенилкетонурией, включающий подготовку биологической системы, проведение гидролиза, фильтрование и высушивание. Однако известный способ не обеспечивает полного удаления фенилаланина из биологической системы. Разработана технология получения пищевого продукта для больных фенилкетонурией [4], включающая подготовку биологической системы – концентрата сывороточных белков, проведение гидролиза, мембранное фракционирование, адсорбцию (пропускание через пористые гранулы химически модифицированного полистирола), сгущение и сушка. Известен способ получения белкового эквивалента продукта, предназначенного для лечения больных фенилкетонурией [5], основанный на использовании в качестве белоксодержащей биологической системы концентрата сывороточных белков, который подвергается одному из известных способов гидролиза (кислотный, щелочной, ферментативный), обеспечивающий достаточно полное расщепление полипептидной цепи молекулы белка на свободные аминокислоты. Глубина расщепления белков при прочих равных условиях должна быть не менее 85–98%. Полученный гидролизат, преимущественно представленный смесью аминокислот, обрабатывают ферментом, осуществляющим превращение фенилаланина в тирозин – фенилаланин-4-гидроксилазой, затем проводят инактивацию фермента методом кратковременного нагревания до 90°C в течение 3–5 с. После этого гидролизат белка, полностью свободный от фенилаланина, сгущают до содержания сухих веществ 30–50% и сушат до содержания влаги 14%.

Изготовление молочных продуктов с низким содержанием фенилаланина, по описанным способам, предусматривает сложную технологическую обработку с невысоким выходом целевого продукта, имеющим высокую стоимость.

Кроме того, гидролиз молочного белка имеет следующие особенности [6]:

- при кислотном гидролизе белка происходит частичное или полное разложение ряда аминокислот, образование меланоидинов, необходимость нейтрализации кислоты;
- при щелочном гидролизе белка происходит рацемизация аминокислот, в результате чего получающийся гидролизат утрачивает биологическую ценность;
- при ферментативном гидролизе белка практически не происходит повреждение аминокислот и снижения биологической ценности продукта, основными продуктами ферментативного гидролиза практически всегда являются пептиды, а фракция свободных аминокислот, как правило, относительно невелика.

Рациональным для производства молочных продуктов, предназначенных для детей с фенилкетонурией, является технология, основанная на подборе молочного сырья

с изначально низким содержанием фенилаланина, в том числе, полученном с применением мембранных методов обработки молочного сырья, в частности ультрафильтрации, позволяющей избирательно фракционировать молочный белок. Преимуществами использования ультрафильтрации является отсутствие фазовых переходов, отсутствие необходимости применения дополнительных реагентов и нагревания обрабатываемого сырья, использование электроэнергии в качестве единственного энергоносителя. Данная мембранная обработка позволяет обеспечить низкие энергозатраты и сохранить в нативном биологически активном состоянии витамины, ферменты и другие биологически активные вещества, а, следовательно, производить продукты питания повышенной биологической и пищевой ценности [7].

В качестве специализированных молочных продуктов, применяемых в рационе питания людей с фенилкетонурией, приобретаемых в частном порядке и отсутствующих в розничной торговле Республики Беларусь, используются импортные продукты: молоко низкобелковое сухое «Lp-drink» (производство Milupa, Германия) [10], которое предназначено для детей и взрослых и используется для приготовления готового низкобелкового напитка, а также для выпечки и приготовления низкобелковой пищи, где предусмотрено использование молока; молоко сухое быстрорастворимое низкобелковое «Мак Мастер» (Российская Федерация), предназначенное для приготовления молочных напитков и блюд с пониженным содержанием белка. В качестве жирового компонента, входящего в состав данных импортных продуктов используется растительные масла и сухой растительный жир, углеводная часть представлена молочным сахаром, сывороткой, мальтодекстрином.

Так как сухие молочные продукты характеризуются высоким содержанием белка, а следовательно и фенилаланина: молоко сухое цельное содержит более 20% белка, в том числе 1224 мг фенилаланина в 100 г продукта, для изготовления молочных продуктов с пониженным содержанием фенилаланина рационально использование молочного сырья с низким содержанием белка. В ходе выполнения научно-исследовательской работы выделены основные углеводные и жировые компоненты разрабатываемых продуктов.

**Углеводные сырьевые компоненты.** В молоке содержатся моносахариды (глюкоза, галактоза и др.), их производные, дисахарид – лактоза (молочный сахар) и более сложные олигосахариды. Основным углеводом молока является лактоза, моносахариды присутствуют в нем в меньшем количестве, трисахариды и более сложные олигосахариды – в виде следов [8].

Лактоза обуславливает наряду с другими компонентами пищевую ценность молока. Она выполняет главным образом энергетическую функцию – на нее приходится около 30% энергетической ценности молока. Лактоза влияет на развитие мозговой деятельности, а также способствует улучшению всасывания кишечником кальция [8].

В зависимости от степени очистки различают несколько видов лактозы: фармацевтическая, пищевая и техническая. Высокоочищенная лактоза активно используется фармацевтической промышленностью как наполнитель для таблетированных лекарственных форм. Пищевая лактоза характеризуется меньшей сладостью по сравнению с сахарозой, но способна усиливать вкусовые свойства продуктов. Техническая лактоза используется как сырье для производства лактозы высокого качества и ее производных. Лактоза является достаточно дорогим продуктом ввиду сложности и многостадийности ее технологии [9].

Источником молочного сахара является пермеат, полученный при ультрафильтрации молочного сырья. Пермеат, являясь сопутствующим продуктом производства концентратов сывороточных белков или УФ-концентратов молока, характеризуется достаточно высоким содержанием лактозы (более 80%) и большими объемами, подлежащими технологической переработке. [10]. По сравнению с



молочным сахаром при переработке пермеата отсутствуют потери лактозы с мелассой, повышается ее выход, исключаются операции выделения и измельчения кристаллов, упрощается технологический процесс, продукт может быть получен на распылительной сушильной установке.

Присутствие в пермеате остаточных количеств белковых веществ и минеральных соединений придает ему дополнительные преимущества, заключающиеся в более выраженном молочном вкусоароматическом профиле по сравнению с лактозой и даже с деминерализованной молочной сывороткой. К другим важным свойствам пермеата следует отнести:

- лучшую растворимость по сравнению с лактозой, полученной традиционным способом;
- оптимальную насыпную плотность и гигроскопичность;
- способность смягчать вкус и усиливать аромат продуктов;
- участие в реакции Майяра с образованием меланоидинов, что придает специфический аромат и цвет продуктам;
- связывание летучих ароматических компонентов;
- хорошую адгезию с другими компонентами в смесях [9].

Эти свойства определяют направление использования сухого пермеата при производстве: молочных смесей и сухих напитков для усиления сладости, вкуса и аромата, создания объема; молочных напитков, коктейлей, десертов с наполнителями [9].

В таблице 1 приведен состав углеводных молочных компонентов, подходящих для использования в качестве сырья при изготовлении сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

Таблица 1 – Состав углеводных молочных компонентов [11, 12]

Показатель	Пермеат, полученный при ультрафильтрации					Лактоза пищевая
	обезжиренного молока	подсырной сыворотки	творожной сыворотки	концентрированный нанофильтрацией	сухой	
Массовая доля сухих веществ, %	4,77	4,98	5,26	20,0	-	-
влаги, %	-	-	-	-	4,0	2,0
белка/небелкового азота, %	0,12	0,16	0,18	0,88	2,0-4,0	0,1
лактозы, %	4,11	4,10	3,84	18,73	80,0-85,0	95,7
зола, %	0,38	0,57	0,61	0,30	6,0-8,0	0,20

Источник данных: справочная информация.

**Жировые сырьевые компоненты.** Жиры являются важнейшими компонентами пищи. На их долю приходится в среднем 33% калорийности пищевого рациона человека. Присутствие молочного жира способствует усвоению кальция и жирорастворимых витаминов входящих в состав продукта [13]. Длительное ограничение потребления молочных жиров приводит к различным заболеваниям: нарушается деятельность центральной нервной системы, ослабляется иммунитет, понижается синтез простагландинов, ухудшается деятельность миокарда и другое. Однако вреден и избыток жиров – он способствует ожирению и атеросклерозу [8].

Молочный жир характеризуется низким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, витамина Е, но довольно значительным количеством витамина А. Он также имеет низкую температуру плавления, тонко диспергирован в молоке, что обуславливает его хорошую усвояемость организмом человека [8].

Сливки – молочный продукт (сырье), который произведен из молока и (или) молочных продуктов, представляет собой эмульсию молочного жира и молочной плазмы и в котором массовая доля молочного жира составляет не менее 10 процентов [14].

Неотъемлемой частью полноценного питания людей, безусловно положительно влияющей на качество жизни, являются молочные продукты, в обширном ассортименте которых молочные консервы, в том числе сухие сливки, занимают немаловажное место за счет их специфико-технологических особенностей (высокой концентрации составных частей молока, длительного срока годности, экономичности при транспортировке), позволяющих рационально их использовать [15].

Сливки сухие – сухой молочный продукт, в котором массовая доля сухих веществ молока составляет не менее 95%, массовая доля молочного белка в сухих обезжиренных веществах молока – не менее 34% и массовая доля жира – не менее 42% [14].

Сухие сливки относятся к высокожирным, следовательно, высококалорийным традиционным молочным консервам, не уступающим по пищевой ценности питьевым сливкам. Благодаря натуральности, высоким органолептическим свойствам, хорошей растворимости даже при комнатной температуре, длительному сроку годности без потери качества сухие сливки в виде порошка или после восстановления широко используют как в производстве различных молочных продуктов, так и в домашних условиях и в кулинарных целях и для непосредственного употребления в пищу [15].

Кроме того, в качестве жировых компонентов, возможно использование сливочного масла и молочного жира.

В таблице 2 приведен состав жировых молочных компонентов, подходящих для использования в качестве сырья при изготовлении сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

Таблица 2 – Состав жировых молочных компонентов [14]

Наименование продукта	Массовая доля, %			
	жира	белка, не менее	СОМО, не менее	влаги
Сливки питьевые	10–34	1,8–2,6	5,2–8	–
Сливки питьевые высокожирные	35–58	1,2	3,6	–
Сливки сухие	42–74	7–18	21–55	–
Сливки высокожирные	75–80	5	15	–
Масло сливочное несоленое	50 и более	–	–	14–46
Жир молочный	Не менее 99,8	–	–	Не более 0,2

Источник данных: справочная информация.

Таким образом, в качестве компонентов, пригодных для изготовления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка, выделено следующее молочное сырье, отвечающее требованиям нормативной документации для производства пищевой продукции для питания детей: пермеаты, полученные при ультрафильтрации молочного сырья, лактоза, сливки, полученные путем сепарирования молока коровьего, сливки высокожирные, масло коровье сливочное.

По данным Министерства здравоохранения Республики Беларусь (Письмо №14-03/35 от 30.01.2018 г. Председателя постоянной комиссии по здравоохранению,

физической культуре, семейной и молодежной политике Палаты Представителей Национального собрания Республики Беларусь Л.Э. Макариной-Кибак Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Институт мясо-молочной промышленности») и в соответствии с данными научной литературы по питанию пациентов, вынужденных ограничивать потребление белка, в том числе с фенилкетонурией, в качестве «низкобелковых/безбелковых» продуктов обычно рассматриваются продукты с содержанием белка не более 1 г в 100 г продукта. В 1 г молочного белка содержится 50 мг фенилаланина [1], что соответствует требованиям к пищевой ценности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания для детей раннего возраста, регламентируемых техническим регламентом Таможенного Союза ТР ТС 027/2012 [16], согласно которым содержание фенилаланина в продукте готовом к употреблению не должно превышать значение 500 мг/л (500 мг/100 г сухого продукта).

В результате системного анализа и обобщения требований нормативной документации: стандарт Кодекса Алиментариус CODEX STAN 207-1999 [17], ТР ТС 033 [14], ТР ТС 027 [16], санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 от 21.06.2013 г., гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 от 21.06.2013 г. санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство молочных продуктов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 12 ноября 2012 г. № 177, санитарные нормы, правила «Требования для организаций, осуществляющих производства пищевой продукции для питания детей», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 42 от 03.06.2013 г., а также на основании предполагаемого компонентного состава и данных Министерства здравоохранения Республики Беларусь установлены требования к показателям сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка для питания детей (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-химические и микробиологические показатели сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка для детского питания

Наименование показателя	Значение
Физико-химические показатели	
Массовая доля влаги %, не более	5
Массовая доля жира, %, не менее	15
Массовая доля общего белка, %, не более	10
Массовая доля фенилаланина, мг/100 г, не более	500
Массовая доля углеводов, %, не менее	65
Индекс растворимости, см <sup>3</sup> , не более	0,1
Группа чистоты, не ниже	I
Кислотность, °Т	15-17
Микробиологические показатели	
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup> не более	2,5×10 <sup>4</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) в 1 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются
Сальмонеллы в 25 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются
<i>L. monocytogenes</i> в 25 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются
<i>S. aureus</i> в 1 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются
Дрожжи, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	50
Плесени, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	100

Источник данных: собственные исследования.

Отмечено, что производство сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка может осуществляться технологией смешивания сухих компонентов и удалением воды путем распылительной сушки нормализованной смеси.

**Технология распылительной сушки нормализованной смеси.** Технология производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом распылительной сушки предусматривает составление нормализованной смеси углеводных и жировых компонентов. При этом важным является однородное распределение и стабильность жировой фракции в общем объеме молочной эмульсии. Характер молочной эмульсии и степень дисперсности жира играют большую роль при всасывании и усвоении жира, что особенно важно для детского организма [18].

Для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка использовали следующее сырье: углеводный молочный компонент – пермеат, полученный при ультрафильтрации молочного сырья и жировой компонент – сливки молочные, полученные при сепарировании молока цельного. Причем при использовании пермеата, приемлемым будет использование в качестве жирового компонента сливок молочных высокожирных, которые характеризуются более низким содержанием белка. Кроме того, целесообразно использовать пермеат в концентрированном виде с содержанием сухих веществ около 20%, что позволит снизить энергозатраты при производстве конечного сухого продукта.

Самым распространенным способом диспергирования жировой фазы является гомогенизация. Эффективность гомогенизации зависит от многих факторов, связанных с режимами ее проведения (температурой, давлением), а также со свойствами и составом продукта (содержание жира, сухих веществ, кислотности, вязкости и плотности). Температура гомогенизации предопределяется состоянием жира в молоке. Процесс гомогенизации может быть эффективен только в том случае, если жир полностью перешел в жидкое состояние. В связи с этим гомогенизация рекомендуется проводить при температурах не ниже 50–65°C [19].

В ходе проведения научных исследований изучали технологические особенности гомогенизации нормализованной смеси (таблица 4), составленной из пермеата концентрированного и сливок высокожирных (нормализованная смесь 1). Гомогенизацию проводили на лабораторной двухступенчатой установке НОМОЛАВ2, (фактическая производительность в присутствии давления 20 л/ч) при следующих режимах, основанных на рекомендуемых [20] температуре (Т) 65±2°C и диапазоне давления от 10±1 МПа до 22±1 МПа на первой ступени (P<sub>1</sub>) и 4±1 МПа – на второй ступени (P<sub>2</sub>) с шагом варьирования 4 МПа. Двухступенчатая гомогенизация позволяет раздробить жировые шарики на первой ступени и разбить их скопления на второй ступени.

Отмечено, что жировая эмульсия данной нормализованной смеси 1 нестабильна. Это указывает на то, что имеющихся поверхностно-активных веществ, преимущественно белковых, присутствующих в смеси, недостаточно для покрытия оболочками поверхности жировых шариков, что и приводит к дестабилизации системы. Проведение гомогенизации способствует увеличению стабилизации эмульсии, однако, не в достаточной степени. Отмечено также, что увеличение давления уменьшило долю разделения жировой эмульсии от 0,80 в контроле без проведения гомогенизации до 0,58 (таблица 4).

Для повышения стабильности жировой эмульсии в нормализованную смесь вводили поверхностно-активное вещество, способствующее созданию оболочек жировых шариков, препятствующих их слиянию: эмульгатор – моно- и диглицериды

жирных кислот, в количестве из расчета 4 г/л готового к употреблению продукта в соответствии с требованиями ТР ТС 029/2012 [21].

Использование эмульгатора способствовало увеличению стабилизации жировой эмульсии и снижению доли ее разделения с 0,62 в контрольном образце без гомогенизации до 0,10 в образце нормализованной смеси с эмульгатором гомогенизированной при температуре  $65\pm 2^\circ\text{C}$ , давлении на первой ступени  $P_1=18\pm 1$  МПа, давлении на второй ступени  $P_2=4\pm 1$  Мпа (таблица 4).

Для увеличения эффективности гомогенизации и полной стабилизации нормализованной смеси 1 с использованием эмульгатора применяли стабилизатор, предназначение которого заключается в удержании компонентов продукта в гомогенном состоянии и предотвращении его разделения. В качестве стабилизатора использовали камедь рожкового дерева в количестве из расчета 1 г/л готового к употреблению продукта в соответствии с требованиями ТР ТС 029/2012 [21].

Также в ходе выполнения научно-исследовательской работы рассмотрели возможность использования мальтодекстрина в качестве сырья для производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка мальтодекстрина, который представляет собой смесь мальтозы и декстринов (моно-, ди- и полисахаридов) и обладает свойствами загустителя [22]. Составлена нормализованная смесь 2, включающая в себя пермеат концентрированный, сливки высокожирные и мальтодекстрин.

Анализируя данные, приведенные в таблице 4 определено, что использование мальтодекстрина в качестве сырья при изготовлении нормализованных смесей, предназначенных для производства сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка для детского питания, позволяет снизить долю разделения жировой эмульсии с 0,80 до 0,68 для образцов без использования эмульгатора и без гомогенизации, с 0,57 до 0,41 для образцов без использования эмульгатора с проведением гомогенизации, с 0,62 до 0,54 для образцов с использованием эмульгатора без проведения гомогенизации и, в случае использования эмульгатора и проведения гомогенизации при температуре  $65\pm 2^\circ\text{C}$ , давлении на первой ступени  $P_1=18\pm 1$  МПа, давлении на второй ступени  $P_2=4\pm 1$  МПа, полностью стабилизировать эмульсию, доля разделения которой равна нулю.

Также для определения эффективности гомогенизации проводили микроскопирование образцов нормализованной смеси с использованием микроскопа Nikon с 400-х кратным увеличением. Поиск и анализ размера жировых шариков на изображении осуществляли с использованием программы Image J. Полученные данные, статистически обработанные в пакете Microsoft Excel, представлены в таблице 5.

С увеличением давления гомогенизации уменьшается максимальный диаметр жировых шариков в образцах нормализованной смеси со свыше 13 мкм в контрольных образцах без гомогенизации до 7,129 мкм в образцах гомогенизированных. При этом средний диаметр жировых шариков уменьшается с 3 мкм до менее 1,801 мкм и 1,738 мкм в гомогенизированных образцах.

В образцах нормализованной смеси без проведения гомогенизации присутствуют жировые шарики с различным диаметром, максимальный – около 13 мкм, при этом характер распределения – равномерный. В образцах нормализованной смеси, подвергнутой гомогенизации, характер распределения жировых шариков – мономодальный, что свидетельствует о перераспределении жировых шариков и преобладании их более мелкой фракции. При этом также увеличивается количество жировых шариков. В гомогенизированных образцах преобладают жировые шарики с диаметром 1 мкм и менее 1 мкм, что свидетельствует о эффективном проведении гомогенизации.

Таким образом, с учетом определения эффективности гомогенизации методом микрокопирования и отстаивания, подобран рациональный режим гомогенизации нормализованной смеси, предназначенной для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка: температура  $(65\pm 2)^\circ\text{C}$ , давление на первой ступени  $18\pm 1$  МПа, давление на второй ступени –  $4\pm 1$  МПа. Установлено, что при использовании в качестве основы для сушки нормализованной смеси, состоящей из пермеата и сливок молочных высокожирных, рациональным совместно с проведением гомогенизации является использование эмульгатора (моно- и диглицериды жирных кислот) и стабилизатора (камедь рожкового дерева), в количестве из расчета 4 г/л и 1 г/л готового к употреблению продукта соответственно. Использование в качестве сырья мальтодекстрина позволяет стабилизировать жировую эмульсию нормализованной смеси, направляемой на сушку, без дополнительного применения стабилизатора.

Таблица 4 – Стабильность жировой эмульсии нормализованной смеси негомогенизированной и гомогенизированной при различных режимах

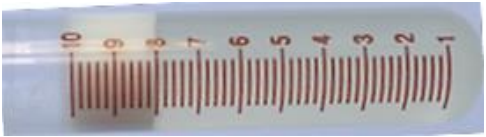
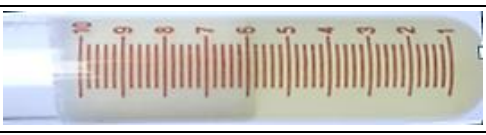
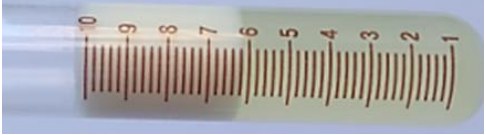
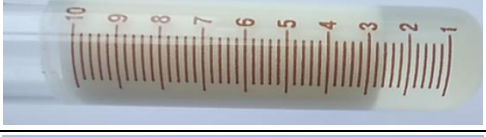
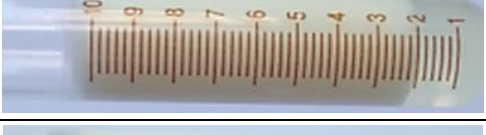

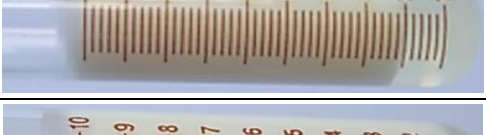


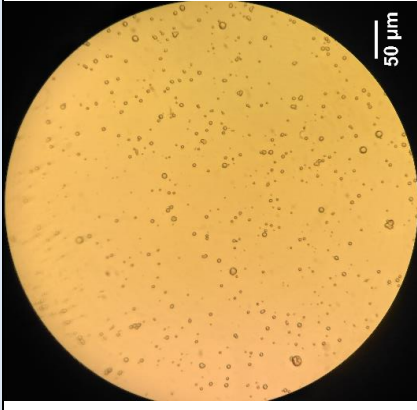
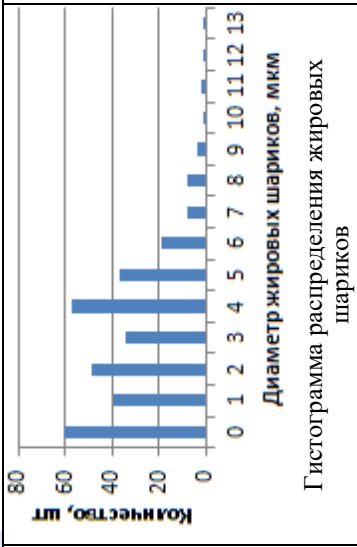
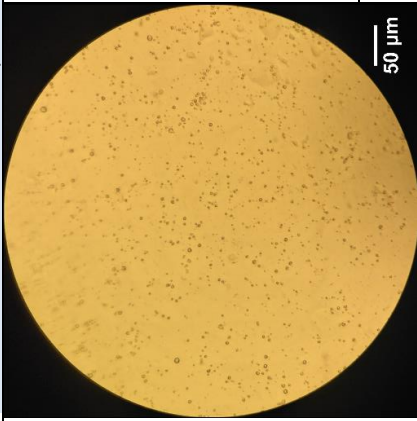
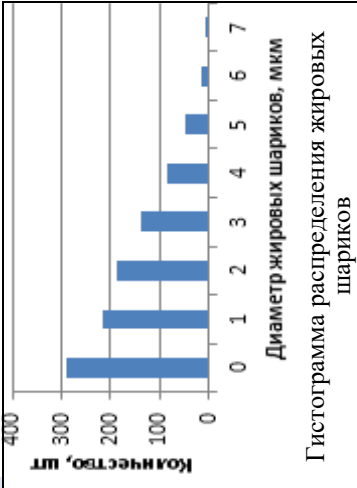
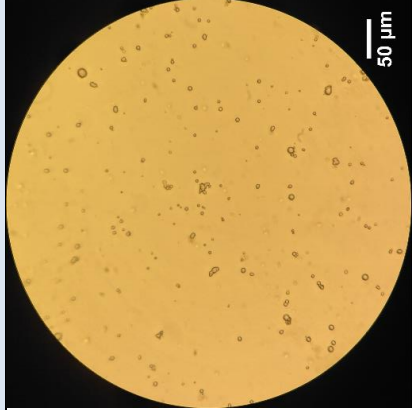
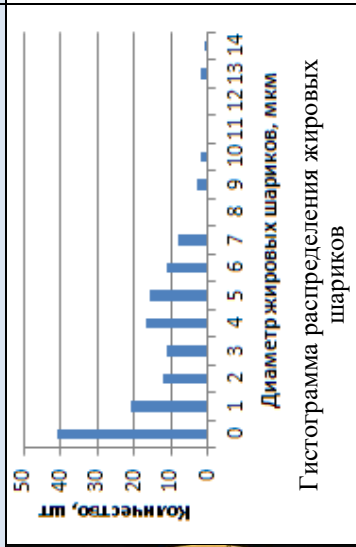
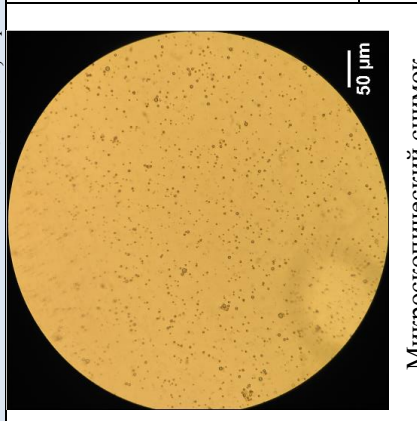
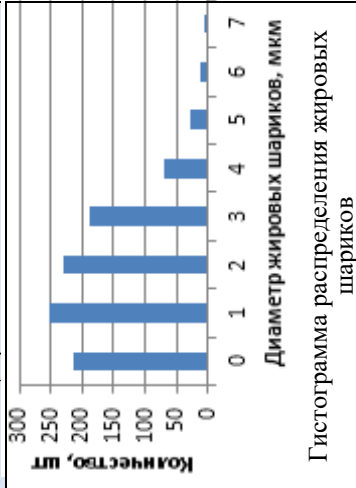
Наименование	Нормализованная смесь 1	Нормализованная смесь 1 с эмульгатором						Нормализованная смесь 2		Нормализованная смесь 2 с эмульгатором				
Режим гомогенизации	без гомогенизации	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 22 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	без гомогенизации	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 10 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 14 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 18 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 22 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	без гомогенизации	$T = 65 \pm 2^\circ\text{C}$ $P_1 = 18 \pm 1 \text{ МПа}$ $P_2 = 4 \pm 1 \text{ МПа}$	без гомогенизации				
	1													
	Доля	0,80	0,58	0,62	0,26	0,20	0,10	0,20	0,0	0,68	0,41	0,54	0,0	
	разделены													
	я жировой													
	эмульсии													
	Источник данных: собственные исследования.													



Таблица 5 – Микроскопические снимки образцов нормализованной смеси (рецептура 1) с использованием эмульгатора

<p>Нормализованная смесь 1 без гомогенизации</p>  <p>Микроскопический снимок</p>	 <p>Гистограмма распределения жировых шариков</p> <p>Диаметр жировых шариков, мкм</p> <table border="1"> <tr><td>средний</td><td>3,110</td></tr> <tr><td>мин.</td><td>0,239</td></tr> <tr><td>макс</td><td>13,437</td></tr> </table>	средний	3,110	мин.	0,239	макс	13,437	 <p>Микроскопический снимок</p>	 <p>Гистограмма распределения жировых шариков</p> <p>Диаметр жировых шариков, мкм</p> <table border="1"> <tr><td>средний</td><td>1,801</td></tr> <tr><td>мин.</td><td>0,239</td></tr> <tr><td>макс</td><td>7,129</td></tr> </table>	средний	1,801	мин.	0,239	макс	7,129
средний	3,110														
мин.	0,239														
макс	13,437														
средний	1,801														
мин.	0,239														
макс	7,129														
<p>Нормализованная смесь 2 без гомогенизации</p>  <p>Микроскопический снимок</p>	 <p>Гистограмма распределения жировых шариков</p> <p>Диаметр жировых шариков, мкм</p> <table border="1"> <tr><td>средний</td><td>3,097</td></tr> <tr><td>мин.</td><td>0,239</td></tr> <tr><td>макс</td><td>13,624</td></tr> </table>	средний	3,097	мин.	0,239	макс	13,624	 <p>Микроскопический снимок</p>	 <p>Гистограмма распределения жировых шариков</p> <p>Диаметр жировых шариков, мкм</p> <table border="1"> <tr><td>средний</td><td>1,738</td></tr> <tr><td>мин.</td><td>0,239</td></tr> <tr><td>макс</td><td>7,129</td></tr> </table>	средний	1,738	мин.	0,239	макс	7,129
средний	3,097														
мин.	0,239														
макс	13,624														
средний	1,738														
мин.	0,239														
макс	7,129														

Источник данных: собственные исследования.



Для интенсификации процесса изготовления сухого молочного продукта рациональным является сгущение нормализованной смеси перед сушкой на вакуум-выпарной установке при температуре  $65\pm 2^\circ\text{C}$ , под вакуумом, величина которого обеспечивает кипение продукта.

Так как нормализованные смеси, предназначенные для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, содержат достаточно много лактозы (свыше 70% в сухом веществе), которая при повышении концентрации сухих веществ в процессе сгущения и пересыщении раствора кристаллизуется и выпадает в осадок, определяли рациональную степень сгущения.

Агрегатное состояние лактозы в водных растворах зависит от температуры и концентрации: общая растворимость лактозы составляет 16,1% при  $20^\circ\text{C}$ , 24,6% при  $40^\circ\text{C}$ , 37,0% при  $60^\circ\text{C}$ , 43,9% при  $70^\circ\text{C}$ . В натуральном молочном сырье она находится в виде истинного раствора, состоящего из двух изомерных форм –  $\alpha$  и  $\beta$ , различающихся растворимостью [23]

В таблице 6 представлены данные массовой доли лактозы и ее растворимости в зависимости от сухих веществ смеси в процессе ее сгущения.

Таблица 6 – Зависимость массовой доля лактозы и ее растворимости от массовой доли сухих веществ смеси при сгущении

Наименование показателя	Массовая доля сухих веществ, %							
	норм. смеси 1	при сгущении						
		22,8	30	35	40	45	50	55
Массовая доля лактозы, %	17,77	23,38	27,28	31,18	35,07	38,97	42,87	46,76
Растворимость лактозы, %	18,7	25,0	29,6	34,2	38,9	43,8	48,8	53,9

Источник данных: собственные исследования, справочная информация.

Учитывая данные по растворимости лактозы в зависимости от температуры, а также температуру сгущения нормализованной смеси  $65\pm 2^\circ\text{C}$ , рациональной является степень сгущения до массовой доли сухих веществ не более 45%.

В ходе научно-исследовательской работы провели исследование процесса кристаллизации лактозы при производстве сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом распылительной сушки. Направленную кристаллизацию проводили при следующем режиме: охлаждение до  $35\pm 5^\circ\text{C}$ , внесение затравки (мелкокристаллическая лактоза) 0,1%, охлаждение до температуры  $20^\circ\text{C}$  со скоростью  $1-3^\circ\text{C}/\text{ч}$  при непрерывном перемешивании.

Эффективность кристаллизации лактозы в образцах сгущенной нормализованной смеси представлена на рисунке 1.

Как видно из данных представленных на рисунке 1 в образце сгущенной нормализованной смеси без проведения направленной кристаллизации присутствуют кристаллы лактозы  $\beta$ -формы с размером 10–15 мкм, а в образце сгущенной нормализованной смеси с проведением направленной кристаллизации лактоза находится в форме негигроскопичного  $\alpha$ -моногидрата с размером кристаллов 15–25 мкм, что положительно скажется на качестве готового продукта при хранении (снижение гигроскопичности и слеживаемости).

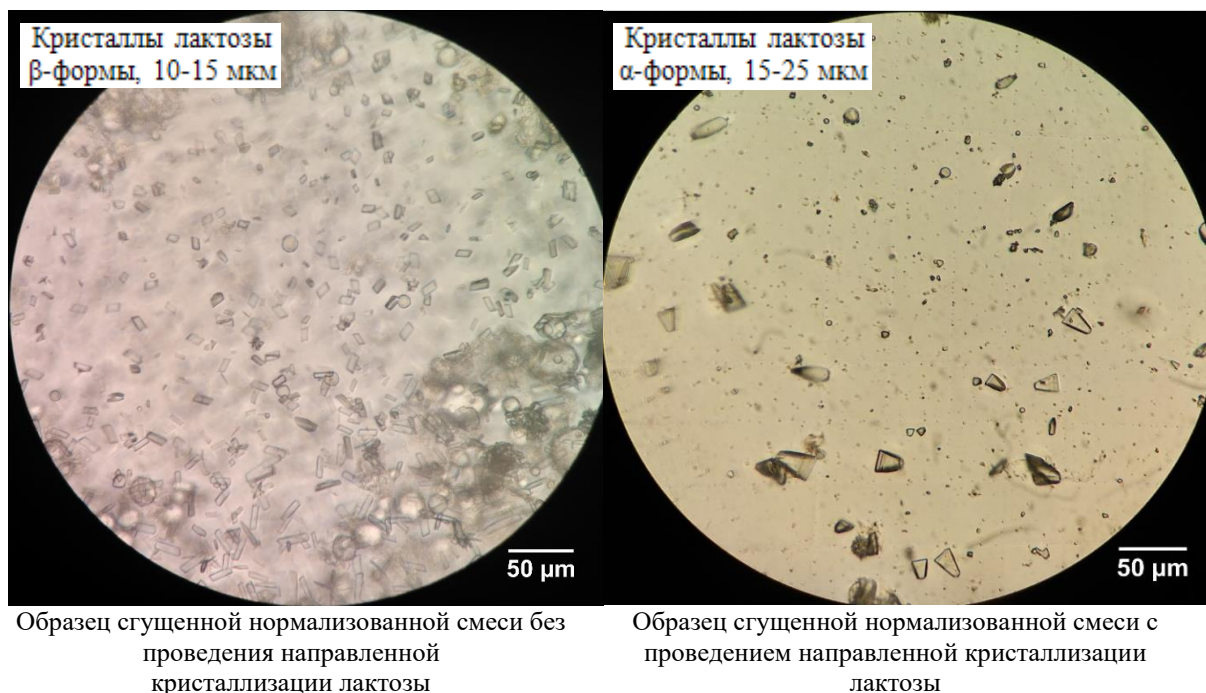


Рисунок 1 – Эффективность кристаллизации лактозы в образцах сгущенной нормализованной смеси  
Источник данных: собственные исследования.

Направленная кристаллизация также положительно влияет на процесс дальнейшей распылительной сушки продукта, проводимой при следующих режимах: температура воздуха на входе в сушильную башню –  $180\pm 5^\circ\text{C}$ , температура воздуха на выходе из сушильной башни –  $180\pm 5^\circ\text{C}$ .

На основании отработки технологических параметров процесса производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом распылительной сушки разработана технологическая схема, предусматривающая составление нормализованной смеси и дальнейшую ее обработку, включающую пастеризацию, гомогенизацию, сгущение, кристаллизацию и сушку. Кроме того, возможно изготовление продукта из не сгущенной нормализованной смеси, к примеру, в случае использования в качестве сырья пермеата концентрированного. Также возможно внесение жировых компонентов в предварительно подготовленную смесь углеводного сырья, дальнейшую гомогенизацию и сушку полученной нормализованной смеси.

**Технология сухого смешивания.** При производстве сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка путем смешивания сухих компонентов технологический процесс предполагает приемку, хранение и подготовку компонентов, дозирование и смешивание компонентов, фасование и упаковывание продуктов. При данном способе производства особое внимание необходимо уделять качеству исходного сырья, подготовке компонентов, обеспечению однородности смешивания компонентов и закрытости системы, в которой осуществляется смешивание, качеству упаковки. Одной из основных операций в технологии производства сухих продуктов путем смешивания компонентов, оказывающей наибольшее влияние на качество готового многокомпонентного продукта, является операция смешивания компонентов.

Для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка подобрали следующее сырье: углеводный молочный компонент – пермеат, полученный при ультрафильтрации молочного сырья, лактоза пищевая и жировой компонент – сливки молочные, полученные при сепарировании молока цельного.

Кроме того для обеспечения однородной консистенции продукта после его восстановления дополнительно подобрано такое сырье, как мальтодекстрин, не содержащий белок и крахмал картофельный с массовой долей белка 0,1%.

При этом сливки молочные сухие, содержат около 20% белка, что подразумевает ограничение доли их использования в составе продукта до минимально количества необходимого для обеспечения массовой доли жира, установленной в требованиях к продукту – не менее 15%.

Полная или частичная замена пермеата сухого лактозой пищевой и/или мальтодекстрином позволяют снизить массовую долю белка в готовом продукте.

Также предусмотрено использование стабилизатора (камедь рожкового дерева) для обеспечения однородной консистенции восстановленного продукта.

С учетом показателей состава подобранного сырья был разработан рецептурный состав сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготовленный способом сухого смешивания: рецептура 1 – пермеат сухой, сливки молочные сухие, стабилизатор (камедь рожкового дерева); рецептура 2 – пермеат сухой, сливки молочные сухие, мальтодекстрин, стабилизатор (камедь рожкового дерева) и другие рецептуры содержащие лактозу, заменяющую пермеат, а также и крахмал картофельный в качестве загустителя консистенции.

При производстве сухих молочных продуктов путем смешивания сухие компоненты подавались на взвешивающее устройство для их дозирования в соответствии с рецептурой. Внесение компонентов в смеситель осуществлялось в определенной последовательности, начиная с основы, имеющей наибольшую долю. Стабилизатор смешивался с небольшим количеством ранее полученной смеси и дальнейшей подачей в общую смесь. Все компоненты перемешивали в смесителе в течение времени рекомендованном в руководстве по эксплуатации на используемый тип смесителя (5-10 мин). Оценка качества смешивания образца сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка осуществлялась по показателю «коэффициент неоднородности», или «коэффициент вариации» по значению контрольного компонента – массовая доля белка, определенной для трех разных проб, отобранных из смесителя:

$$W = \frac{100}{7,6} \sqrt{\frac{(7,7 - 7,6)^2 + (7,5 - 7,6)^2 + (7,6 - 7,6)^2}{3 - 1}} = 1,3$$

Чем лучше распределение показателя в смеси, тем ниже коэффициент вариации (в идеале коэффициент вариации стремится к нулю). Качество смешивания считается удовлетворительным при значении коэффициента вариации (неоднородности смешивания) для смеси, содержащей 1% и более контрольного компонента, не больше 10%. Для изготовленного образца сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка коэффициент неоднородности равен 1,3, что свидетельствует о качественном проведении смешивания сухих компонентов.

На базе лаборатории оборудования и технологии молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» способом распылительной сушки нормализованной смеси и смешивания сухих компонентов были изготовлены экспериментальные образцы сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка для детского питания и проведены их исследования по физико-химическим (таблица 7) и микробиологическим показателям.

Таблица 7 – Показатели состава экспериментальных образцов сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка

Наименование показателя	Сухой молочный продукт с пониженным содержанием белка, полученный путем					
	распылительной сушки нормализованной смеси 1		распылительной сушки нормализованной смеси 2		сухого смешивания 1	сухого смешивания 2
	партия 1	партия 1	партия 2	партия 2		
Массовая доля, %:						
- влаги	2,44	1,55	1,97	2,28	2,45	3,60
- белка	4,0	3,6	3,0	2,7	8,1	7,3
- жира	17,5	16,8	17,0	17,8	16,0	16,0
- углеводов	69,01	74,25	71,28	74,59	70,8	69,1
Содержание фенилаланина, мг/100 г	не опр.	86,9	не опр.	52,7	312,9	68,8

Примечание: не опр. – не определялось.

Источник данных: собственные исследования.

По физико-химическим и микробиологическим показателям экспериментальные образцы продукта сухого молочного с пониженным содержанием белка соответствуют установленным требованиям (таблица 3).

**Заключение.** Таким образом, в ходе выполнения научно-исследовательской работы подобран рецептурный состав сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготавливаемого способом распылительной сушки, включающий в себя в качестве основного сырья пермеат, сливки молочные с возможным использованием мальтодекстрина, и способом сухого смешивания – пермеат сухой, сливки сухие с возможным использованием мальтодекстрина, лактозы.

Исследованы технологические особенности производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом распылительной сушки нормализованной смеси (установлены рациональные режимы гомогенизации и кристаллизации лактозы) и способом смешивания сухих компонентов (определена однородность перемешивания). Изготовлены экспериментальные партии сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом распылительной сушки нормализованной смеси (содержание белка около 3–4%), способом смешивания сухих компонентов (содержание белка около 7–8%), соответствующие установленным требованиям.

Технология производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка способом удаления воды путем распылительной сушки нормализованной смеси позволяет получить готовый сухой молочный продукт с высокой растворимостью и равномерностью распределения компонентов. Однако данное производство характеризуется относительно высокой стоимостью выработки продукта. Для снижения влияния этого фактора необходимо наличие специализированного производства, оснащенного экономичным вакуум-выпарным и сушильным оборудованием.

Преимуществами технологии изготовления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка путем сухого смешивания компонентов по сравнению с технологией с применением распылительной сушки является простота оборудования и дешевизна производства. Сухой молочный продукт, полученный сухим смешиванием, наиболее технологичен и менее энергоемок.

**Список использованных источников**

1. Горячко, А.Н. Современные подходы к лечению фенилкетонурии и лейциноза (болезни кленового сиропа): учеб.-метод. пособие / А.Н. Горячко; Министерство здравоохранения Республики Беларусь, БГМУ. – Минск, 2011. – 26 с.
2. Теоретические основы и модели смешения сыпучих и пластифицированных материалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://studref.com/350222/tehnika/teoreticheskie\\_osnovy\\_modeli\\_smesheniya\\_syuchih\\_plastifitsirovannyh\\_materialov](https://studref.com/350222/tehnika/teoreticheskie_osnovy_modeli_smesheniya_syuchih_plastifitsirovannyh_materialov). – Дата доступа: 20.11.2018.
3. Способ получения средства для лечения фенилкетонурии : пат. SU 634748 / М.В. Подольский, В.С. Чигирев, Л.Н. Ермакова, Е.И. Карамян, Б.В. Лебедев, Л.Н. Пушкарь. – Опубл. 30.11.1978.
4. Круглик, В.И. Теоретическое обоснование и практическая реализация гидролизатов молочных белков и специализированных продуктов с их использованием: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.04 / В.И. Круглик; – Кемерово, 2008. – 42 с.
5. Способ получения белкового эквивалента продукта, предназначенного для лечения больных фенилкетонурией : пат. RU 2376893 / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, Л.А. Остроумов. – Опубл. 27.12.2009.
6. Гидролиз сывороточных белков [Электронный ресурс], 2014 – Режим доступа: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html>. – Дата доступа: 16.11.2018.
7. Кудряшов, В.Л. Применение баромембранных процессов для производства продуктов здорового питания / В.Л. Кудряшов [и др.] // Пищевая промышленность. – №5. – 2018. – С.63–67.
8. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 352 с.
9. Володин, Д.Н. Использование сывороточных ингредиентов в производстве продуктов питания / Д.Н. Володин [и др.] // Молочная промышленность. – №2. – 2017. – С. 65–67.
10. Евдокимов, И.А. Пути решения импортозамещения молочной продукции.
1. Goryachko, A.N. Sovremennye podhody k lecheniyu fenilketonurii i lejcinosa [Modern approaches to the treatment of phenylketonuria and leucinosi] (bolezni klenovogo siropa): ucheb.-metod. posobie / A.N. Goryachko; Ministerstvo zdravoohraneniya Respubliki Belarus', BGMU. – Minsk, 2011. – 26 s.
2. Teoreticheskie osnovy i modeli smesheniya sypuchih i plastificirovannyh materialov [Theoretical foundations and models of mixing bulk and plasticized materials] [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: [https://studref.com/350222/tehnika/teoreticheskie\\_osnovy\\_modeli\\_smesheniya\\_syuchih\\_plastifitsirovannyh\\_materialov](https://studref.com/350222/tehnika/teoreticheskie_osnovy_modeli_smesheniya_syuchih_plastifitsirovannyh_materialov). – Data dostupa: 20.11.2018.
3. Sposob polucheniya sredstva dlya lecheniya fenilketonurii [The method of obtaining funds for the treatment of phenylketonuria] : pat. SU 634748 / M.V. Podol'skij, V.S. Chigirev, L.N. Ermakova, E.I. Karamyan, B.V. Lebedev, L.N. Pushkar'. – Opubl. 30.11.1978.
4. Kruglik, V.I. Teoreticheskoe obosnovanie i prakticheskaya realizaciya gidrolizatov molochnyh belkov i specializirovannyh produktov s ih ispol'zovaniem [Theoretical substantiation and practical implementation of milk protein hydrolysates and specialized products with their use] : avtoref. dis. ...d-ra tekhn. nauk: 05.18.04 / V.I. Kruglik; – Kemerovo, 2008. – 42 s.
5. Sposob polucheniya belkovogo ekvivalenta produkta, prednaznachennogo dlya lecheniya bol'nyh fenilketonuriej [A method of obtaining a protein equivalent of a product intended for the treatment of patients with phenylketonuria] : pat. RU 2376893 / A.YU. Prosekov, O.O. Babich, L.A. Ostroumov. – Opubl. 27.12.2009.
6. Gidroliz syvorotochnyh belkov [Hydrolysis of Whey Proteins] [Elektronnyj resurs], 2014 – Rezhim dostupa: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html>. – Data dostupa: 16.11.2018.
7. Kudrjashov, V.L. Primenenie baromembrannyh processov dlja proizvodstva produktov zdorovogo pitaniya [The use of baromembrane processes for the production of healthy foods] / V.L. Kudrjashov [i dr.] // Pishhevaja promyshlennost'. – №5. – 2018. – S.63–67.
8. Gorbatova, K.K. Fiziko-himicheskie i biohimicheskie aspekty proizvodstva molochnyh produktov [Physico-chemical and biochemical aspects of the production of dairy products] / K.K. Gorbatova. – SPb. : GIORД, 2004. – 352 s.
9. Volodin, D.N. Ispol'zovanie syvorotochnyh ingredientov v proizvodstve produktov pitaniya [The use of whey ingredients in food production] / D.N. Volodin [i dr.] // Molochnaja promyshlennost'. – №2. – 2017. – S. 65–67.
10. Evdokimov, I.A. Puti resheniya importozameshcheniya molochnoj produkcii.



Продукты из молочной сыворотки / И.А. Евдокимов, Б.В. Чаблин, М.С. Золоторева, А.С. Бессонов, Д.Н. Володин // Переработка молока. – №3. – 2015. – С. 10–13.

11. Евдокимов, И.А. Обработка молочного сырья мембранными методами / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, М.В. Головкина, М.С. Золоторева, В.К. Топалов, С.В. Анисимов, А.А. Везирян, В.М. Клепкер, Г.С. Анисимов // Молочная промышленность. №2. – 2012. – С. 34–37.

12. Сывороточный пермеат [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html>

<https://agroserver.ru/b/syvorotochnyy-permeat-615748.htm>. – Дата доступа: 12.10.2018.

13. Молочный жир вред и польза [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html> <http://vam-polezno.ru/polza-i-vred/molochnyj-zhir-vred-i-polza.html>. – Дата доступа: 20.11.2018.

14. О безопасности молока и молочной продукции. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 033/2013. – Введ. 01.05.14. – Минск: Госстандарт: белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 190 с.

15. Радаева, И.А. Сухие сливки: прошлое, настоящее, будущее / И.А. Радаева, А.Г. Галстян, С.Н. Туровская, Е.Е. Илларионова, А.Н. Петров // Молочная промышленность. – №2. – 2017. – С. 23–24.

16. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 027/2012. Введ. 01.07.13. – Минск: Госстандарт: белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 28 с.

17. Молоко сухое и сливки сухие. Стандарт Кодекса: CODEX STAN 207-1999 – Введ. 01.01.99. – Комиссия Кодекса Алиментарий, 1999. – 6 с.

18. Технология детских и диетических молочных продуктов: Справочник/ П.Ф. Крашенин, Л.Н. Иванова, В.С. Медузov и др. – М.: Агрпромиздат, 1988. – 232 с.

19. Липатов, Н.Н. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов) / Н. Н. Липатов, К. И. Тарасов; под ред. Н.Н. Липатова. – Москва: Агрпромиздат, 1985. – 256 с.

20. Технология молока и молочных продуктов

Produkty iz molochnoj syvorotki [Ways to solve the import substitution of dairy products. Whey Products] / I.A. Evdokimov, B.V. Chablin, M.S. Zolotareva, A.S. Bessonov, D.N. Volodin // Pererabotka moloka. – №3. – 2015. – S. 10–13.

11. Evdokimov, I.A. Obrabotka molochnogo syr'ya membrannymi metodami [The processing of milk raw materials by membrane methods] / I.A. Evdokimov, D.N. Volodin, M.V. Golovkina, M.S. Zolotareva, V.K. Topalov, S.V. Anisimov, A.A. Veziryan, V.M. Klepker, G.S. Anisimov // Molochnaya promyshlennost'. №2. – 2012. – S. 34–37.

12. Syvorotochnyj permeat [Whey Permeate] [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html>

<https://agroserver.ru/b/syvorotochnyy-permeat-615748.htm>. – Data dostupa: 12.10.2018.

13. Molochnyj zhir vred i pol'za [Milk fat harm and benefits] [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3384-gidroliz-syvorotochnyh-belkov.html> <http://vam-polezno.ru/polza-i-vred/molochnyj-zhir-vred-i-polza.html>. – Data dostupa: 20.11.2018.

14. O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [On the safety of milk and dairy products. Technical regulations of the Customs Union] : TR TS 033/2013. – Vved. 01.05.14. – Minsk: Gosstandart: belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2013. – 190 s.

15. Radaeva, I.A. Suhie slivki: proshloe, nastoyashchee, budushchee [Powder cream: past, present, future] / I.A. Radaeva, A.G. Galstyan, S.N. Turovskaya, E.E. Illarionova, A.N. Petrov // Molochnaya promyshlennost'. – №2. – 2017. – S. 23–24.

16. O bezopasnosti otdel'nyh vidov specializirovannoj pishchevoj produkcii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition. Technical regulations of the Customs Union] : TR TS 027/2012. Vved. 01.07.13. – Minsk: Gosstandart: belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2013. – 28 s.

17. Moloko suhoe i slivki suhie. Standart Kodeksa [Powdered milk and dried cream. Codex Standard] : CODEX STAN 207-1999 – Vved. 01.01.99. – Komissiya Kodeksa Alimentarius, 1999. – 6 s.

18. Tekhnologiya detskih i dieticheskikh molochnyh produktov [Technology of baby and diet dairy products] : Spravochnik/ P.F. Krashenin, L.N. Ivanova, V.S. Meduzov i dr. – M.: Agropromizdat, 1988. – 232 s.

19. Lipatov, N.N. Vosstanovlennoe moloko (teoriya i praktika proizvodstva vosstanovlennykh molochnyh produktov) [Reconstituted milk (theory and practice of the production of reconstituted dairy products)] / N. N. Lipatov, K. I. Tarasov; pod red. N.N. Lipatova. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 256 s.

20. Tekhnologiya moloka i molochnyh produktov

/ Г.В. Твердохлеб [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.

21. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 029/2012. – Введ. 01.07.13. – Минск: Госстандарт: белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 278 с.

22. Мальтодекстрин (en. Maltodextrin) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://add.futuris.by/index.php/zameniteli-sakhara/maltodekstrin>. – Дата доступа: 13.03.2019.

23. Гаврилов, Г.Б. Технологические аспекты кристаллизации лактозы / Г.Б. Гаврилов, Э.Ф. Кравченко, А.С. Куренков // Молочная промышленность. – №5. – 2017. – С. 44–45.

[Milk and Dairy Technology] / G.V. Tverdohleb [i dr.]. – М.: Agropromizdat, 1991. – 463 s.

21. Trebovaniya bezopasnosti pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nyh sredstv. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [Safety requirements for food additives, flavors and processing aids. Technical regulations of the Customs Union] : TR TS 029/2012. – Vved. 01.07.13. – Minsk: Gosstandart: belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2014. – 278 s.

22. Mal'todekstrin [Maltodextrin] (en. Maltodextrin) [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://add.futuris.by/index.php/zameniteli-sakhara/maltodekstrin>. – Data dostupa: 13.03.2019.

23. Gavrilov, G.B. Tekhnologicheskie aspekty kristallizacii laktozy [Technological aspects of lactose crystallization] / G.B. Gavrilov, E.F. Kravchenko, A.S. Kurenkov // Molochnaya promyshlennost'. – №5. – 2017. – S. 44–45.

*Л.Н. Соколовская, к.т.н, доцент, О.Л. Сороко, к.т.н., доцент,  
И.В. Миклух, к.т.н. доцент, Е.В. Беспалова  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕАКЦИИ МЕЛАНОИДИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАДКИХ ВАРЕННЫХ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ**

*L. Sokolovskaya, O. Soroko, I. Miklukh, E. Bepalova  
Institute for the Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **INTENSIFICATION OF THE MELANOIDIN FORMATION REACTION IN THE PRODUCTION OF SWEET BOILED CANNED MILK**

*e-mail: Sokolovskaya\_LN@tut.by, oleg soroko@tut.by, inmiklukh@mail.ru, beshpalova-kat@mail.ru*

*В статье приведено эмпирическое обоснование сокращения продолжительности процесса высокотемпературной обработки (варки) сладких сгущенных молочных консервов при использовании ферментативного гидролиза лактозы. В образцах молока цельного сгущенного с сахаром, изготовленного с применением ферментативного гидролиза лактозы, происходило более интенсивное снижение активной кислотности и возрастание окислительно-восстановительного потенциала, а также наблюдалось более активное изменение цвета продукта за меньший промежуток времени, по сравнению с молоком сгущенным с негидролизованной лактозой. Расщепление дисахарида лактозы на (38±2)% позволяет сократить продолжительность процесса варки в среднем на 40% при традиционно применяемой температуре процесса (105±5)°С, и на 3–8% снизить содержание сахарозы в готовом продукте. Использование фруктозы с целью интенсификации процесса варки не рационально.*

**Ключевые слова:** сладкие молочные консервы; моносахариды; гидролиз лактозы; фруктоза; меланоидинообразование; высокотемпературная обработка; продолжительность.

*The article gives empirical grounding of reducing the melanoidins formation process duration at high-temperature processing of sweet canned milk due to the use of enzymatic hydrolysis of lactose. In sweet canned milk samples with hydrolyzed lactose there was a more intensive decrease in active acidity and an increase in oxidation-reduction potential and obviously a change in milk color within a short period of time by contrast to milk with not hydrolyzed lactose. Lactose disaccharide splitting to (38±2)% allows to reduce the duration of high-temperature processing average by 40% at traditionally applied processing temperature of (105±5) °C, and reduce the sucrose content in the finished product by 3–8%. The use of fructose in order to accelerate the process of cooking whole condensed milk is not rational.*

**Keywords:** sweet canned milk; monosaccharides; hydrolysis of lactose; fructose; the formation of melanoidins; high-temperature processing; duration.

**Введение.** Производство молочных продуктов с длительной высокотемпературной обработкой, таких как, топленое молоко, ряженка, молоко сгущенное вареное с сахаром традиционно сопровождается высокими энергетическими и временными затратами, что связано с особенностями протекания процесса меланоидинообразования, заложенного в основу процесса топления или варки молочного сырья. Продолжительность процесса топления молока, например, при производстве топленого молока или ряженки составляет 3–5 часов при температуре (85–98)°С, а процесс варки (автоклавирования) молока цельного сгущенного с сахаром занимает не менее 60 мин при температуре (105±5)°С, что в условиях современного



производства считается длительными и высокоэнергозатратными процессами [1], и вынуждает некоторых производителей сокращать производство такой продукции.

Из литературных данных известно, что реакционная способность сахаров, участвующих в меланоидинообразовании, снижается в следующей последовательности: рибоза > ксилоза > арабиноза > галактоза > глюкоза > мальтоза > фруктоза...>лактоза. Чем короче углеродная цепь, тем легче углевод реагирует с аминокислотами, что обуславливает скорость протекания реакции и проявления ее признаков [2]. Исходя из данной закономерности, регулируя углеводный состав пищевого сырья можно контролировать скорость протекание процесса меланоидинообразования, замедляя его в тех случаях, когда его проявления не желательны или ускоряя, там, где это необходимо. В отличие от топленого молока и кисломолочных продуктов типа ряженки, в которых при традиционной технологии производства высокотемпературное воздействие применяется единожды, при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов высокотемпературное воздействие на молочное сырье в производственном цикле применяется несколько раз. Кроме того, в отличие от технологии цельно- и кисломолочных продуктов, производство сладких сгущенных молочных консервов сопряжено с внесением большого количества сахарозы и применением вакуум выпаривания молочного сырья, в ходе которого, протекают начальные стадии реакции меланоидинообразования. Явно органолептически проявляемые этапы реакции Майара осуществляются в ходе варки (автоклавирования) уже сгущенного молока с сахаром. В этой связи, исследование технологических способов воздействия на молочное сырье, которые без снижения качества готовой консервной продукции, позволят обеспечить интенсификацию процесса варки, снизят энергозатраты и ускорят весь технологический процесс производства молочных консервов с длительной высокотемпературной обработкой, является актуальным.

**Цель исследований.** Целью работы является исследовать и установить рациональные способы интенсификации и ускорения процесса меланоидинообразования при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований является процесс меланоидинообразования, протекающий в ходе варки молочных консервов, изготовленных из молока обезжиренного пастеризованного и молока нормализованного, до массовой доли жира 4% сливками молочными 25% жирности, а также молока обезжиренного пастеризованного гидролизованного и нормализованного молока до массовой доли жира 4% гидролизованного, составленного из молока обезжиренного пастеризованного гидролизованного и сливок молочных 25% жирности пастеризованных.

Определение характеристик, физико-химических показателей и параметров исследований продуктов проводили в условиях лаборатории оборудования и технологий молочно-консервного производства и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовались стандартные методы.

Массовая доля оставшейся после гидролиза лактозы ( $C_{ост}$ , %) определялась расчетным путем посредством применения метода йодометрического титрования по ГОСТ 29248 по формуле (1) [3, 4]:

$$C_{ост} = C_{исх.} \times \left(1 - \frac{V_0 - V_{\tau}}{V_{\kappa} - V_0}\right), \quad (1)$$

где  $C_{исх.}$  – массовая доля лактозы в исходном образце, %;

$V_0$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), пошедшего на титрование йода в исходном образце, см<sup>3</sup>;

$V_t$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), пошедшего на титрование йода в гидролизованном образце,  $\text{см}^3$ ;

$V_k$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), пошедшего на титрование йода в холостом опыте,  $\text{см}^3$ .

Степень гидролиза ( $CmГЛ$ , %) определяли расчетным путем по формуле (2):

$$CmГЛ = \left( \frac{C_{исх.} - C_{ост.}}{C_{исх.}} \right) \times 100, \quad (2)$$

где  $C_{ост.}$  – массовая доля лактозы, оставшейся в образце после гидролиза, %;

$C_{исх.}$  – массовая доля лактозы в исходном образце, %.

Окислительно-восстановительный потенциал ( $E$ ) образцов устанавливался расчетным методом путем пересчета измеренного в лабораторных условиях при  $20^\circ\text{C}$  показателя редокс-потенциала  $rH_2$  по формуле (3) [5]:

$$E = (rH_2 - 2pH) \times 0,03, \quad (3)$$

Вкус, запах и внешний вид образцов продуктов осуществлялся органолептически. Оценка цвета образцов и их фотографирование осуществлялось с дегустационной лаборатории со специально подобранным освещением и фоном, для проведения максимально корректной оценки интенсивности изменения цвета образцов при топлении [6].

**Результаты и их обсуждение.** На основании ранее полученных экспериментальных данных об интенсифицирующем действии применения гидролиза лактозы и присутствия фруктозы в молочном сырье на скорость протекания реакции меланоидинообразования в ходе исследований при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов проведены экспериментальные выработки молока сгущенного цельного с различным углеводным составом [7]:

– молока цельного сгущенного с сахаром (Контроль);

– молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром, изготовленного из молока обезжиренного гидролизованного и молочных сливок;

– молока цельного сгущенного с фруктозой.

Для выработки экспериментальных образцов применялось традиционное составление нормализованной смеси из молока обезжиренного и молочных сливок. В экспериментальном образце с применением гидролиза лактозы, осуществлялась предварительная ферментация молока обезжиренного ферментом  $\beta$ -галактозидаза при оптимальных для используемого фермента параметрах, согласно его спецификации. Согласно формулам 1 и 2 установлено, что степень гидролиза лактозы в молоке после ферментирования составила  $(38 \pm 2)\%$ . Содержание сахарозы и фруктозы в образцах соответствовало требованиям действующих ТНПА [8, 9], не менее 43% сахарозы и 30% фруктозы. В образце с применением гидролиза количество внесенной сахарозы намеренно сокращено из расчета возрастания степени сладости молока после расщепления малосладкой лактозы, на более сладкие глюкозы и галактозу, согласно формуле 3. Основные физико-химические показатели продуктов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели экспериментальных образцов молока сгущенного с различным углеводным составом

Показатели	Образцы		
	Молоко цельное сгущенное с сахаром (Контроль)	Молоко гидролизованное цельное сгущенное с сахаром	Молоко цельное сгущенное с фруктозой
Массовая доля сухих веществ, %	72,0±2,0	69,5±2,0	65,0±2,0
Массовая доля жира, %	8,5±0,5	9,0±0,5	8,5±0,5
Общая массовая доля углеводов, %	56,0±1,5	50,8±1,5	45,0±1,5
в том числе			
– лактозы, %	12,5±1,7	10,8±1,2	15,0±1,5
– сахарозы, %	43,5±1,5	40,0±1,5	–
– фруктозы, %	–	–	30,0±1,5
Массовая доля белка, %	8,0±0,5	8,13±0,8	9,0±0,5
Массовая доля золы, %	–	1,56±0,05	–

Источник данных: собственная разработка.

Основные показатели экспериментальных образцов сладких сгущенных молочных продуктов соответствовали действующим на молочные консервы требованиям ТНПА [8, 9]. Содержание сухих веществ и общая массовая доля углеводов находилась в близком диапазоне. При этом наибольшим содержанием сухих веществ отличался контрольный образец молока цельного сгущенного с сахаром, а молоко цельное с фруктозой фактически наименьшим содержанием сухих веществ. При этом последний образец органолептически обладал наиболее вязкой консистенцией. Наибольшим содержанием углеводов отличался также контрольный образец, причем почти 78% его углеводного состава приходится на сахарозу. Общее содержание углеводов в образце молока гидролизованного цельного сгущенного с сахаром устанавливалось расчетным способом, исходя из остального рецептурного состава продукта. Согласно полученным данным наименьшим содержанием углеводов отличался образец молока цельного сгущенного с фруктозой, в его составе 30,0% фруктозы и 15,0% молочного сахара. По массовой доле жира и белка, анализируемые продукты также находились в близком диапазоне. Это позволяет проводить сравнительный анализ влияния различной продолжительности варки, с учетом влияния их различного углеводного состава. Варка экспериментальных образцов сладких сгущенных молочных продуктов осуществлялась в термостойких герметичных емкостях, объемом, соответствующим стандартной банке №7Б, при стандартной температуре 105±5°C. Динамика изменения физико-химических критериев протекания реакции меланоидинообразования представлена в таблице 2.

В ходе высокотемпературной обработки в лабораторных условиях устанавливалось изменение активной кислотности и окислительно-восстановительного потенциала экспериментальных образцов молока цельного сгущенного, характеризующих интенсивность протекания реакции меланоидинообразования. Наиболее высоким начальным показателем активной кислотности отличался образец молока с применением гидролиза лактозы. Это объясняется предположительным протеканием начальных стадий меланоидинообразования ещё в ходе сгущения продукта в вакуум-выпарной установке при температуре 64–80°C и давлении 0,33 гПа.

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов молока цельного сгущенного с сахаром вареного

Наименование образца	Продолжительность варки, мин ( $\pm 3$ мин)	Показатель			
		Активная кислотность, ед. рН	$\Delta$ рН, ед	ОВП, мВ	$\Delta$ ОВП, мВ
1	2	3	4	5	6
Молоко цельное сгущенное с сахаром вареное (Контроль)	0	5,58 $\pm$ 0,02	0,00	0,78 $\pm$ 0,01	0,00
	30	5,47 $\pm$ 0,01	0,11	0,90 $\pm$ 0,01	0,13
	40	5,40 $\pm$ 0,01	0,18	1,06 $\pm$ 0,01	0,28
	60	5,34 $\pm$ 0,01	0,24	1,39 $\pm$ 0,01	0,61
	90	5,35 $\pm$ 0,01	0,23	1,45 $\pm$ 0,02	0,67
	110	5,28 $\pm$ 0,01	0,30	1,54 $\pm$ 0,02	0,77
Молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром вареное	0	5,66 $\pm$ 0,03	0,00	0,83 $\pm$ 0,01	0,00
	30	5,63 $\pm$ 0,03	0,03	0,95 $\pm$ 0,01	0,12
	40	5,57 $\pm$ 0,02	0,09	1,23 $\pm$ 0,02	0,40
	60	5,11 $\pm$ 0,01	0,55	1,82 $\pm$ 0,02	0,99
	90	5,10 $\pm$ 0,01	0,56	1,85 $\pm$ 0,02	1,02
	110	5,07 $\pm$ 0,01	0,59	1,95 $\pm$ 0,02	1,12
Молоко цельное сгущенное с фруктозой вареное	0	5,54 $\pm$ 0,02	0,00	1,02 $\pm$ 0,02	0,00
	30	5,38 $\pm$ 0,01	0,16	1,21 $\pm$ 0,02	0,19
	40	5,31 $\pm$ 0,01	0,23	1,42 $\pm$ 0,02	0,40
	60	5,26 $\pm$ 0,01	0,28	1,54 $\pm$ 0,02	0,53

Источник данных: собственная разработка.

Максимальная продолжительность варки образцов устанавливалась по интенсивности изменения органолептических показателей. Так в образце молока цельного сгущенного с фруктозой, первоначально имевшем наиболее темный оттенок и вязкую консистенцию, после 40 мин. отмечено образование отдельных заваренных комков продукта. А к 60 минуте варки молоко приобрело полностью некондиционный вид. Структура продукта стала неоднородной, хотя продолжительность варки данного образца не превысила 60 минут. Максимальная продолжительность варки остальных образцов составила 110 мин, а изменение физико-химических показателей относительно начального значения до варки имело различную динамику, представленную на рисунке 1.

Характер изменения кривых рН и ОВП схожий для всех образцов продуктов, в обоих случаях наиболее резкой общей динамикой отличалось молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром. Так после 40 минут варки значение рН в данном образце возросло на 0,55 ед., а ОВП на 0,99 мВ, в то время как изменение показателей контрольного образца, при этой же продолжительности варки, составило 0,24 ед. рН и 0,61 мВ. В начале процесса варки наибольшими значениями изменения рН отличался образец молока сгущенного с фруктозой, а до 46 минуты,  $\Delta$ рН образца с гидролизом лактозы имело минимальные значения. При максимальной продолжительности варки 110 мин рН молока цельного гидролизованного с сахаром возросло на 0,59 ед. от начального, в то время как  $\Delta$ рН контрольного образца в конце варки составила 0,30 ед.  $\Delta$ ОВП гидролизованного образца при максимальной продолжительности варки составила 1,12 мВ, а контрольного – 0,77 мВ. Это свидетельствует о наиболее интенсивном протекании процесса меланоидинообразования в молоке цельном сгущенном с сахаром, изготовленном с

применением процесса гидролиза лактозы. Исходя из полученных экспериментальных данных видно, что интенсивность меланоидинообразования молока сгущенного с фруктозой незначительно превышала динамику данной реакции в контрольном образце. А в совокупности с возникшими затруднениями в ходе варки, данный способ ускорения варки признан не рациональным.

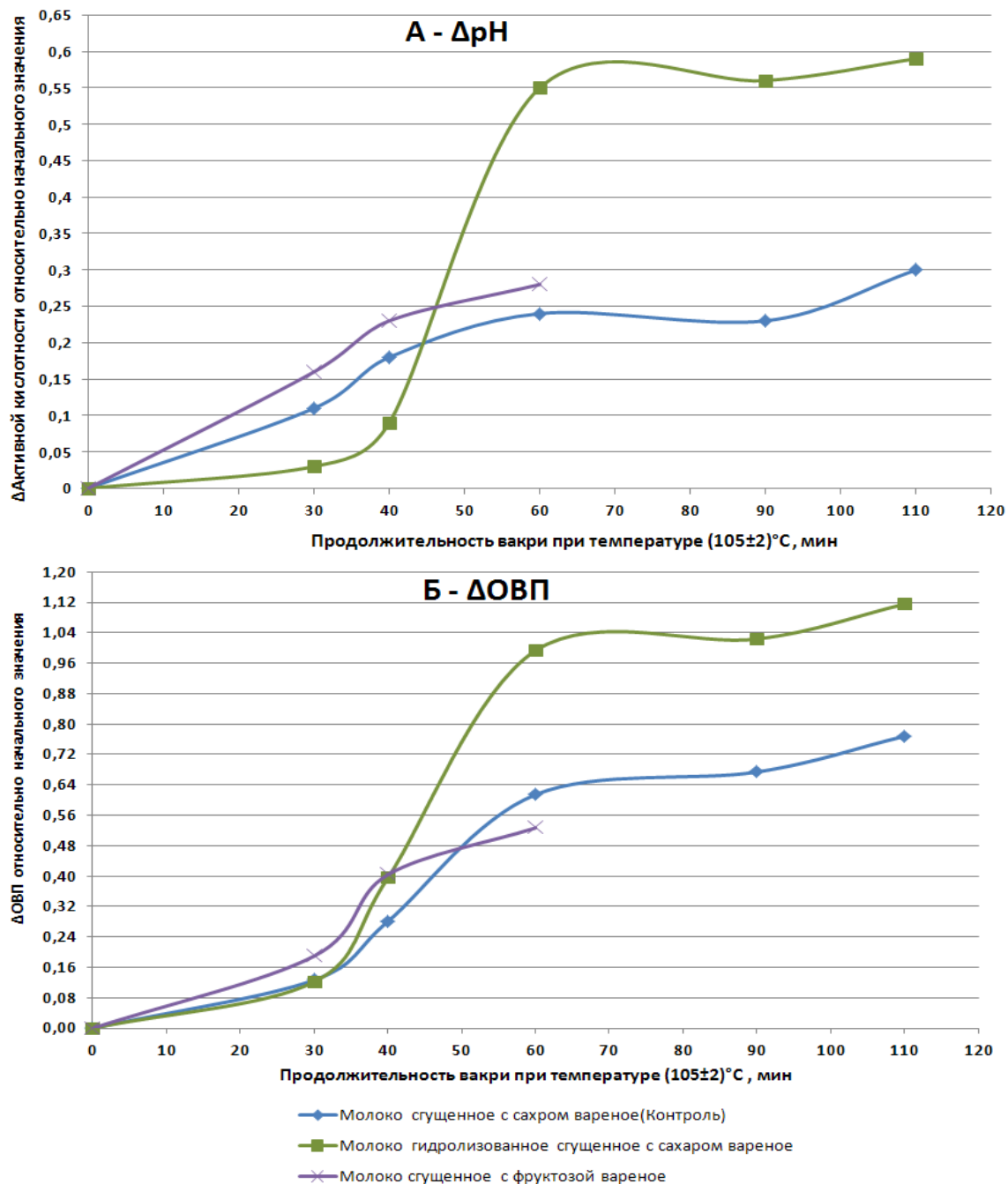


Рисунок 1 – Графики изменения активной кислотности (А) и окислительно-восстановительного потенциала (Б) в образцах молока цельного сгущенного с различным углеводным составом в процессе варки при температуре 105±5°С

Источник данных: собственная разработка.

В ходе экспериментальных выработок было установлено изменение органолептических параметров образцов. В первую очередь оценивалось изменение цвета и консистенции продуктов. Фото образцов молока цельного с различным углеводным составом до и после применения варки представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Изображения образцов молока цельного сгущенного с сахаром (А) с гидролизом лактозы и сахаром (Б), и с фруктозой (В) вареных при температуре  $(105\pm 2)^\circ\text{C}$  с различной продолжительностью

Источник данных: собственная разработка.

Изображения экспериментальных образцов отражают интенсивность проявления органолептических признаков процесса меланоидинообразования в течении варки. Так по фотографиям продуктов явно видно, что начальный цвет образцов до варки отличался. Наиболее темным оттенком обладало молоко с фруктозой, а наиболее светлым – контрольный образец молока цельного сгущенного с сахаром. В ходе варки наиболее активно темнел образец молока цельного сгущенного с гидролизованной лактозой. Так уже на 40 минуте его варки интенсивность цвета соответствовала цвету контрольного образца вареного 110 мин, а к концу варки образец молока с гидролизом приобрел излишне темный оттенок, свидетельствующий вместе с физико-химическими показателями об излишнем тепловом воздействии. Как и описано выше, образец молока цельного сгущенного с фруктозой варился только 60 мин в связи с проявлением порока консистенции. По интенсивности цвета и вкусу для образца молока цельного гидролизованного с сахаром оптимальным является 40–60 мин продолжительность варки, что на 50–70 минут быстрее, чем в классической технологии.

С целью исследования влияния продолжительности высокотемпературной обработки на реологические свойства сгущенных молочных консервов проведен анализ показателей вязкости в экспериментальных образцах сладкого молока цельного сгущенного с различным углеводным составом до варки и вареных 30, 40, 60, 90, 110 минут, результаты отражены на рисунке 3.

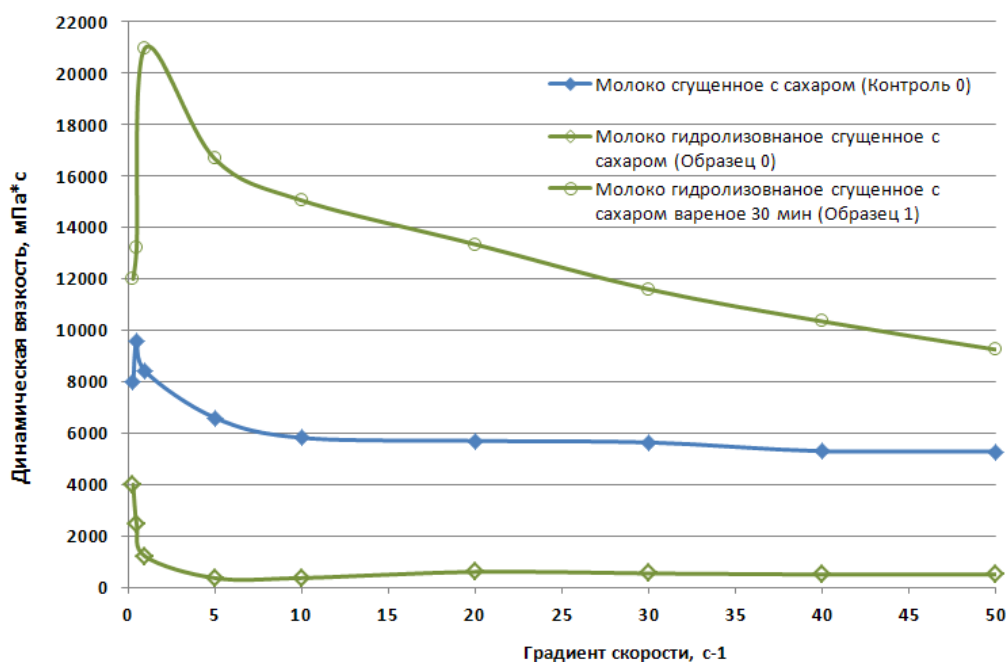
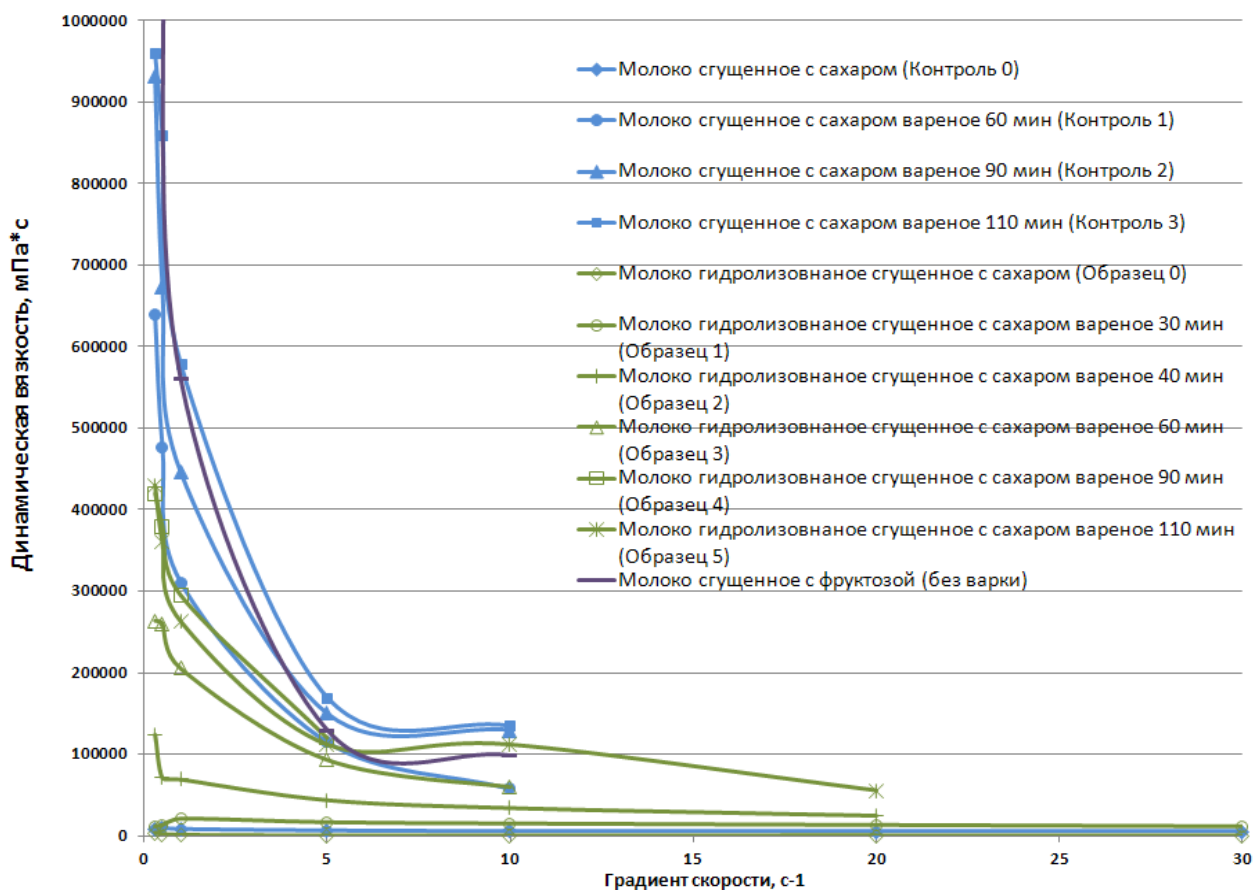


Рисунок 3 – Вязкость образцов молока цельного сгущенного с различным углеводным составом до варки и после варки при  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ , измеренная при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$

Источник данных: собственная разработка.

Согласно полученным графикам вязкость образцов молока сгущенного различного углеводного состава в зависимости от продолжительности высокотемпературного воздействия значительно отличалась. Так наибольшей вязкостью среди образцов продуктов до варки обладало молоко цельное сгущенное с



фруктозой, при градиенте скорости вращения шпинделя  $10\text{с}^{-1}$  его вязкость составляла 98710 мПа. Образцы, подверженные варке, обладали ещё большей вязкостью, находящейся за пределами измерения вискозиметра. Наименьшей вязкостью среди образцов до применения варки обладало молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром, так его вязкость при  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  градиенте скорости вращения шпинделя  $10\text{с}^{-1}$  составила 360 мПа. У молока сгущенного с традиционным углеводным составом – 5820 мПа, пониженная вязкость может быть обоснована меньшей массовой долей сухих веществ. После применения 30 мин высокотемпературного воздействия (варки) при  $105\pm 5^\circ\text{C}$  вязкость молока цельного гидролизованного сгущенного возросла до 15057 мПа, а после 40 мин варки – до 34010 мПа, что свидетельствует об активном протекании процесса денатурации белка и меланоидинообразования. Показатели вязкости контрольного образца продукта и образца с гидролизом приблизились при варке в течение 60 мин, и составили для молока цельного гидролизованного сгущенного 57588 мПа, а для молока цельного сгущенного с сахаром – 59687 мПа. После максимально продолжительного времени высокотемпературного воздействия (110 мин) вязкость молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром составила 112 110 мПа. Вязкость контрольного образца молока цельного сгущенного с сахаром вареного стандартное время при аналогичных условиях составляла более 135000 мПа. Столь резкое возрастание показателей вязкости с ростом времени варки свидетельствует о пропорциональном влиянии интенсивности меланоидинообразования на реологические показатели сгущенных молочных консервов.

Таким образом, установлено, что с возрастанием продолжительности варки повышаются значения динамической вязкости молока сгущенного цельного. Среди экспериментальных образцов молока гидролизованного с сахаром наибольшей вязкостью обладал образец молока сгущенного гидролизованного с сахаром, вареный при температуре  $105\pm 5^\circ\text{C}$  в течение 110 мин. Молоко гидролизованное сгущенное с сахаром вареное при аналогичных параметрах в течение 30 мин отличалось пониженной вязкостью в сравнении с контрольными образцами молока сгущенного с сахаром со стандартным углеводным составом и экспериментальными образцами молока гидролизованного сгущенного с сахаром вареного более продолжительное время. Вязкость консервов вареных в течение 40, 60, 90 и 110 минут соразмерно возрастала с повышением продолжительности высокотемпературного воздействия, что свидетельствует о значительном влиянии продолжительности варки (интенсивности меланоидинообразования) на реологические характеристики сгущенных молочных консервов.

В ходе экспериментальных разработок проведено установление технологических особенностей производства сладких вареных сгущенных молочных консервов. Согласно им интенсификация процесса меланоидинообразования путем применения гидролиза лактозы незначительно влияет на технологические режимы производства сладких сгущенных молочных продуктов. Из теоретических и собственных ранее проведенных исследований известно, что для более эффективного расщепления лактозы, гидролиз необходимо осуществлять в молочном сырье до применения процессов нормализации и сгущения [10, 11]. В этой связи внесение фермента  $\beta$ -галактозидазы и сам процесс гидролиза рациональнее проводить в обезжиренном пастеризованном молоке в течение 2–4 часов при температуре  $(37\pm 2)^\circ\text{C}$  или 6–10 часов при температуре  $(8\pm 2)^\circ\text{C}$ . Далее процесс производства сладкой молочной сгущенной консервы осуществлялся традиционным способом. Кроме того, применение ферментативного гидролиза, как способа интенсификации процесса варки сладких сгущенных молочных консервов приводит к необходимости учета повышения степени сладости гидролизованного молока и снижения количества вносимого сахара. Также в ходе экспериментальных варок молока цельного



сгущенного установлено, что при нарушении консистенции продукта в ходе варки (перемешивание) до момента их полного охлаждения, во всех образцах, в том числе контрольном образуются неоднородные и не разглаживаемые комки. В то время как в образцах продуктов вареных без применения перемешивания и с последующим охлаждением до температуры  $8\pm 2^\circ\text{C}$ , консистенция продуктов соответствовала предъявляемым требованиям ТНПА.

**Заключение.** С целью изучения влияния углеводного состава сладких сгущенных молочных консервов на эффективность и скорость протекания процесса меланоидинообразования в ходе их варки, изучены образцы молока цельного сгущенного с сахаром, молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром, изготовленного из молока обезжиренного гидролизованного на  $(38\pm 2)$  и молочных сливок и молока цельного сгущенного с фруктозой. В результате исследований установлено, что рациональным способом интенсификации реакции меланоидинообразования при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов является проведение ферментативного гидролиза в молочном сырье. Продолжительность варки молока цельного сгущенного с сахаром при температуре  $105\pm 5^\circ\text{C}$ , изготовленного из молока с гидролизом лактозы, сократилась на 37–46 %. Содержание сахарозы в таких продуктах, в зависимости от глубины гидролиза лактозы, может быть сокращено на 3–8 %, при этом по органолептическим и реологическим характеристикам продукт не уступает традиционно изготавливаемому молоку цельному сгущенному с сахаром, вареном. Использование фруктозы с целью ускорения процесса варки молока цельного сгущенного признано не рациональным.

#### Список использованных источников

1. Чекулаева, Л. В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья : учеб. пособие / Л. В. Чекулаева, К. К. Полянский, Л. В. Голубева. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 249 с.
2. Пигменты пищевых производств (меланоидины) / В.Ф. Селеменев [и др.]. – М. : ДеЛиПринт, 2008. – 246 с.
3. Консервы молочные. Йодометрический метод определения сахаров: ГОСТ 29248-91. – Введ. 01.07.93. – М. : Стандартинформ, 2009. – 6 с.
4. Шуляк, Т. Л. Определение лактозы в гидролизованных молочных смесях модифицированных йодометрическим методом / Т. Л. Шуляк, М. А. Глушаков // Вестник МГУП, – 2014. – №2. – С. 43–47.
5. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 346 с.
6. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб. : Профессия, 2009. – 653 с.
7. Соколовская, Л. Н. Интенсификация процесса
1. SChekulaeva, L. V. Tekhnologiya produktov konservirovaniya moloka i molochnogo syr'ya : ucheb. posobie [Technology of milk and dairy raw materials preservation products] / L. V. SChekulaeva, K. K. Polyanskiy, L. V. Golubeva. – M. : DeLi print, 2002. – 249 s.
2. Pigmenty pishchevyh proizvodstv (melanoidiny) [Pigments of food production (melanoidins)] / V.F. Selemeney [i dr.]. – M.: DeLiprint, 2008. – 246 s.
3. Konservy molochnye. Jodometricheskij metod opredeleniya saharov [Milk canned food. Iodometric method for determination of sugars] : GOST 29248-91. – Vved. 01.07.93. – M. : Standartinform, 2009. – 6 s.
4. SHulyak, T. L. Opredelenie laktozy v gidrolizovannyh molochnyh smesyah modifitsirovannyh jodometricheskim metodom [Determination of lactose in hydrolyzed milk mixtures modified by iodometric method] / T. L. SHulyak, M. A. Glushakov // Vestnik MGUP, – 2014. – №2. – S. 43–47.
5. Gorbatova, K. K. Fiziko-himicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva molochnyh produktov [Physical-chemical and biochemical bases of dairy products production] / K. K. Gorbatova. – SPb. : GIORD, 2004. – 346 s.
6. Merkulova, N. G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti [Manufacturing control in the dairy industry] : prakt. ruk. / N. G. Merkulova, M. YU. Merkulov, I. YU. Merkulov. – SPb. : Professiya, 2009. – 653 s.
7. Sokolovskaya, L. N. Intensifikaciya processa

топления молока путем корректировки его углеводного состава / Л.Н. Соколовская, И.В. Миклух, О.Л. Сороко, Е.В. Беспалова // Наука, питание и здоровье : материалы II международного конгресса, Минск, 3–4 октября. 2019 г. / РУП Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 257–265.

8. О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013 принят 09.10.2013 : вступ. в силу 01.05.2014 / Евраз. Экон. Комис. – [Минск], 2013.

9. ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия / Дата введения 2013-07-01.

10. Дымар, О. В. Определение оптимальных параметров процесса ферментативного гидролиза лактозы в молочной сыворотке / О. В. Дымар, Л. Н. Емельянова, Г. С. Джумок // Пищ. пром-сть: наука и технологии. – 2012. – № 1. – С. 24–30.

11. Остроумов, Л. А. Биотрансформация лактозы ферментными препаратами  $\beta$ -галактозидазы / Л. А. Остроумов, В. Г. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 1. – С. 26А–30.

topleniya moloka putem korrekcirovki ego uglevodnogo sostava [Intensification of milk melting process by adjusting its carbohydrate composition] / L.N. Sokolovskaya, I.V. Mikluh, O.L. Soroko, E.V. Bepalova // Nauka, pitanie i zdorove : materialy II mezhdunarodnogo kongressa, Minsk, 3–4 oktyabrya. 2019 g. / RUP Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po prodovolstviyu ; redkol.: Z. V. Lovkis [i dr.]. – Minsk: IVC Minfina, 2019. – S. 257–265.

8. O bezopastnosti moloka i molochnoj produkcii [About the safety of milk and dairy products] : TR TS 033/2013 prinyat 09.10.2013 : vstup. v silu 01.05.2013 / Evraz. Ekon. Komis. – [Minsk], 2012.

9. GOST 31688-2012 Konservy molochnye. Moloko i slivki sgushchennye s saharom. [Milk canned food. Milk and cream condensed with sugar] Tekhnicheskie usloviya / Data vvedeniya 2013-07-01.

10. Dymar, O. V. Opredelenie optimal'nyh parametrov processa fermentativnogo gidroliza laktozy v molochnoj syvorotke [Determination of optimal parameters of the process of enzymatic hydrolysis of lactose in milk whey] / O. V. Dymar, L. N. Emel'yanova, G. S. Dzhumok // Pishch. prom-st': nauka i tekhnologii. – 2012. – № 1. – S. 24–30.

11. Ostroumov, L. A. Biotransformaciya laktozy fermentnymi preparatami  $\beta$ -galaktozidazy [Biotransformation of lactose by enzyme preparations of  $\beta$ -galactosidase] / L. A. Ostroumov, V. G. Gavrilov // Tehnika i tehnologiya pishevyh proizvodstv. – 2013. – T. 1. – S. 26A–30.

*Л.Л. Богданова, к.т.н., Е.В. Ефимова, к.т.н., Е.М. Дмитрук, С.И. Вырина  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

*L. Bogdanova, E. Efimova, E. Dmitruk, S. Virina  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **STUDY OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF USE OF ACYLTRANSFERASE IN THE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS**

*e-mail: bogdanova\_ll@tut.by, overie@mail.ru, elenadm210187@gmail.com, svetlantana@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по изучению влияния трансглутаминазы на технологический процесс производства молочных продуктов. Установлено увеличение продолжительности сквашивания и замедление нарастания кислотности при внесении трансглутаминазы. Определена более высокая вязкость молочных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы, и меньший прирост титруемой кислотности при хранении.*

**Ключевые слова:** ацилтрансфераза; трансглутаминаза; фермент; ацильный перенос; реологические показатели; влагоудерживающие свойства.

*The article presents the results of studies on the effect of transglutaminase on the technological process of dairy production. An increase in the duration of fermentation and a slowdown in the increase in acidity with the addition of transglutaminase have been established. The higher viscosity of dairy products produced using transglutaminase and a lower increase in titratable acidity during storage were determined.*

**Keywords:** acyltransferase; transglutaminase; enzyme; acyl transfer; rheological parameters; water-retaining properties.

**Введение.** В настоящее время развитие биотехнологии позволяет получать ферментные препараты микробного происхождения высокого качества и с достаточно низкой себестоимостью. Это создало предпосылки для развития производства пищевых продуктов с заданными свойствами. В молочной промышленности широко используются ферменты из классов гидролаз (молокосвертывающие ферментные препараты, препараты  $\beta$ -галактозидазы, лизоцим), эстераз (липазы). Около 20 лет назад в США и Европе появились ферментные препараты, относящиеся к классу трансфераз, способные связывать не гидролизуя белковые молекулы, что обусловило их быстрое распространение в пищевой промышленности. К таким ферментам относят трансглутаминазу [1, 2].

Трансглутаминаза катализирует 3 типа реакций: 1) ацильного переноса между  $\gamma$ -карбоксамидными группами остатков глутамина в белках или пептидах и различными первичными аминами; 2) если роль акцептора ацила выполняет  $\epsilon$ -аминогруппа лизина, то протекает реакция полимеризации с образованием изопептида с  $\epsilon$ -( $\gamma$ -глутамил)-лизиновыми мостиками; 3) реакцию дезаминирования. Трансглутаминаза стабильна в диапазоне pH от 5,0 до 9,0, оптимальный диапазон pH от 6 до 7 [3] (по некоторым сведениям оптимальный диапазон pH 4,5 – 7 [4]). Образованная ферментом белковая матрица подобна естественной структуре белковой ткани [3, 4].

На сегодняшний день указанный ферментный препарат не получил официального разрешения на использование в соответствии с законодательством комиссии Кодекс Алиментариус и Европейского союза и Парламента, и используется

только в соответствии с законодательством отдельных стран (в Швейцарии и Германии – только в мясных продуктах с обязательным декларированием его применения; в США сведения о его использовании при изготовлении пищевой продукции обязательно выносятся на ее маркировку). В настоящее время Европейским агентством по безопасности пищевых продуктов рассматривается возможность использования в пищевой промышленности двух видов трансглутаминазы. На территории ЕАС оценка критериев безопасности и рисков ее применения пока не проводилась. Действие данного препарата при изготовлении молочных продуктов также изучено не достаточно: не в полной мере исследовано влияние трансглутаминазы на микробиологические и физико-химические процессы, которые протекают при производстве и при хранении молочных продуктов, выработанных с ее использованием.

**Цель исследований** – изучение технологических особенностей использования ацилтрансферазы при производстве молочных продуктов.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись: препараты трансглутаминазы, молочные продукты, выработанные с использованием трансглутаминазы, и без ее использования.

Определение физико-химических, микробиологических показателей и органолептических характеристик молочных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы и без ее использования, осуществляли в лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовались стандартные методы.

Проводилось изучение ферментативных свойств ацилтрансферазы при производстве молочных продуктов, ее влияние на технологический процесс их производства и реологические показатели молочных смесей путем проведения выработок контрольных образцов молочных продуктов (творог, йогурт, сметана) и экспериментальных образцов молочных продуктов по технологии творога, йогурта и сметаны с добавлением трансглутаминазы.

Для выработки экспериментальных образцов с трансглутаминазой использовался ферментный препарат Saprona MCC LM в рекомендуемом количестве 0,1% от массы сырья.

Сквашивание проводилось с использованием заквасок для производства йогурта, творога и сметаны (изготовитель – РУП «Институт мясо-молочной промышленности»).

Выход продуктов определяли по формуле (1):

$$V_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где –  $V_{\text{пр}}$  – выход продукта, %;  
 $M_{\text{г.пр}}$  – масса готового продукта, г;  
 $M_{\text{с}}$  – масса исходного сырья, г.

Степень использования сухих веществ определяли по формуле (2):

$$\text{СИСВ} = \frac{M_{\text{г.пр}} \cdot \text{СВ}_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}} \cdot \text{СВ}_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где – СИСВ – степень использования сухих веществ, %;  
 $\text{СВ}_{\text{г.пр}}$  – содержание сухих веществ в готовом продукте, %;  
 $\text{СВ}_{\text{с}}$  – содержание сухих веществ в исходном сырье, %.

Оценка вкуса, запаха и внешнего вида образцов осуществлялась посредством органолептического анализа [5].

Оценка вязкости образцов продуктов осуществлялась с помощью ротационного вискозиметра марки Брукфильда, модель LVDV-II+PRO (производство США) при различных скоростях вращения ротора (об/мин) и градиенте скорости (с-1) при температуре 20°C.

**Результаты и их обсуждение.** Для изучения влияния внесения транsgлютаминазы на технологический процесс производства молочных продуктов были проведены выработки в трех повторностях творога, йогуртов, сметаны и молочных продуктов с транsgлютаминазой по технологии творога, йогуртов и сметаны по следующей схеме:

1. Контрольные образцы без использования транsgлютаминазы.

2. Экспериментальные образцы с внесением транsgлютаминазы в количестве 0,1% до пастеризации сырья, с выдержкой 30 мин и дальнейшей тепловой обработкой.

3. Экспериментальные образцы с добавлением транsgлютаминазы после пастеризации и охлаждения сырья в количестве 0,1% одновременно с внесением закваски.

Значения титруемой кислотности творожных сгустков в конце сквашивания до отваривания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения титруемой кислотности творожных сгустков, выработанных с использованием транsgлютаминазы и без ее использования

Показатели	№1 (контрольный образец)	Экспериментальный образец творога	
		№2 (внесение транsgлютаминазы до пастеризации сырья)	№3 (внесение транsgлютаминазы после пастеризации сырья)
Титруемая кислотность творожного сгустка в конце сквашивания, °Т	79±2	66±1	75±3

Источник данных: собственная разработка.

Как следует из представленных в таблице 1 данных, творожные сгустки, при производстве которых транsgлютаминаза вносилась и до, и после пастеризации сырья, имели более низкое значение титруемой кислотности, по сравнению с контрольным образцом, при производстве которого транsgлютаминаза не использовалась. Все творожные сгустки имели одинаково плотную однородную консистенцию, и хорошие органолептические характеристики. Реологические показатели творожных сгустков представлены на рисунке 1.

Как видно из представленных данных, наибольшее значение эффективной вязкости имели творожные сгустки, для получения которых транsgлютаминаза вносилась в молоко после его пастеризации одновременно с закваской.

Физико-химические, микробиологические показатели и органолептические характеристики готового творога и молочных продуктов, выработанных по технологии творога с использованием транsgлютаминазы, а также сыворотки творожной на примере одной из выработок представлены в таблице 2.

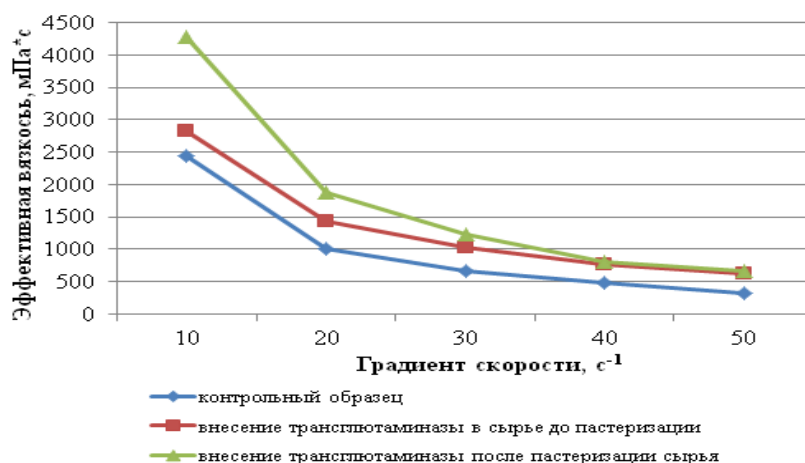


Рисунок 1 – Реограмма творожных сгустков, выработанных с использованием трансглутаминазы и без ее использования

Источник данных: собственная разработка.

Таблица 2 – Показатели творога и молочных продуктов, выработанных по технологии творога с использованием трансглутаминазы, и сыворотки творожной

Показатели	№1 (контрольный образец)	Экспериментальный образец творожного продукта	
		№2 (внесение трансглутаминазы до пастеризации)	№3 (внесение трансглутаминазы после пастеризации)
<b>Физико-химические показатели творога и творожных продуктов</b>			
Выход продукта			
г	204,4	201,1	220,9
%	22,7	22,3	24,5
Степень использования сухих веществ, %	54,9	53,7	58,8
Массовая доля влаги, %	69,3	69,5	69,6
Массовая доля белка, %	14,0	12,4	15,1
Массовая доля, %:			
казеина	13,62	11,34	14,08
сывороточных белков	0,16	0,62	0,88
Титруемая кислотность, °Т			
– 1 сутки хранения	144	141	140
– 7 суток хранения	160	152	150
<b>Микробиологические показатели</b>			
Количество молочнокислых микроорганизмов по окончании процесса изготовления, КОЕ/г	1,6·10 <sup>9</sup>	2,4·10 <sup>8</sup>	9,1·10 <sup>8</sup>
<b>Показатели творожной сыворотки</b>			
Массовая доля сухих веществ, %	6,8	6,7	6,7
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1024	1023	1023
Кислотность титруемая, °Т	63	65	65
активная, ед.рН	4,58	4,54	4,55
<b>Органолептические характеристики творога и творожных продуктов</b>			
Консистенция	Мягкая, мажущаяся		
Вкус и запах	Чистый, без посторонних привкусов и запахов		
Цвет	Белый, однородный		

Источник данных: собственная разработка.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что при внесении трансглутаминазы в пастеризованное сырье выход творожного продукта повышается на 7,9% по сравнению с контрольным образцом за счет повышения содержания белка в продукте. Также при данном способе внесения трансглутаминазы повышается степень использования сухих веществ на 7,1% по сравнению с контрольным образцом.

Внесение трансглутаминазы в сырье перед пастеризацией с дальнейшей выдержкой, тепловой обработкой при производстве творожных продуктов, приводит к потерям белка и, соответственно, к снижению выхода продукта на 1,8% и степени использования сухих веществ сырья на 2,2% по сравнению с контрольным образцом.

Титруемая кислотность контрольного образца творога за 7 суток увеличилась на 16°Т, а в образцах с трансглутаминазой на 11°Т (образец №2) и 10°Т (образец №3).

Анализ микробиологических показателей творога и творожных продуктов показывает, что образцы творожных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы, имеют более низкое содержание молочнокислых микроорганизмов ( $2,4 \cdot 10^8$  КОЕ/г и  $9,1 \cdot 10^8$  КОЕ/г) по сравнению с контрольным образцом ( $1,6 \cdot 10^9$  КОЕ/г).

Титруемая кислотность йогуртных сгустков в процессе сквашивания на примере одной из выработок представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Титруемая кислотность йогуртных сгустков в процессе сквашивания

Наименование образца	Продолжительность сквашивания, ч			
	0	3	4	4,5
№1 (контрольный образец)	16	39	68*	-
№2 (внесение трансглутаминазы до пастеризации)	16	27	58	65*
№3 (внесение трансглутаминазы после пастеризации)	16	34	60	66*
* начало охлаждения остановлено				

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из данных, представленных в таблице 3, использование трансглутаминазы при производстве йогуртных продуктов замедляет процесс кислотообразования, удлиняя время сквашивания на 0,5 часа.

Реологические показатели йогуртов и йогуртных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы, представлены на рисунке 2.

Анализ полученных данных показывает, что йогуртные продукты, при производстве которых использовалась трансглутаминаза, имели более высокую вязкость по сравнению с контрольным образцом йогурта. Наибольшее значение эффективной вязкости было у образца №3, при производстве которого трансглутаминаза вносилась после пастеризации.

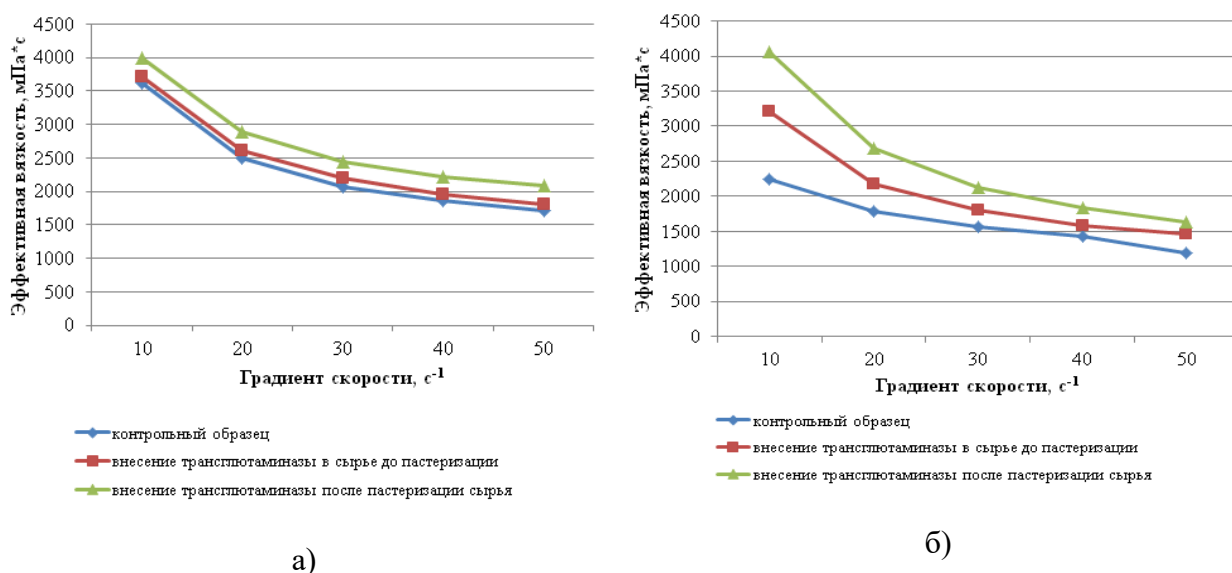


Рисунок 2 – Реограмма йогуртов и йогуртных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы и без ее использования:

а) через 1 сутки хранения; б) через 7 суток хранения

Источник данных: собственная разработка.

Физико-химические, микробиологические показатели и органолептические характеристики йогурта и молочных продуктов, выработанных по технологии йогурта с использованием трансглутаминазы, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели йогурта и молочных продуктов, выработанных по технологии йогуртов с использованием трансглутаминазы

Показатели	№1 (контрольный образец)	Экспериментальный образец йогурта	
		№2	№3
Физико-химические показатели			
Титруемая кислотность, °Т:			
– на первые сутки хранения	90	84	86
– на третьи сутки хранения	95	90	90
– на седьмые сутки хранения	105	92	96
– на десятые сутки хранения	115	98	102
Микробиологические показатели			
Количество, КОЕ/г			
– болгарской палочки	$1,2 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^4$
– термофильного стрептококка	$6,6 \cdot 10^8$	$5,3 \cdot 10^8$	$5,6 \cdot 10^8$
Органолептические характеристики йогурта и йогуртных продуктов			
Консистенция	Однородная		
Вкус и запах	Чистый, без посторонних привкусов и запахов		
Цвет	Белый, однородный		

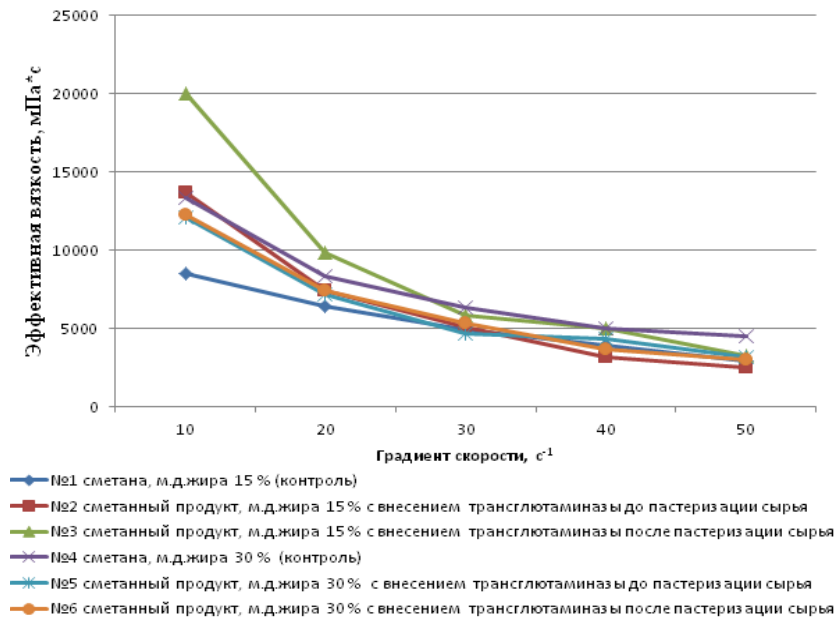
Источник данных: собственная разработка.

Анализ полученных данных показывает, что в йогуртных продуктах, выработанных с использованием трансглутаминазы, титруемая кислотность за 7 суток хранения увеличилась на 8–10°Т, в контрольном образце без трансглутаминазы – на 15°Т.

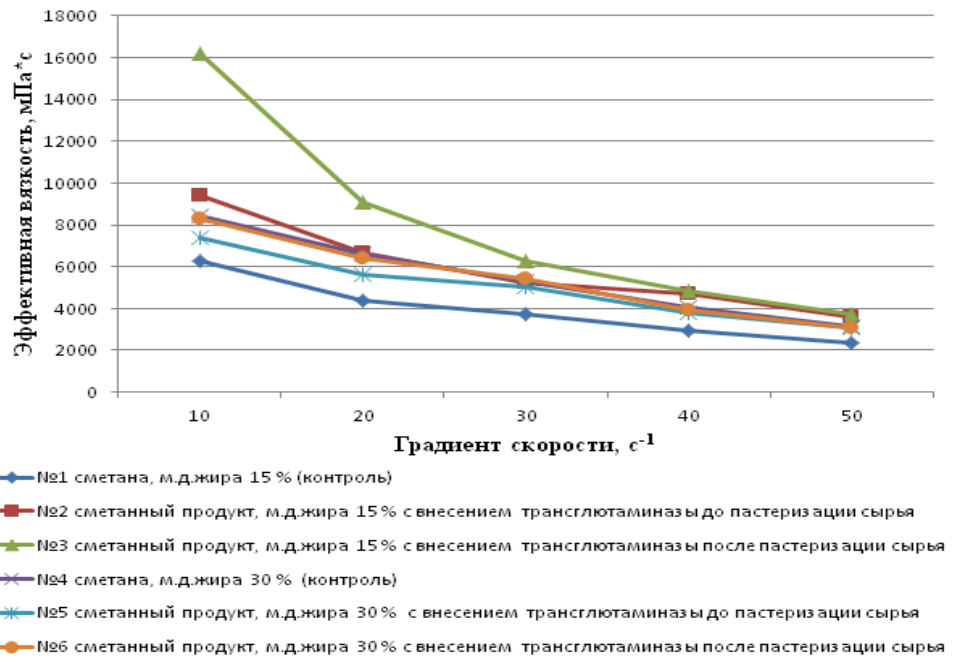
Для изучения влияния трансглутаминазы на технологический процесс производства сметанных продуктов были проведены выработки сметаны и молочных продуктов по технологии сметаны с использованием трансглутаминазы.



Реологические показатели сметаны и молочных продуктов, выработанных по технологии сметаны, до перемешивания представлены на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3 – Реограмма сметаны и сметанных продуктов, выработанных с использованием трансглютаминазы, без нарушения сгустка:

а) 1 сутки хранения; б) 7 суток хранения

Источник данных: собственная разработка.

Анализ полученных данных показывает, что при использовании трансглютаминазы для производства молочного продукта по технологии сметаны путем внесения в сливки после пастеризации, вязкость сметанного продукта с массовой долей жира 15%, была выше вязкости сметанного продукта с массовой долей жира 30%.

Физико-химические, микробиологические показатели и органолептические характеристики сметаны и сметанных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы, на примере одной из выработок представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели сметаны и молочных продуктов, выработанных по технологии сметаны с использованием трансглутаминазы

Показатели	Наименование образца					
	сметана, м.д. жира 15%	сметанный продукт, м.д.жира 15% с внесением трансглутаминазы		сметана, м.д. жира 30%	сметанный продукт, м.д.жира 30% с внесением трансглутаминазы	
		конт- роль,  №1	до пасте- ризации сырья,  №2		после пасте- ризации сырья,  №3	конт- роль,  №4
<b>Физико-химические показатели</b>						
Титруемая кислотность, °Т:						
– после созревания	78	76	78	86	80	82
– на второй день хранения	84	80	80	90	84	86
– на четвертый день хранения	90	82	82	96	89	92
– на седьмой день хранения	96	84	88	106	92	94
<b>Микробиологические показатели</b>						
Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г, в том числе количество ароматобразующих микроорганизмов, КОЕ/г	1,2·10 <sup>9</sup>	9,0·10 <sup>8</sup>	1,3·10 <sup>9</sup>	1,2·10 <sup>9</sup>	9,9·10 <sup>8</sup>	1,1·10 <sup>9</sup>
	2,8·10 <sup>8</sup>	2,3·10 <sup>8</sup>	3,0·10 <sup>8</sup>	3,0·10 <sup>8</sup>	2,5·10 <sup>8</sup>	2,6·10 <sup>8</sup>
<b>Органолептические показатели сметаны и сметанных продуктов</b>						
Консистенция	Однородная					
Вкус и запах	Чистый, без посторонних привкусов и запахов					
Цвет	Белый, однородный					

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из представленных данных, в сметанном продукте с трансглутаминазой независимо от способа ее внесения кислотность за 7 суток хранения увеличивалась на 8–12°Т, а в сметане на 18–20°Т.

**Закключение.** На основании проведенных исследований установлено, что при производстве молочных продуктов внесение трансглутаминазы удлиняет процесс образования сгустка и замедляет нарастание кислотности. Определено, что молочные продукты, выработанные с использованием трансглутаминазы, имели более высокую вязкость по сравнению с молочными продуктами, выработанными без использования трансглутаминазы. Кроме того в молочных продуктах с трансглутаминазой наблюдается меньшее нарастание титруемой кислотности при хранении.

Следовательно, в случае получения законодательного разрешения, трансглутаминаза может использоваться для улучшения физических свойств продуктов (текстуры, прочности, вязкости). Применение трансглутаминазы повышает влагоудерживающую способность и выход продуктов, повышается вязкость продукта и снижается синерезис, что также может позволить увеличить срок хранения продукта.

**Список использованных источников**

1. Шлейкин, А.Г. Эволюционно-биологические особенности трансглутаминазы. Структура, физиологические функции, применение / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2011. – т.47, – №1. – С. 3–14.
2. Яшкин, А.И. Использование фермента трансглутаминазы в молочной промышленности / А.И. Яшкин // Сборник научных трудов. — Гос. науч. учреждение Сиб. науч.-исслед. ин-т сыроделия Сиб. отд-ния Рос. акад. с.-х. наук; гл. ред. А.А. Майоров. – 2014. – С. 30–36.
3. Влияние микробной трансглутаминазы на процессы модификации молочных белков при производстве йогурта / З. С. Зобкова [и др.] // Молочная промышленность. – 2014. – № 5. – С. 57–59.
4. Шлейкин, А.Г. Применение трансглутаминазы в производстве пищевых продуктов / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, А.Е. Аргымбаева // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке. – С. 358–361.
5. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб.: Профессия, 2010. – 653 с.
1. Shlejkin, A.G. Jevoljucionno-biologicheskie osobennosti transgljutaminazy. Struktura, fiziologicheskie funkcii, primenenie [Evolutionary and biological features of a transglytaminaza. Structure, physiological functions, application] / A.G. Shlejkin, N.P. Danilov // Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii. – 2011. – t.47, – №1. – S. 3–14.
2. Jashkin, A.I. Ispol'zovanie fermenta transgljutaminazy v molochnoj promyshlennosti [Use of transglutaminase enzyme in dairy industry] / A.I. Jashkin // Sbornik nauchnyh trudov. — Gos. nauch. uchrezhdenie Sib. nauch.-issled. in-t syrodeliya Sib. otd-nija Ros. akad. s.-h. nauk; gl. red. A.A. Majorov. – 2014. – S. 30–36.
3. Vlijanie mikrobnnoj transglutaminazy na processy modifikacii molochnyh belkov pri proizvodstve jogurta [Effect of microbial transglutaminase on milk protein modification processes in yogurt production] / Z. S. Zobkova [i dr.] // Molochnaja promyshlennost'. – 2014. – № 5. – S. 57–59.
4. Shlejkin, A.G. Primenenie transglutaminazy v proizvodstve pishhevyh produktov [Use of transglutaminase in food production] / A.G. Shlejkin, N.P. Danilov, A.E. Argymbaeva // Nizkotemperaturnye i pishhevye tehnologii v XXI veke. – S. 358–361.
5. Merkulova, N. G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti [Manufacturing control in the dairy industry] : prakt. ruk. / N. G. Merkulova, M. Ju. Merkulov, I. Ju. Merkulov. – SPb.: Professija, 2010. – 653 s.

*Е.М. Дмитрук, Е.В. Ефимова, к.т.н., С.И. Вырина  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ЗАМОРОЖЕННОГО МОЛОКА РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

*E. Dmitruk, E. Efimova, S. Virina  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **INFLUENCE OF TEMPERATURE AND DURATION OF STORAGE OF FROZEN MILK OF VARIOUS AGRICULTURAL ANIMALS ON ITS TECHNOLOGICAL PROPERTIES**

*e-mail: elenadm210187@gmail.com, overie@mail.ru, svetlantana@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по изучению влияния температуры и продолжительности хранения замороженного молока различных сельскохозяйственных животных на его технологические свойства. Установлено, что с увеличением продолжительности хранения замороженного молока незначительно ухудшаются органолептические показатели кисломолочных и белковых продуктов, выработанных с использованием данного молока, снижается выход белковых продуктов и степень использования сухих веществ.*

*The article presents the results of studies on the influence of temperature and duration of storage of frozen milk of various farm animals on its technological properties. It was found that with an increase in the duration of storage of frozen milk, the organoleptic characteristics of sour-milk and protein products produced using this milk slightly decrease, the yield of protein products and the degree of use of dry substances decrease.*

**Ключевые слова:** молоко коровье, козье, овечье, кобылье; замораживание; кисломолочные и белковые продукты; выход продукта; степень использования сухих веществ.

**Keywords:** cow, goat, sheep's, mare's milk; freezing; sour-milk and protein products; product yield; degree of use of solids.

**Введение.** Молоко – один из важнейших продуктов питания человека. Оно обладает уникальным составом, включающим все жизненно необходимые нутриенты, которые легко усваиваются. Молоко и великое множество молочных продуктов вносят разнообразие в питание, улучшают вкус, повышают питательность нашей пищи и имеют огромное диетическое и целебное значение. Во многих странах, используется в основном коровье молоко. Вместе с тем, в последнее время, все большее внимание уделяется вопросу использования молока других видов сельскохозяйственных животных (коз, кобыл, овец, и т.д.), как отдельно взятых, так и в сочетании. Это позволяет создавать продукты, сбалансированные по жирнокислотному и аминокислотному составу, повышать их пищевую и биологическую ценность.

Однако, в условиях Республики Беларусь организация промышленной переработки нетрадиционных видов молока затруднительна ввиду отсутствия крупных ферм. Следует учитывать, что сырое молоко – продукт не стойкий при хранении, и одним из возможных путей его сохранности будет применение

замораживания, что позволит обеспечить достаточный запас молочного сырья, в том числе и нетрадиционного, для бесперебойного производства молочной продукции высокого качества [1–5].

**Цель исследований** – определить влияние температуры и продолжительности хранения замороженного молока различных сельскохозяйственных животных на его технологические свойства.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись: молоко коровье, козье, овечье, кобылье сырое и замороженное при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  при хранении в течение 1, 15 и 30 суток, кисломолочные и белковые продукты, выработанные с использованием данного молока.

Для изучения влияния температуры и продолжительности хранения замороженного молока коровьего, козьего, овечьего и кобыльего на его технологические свойства были проведены экспериментальные выработки кисломолочных и белковых продуктов. В ходе выработки белковых продуктов молоко сырое и молоко замороженное пастеризовали при температуре  $(78\pm 2)^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 15–20 с, пастеризованную смесь охлаждали до температуры сквашивания  $(28\pm 2)^{\circ}\text{C}$ , вносили закваску для изготовления творога производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и осуществляли сквашивание в течение 8–10 часов до образования сгустка, затем осуществляли его обработку.

Выход белковых продуктов определяли по формуле (1):

$$V_{np} = \frac{M_{z.np}}{M_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где –  $V_{np}$  – выход продукта, %;  
 $M_{г.п.р}$  – масса готового продукта, г;  
 $M_c$  – масса исходного сырья, г.

Степень использования сухих веществ определяли по формуле (2):

$$\text{СИСВ} = \frac{M_{г.п.р} \cdot \text{СВ}_{г.п.р}}{M_c \cdot \text{СВ}_c} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где – СИСВ – степень использования сухих веществ, %;  
 $\text{СВ}_{г.п.р}$  – содержание сухих веществ в готовом продукте, %;  
 $\text{СВ}_c$  – содержание сухих веществ в исходном сырье, %.

В ходе проведения экспериментальных выработок кисломолочных продуктов пастеризацию молока коровьего, козьего, овечьего, кобыльего сырого и замороженного осуществляли при температуре  $(90\pm 2)^{\circ}\text{C}$  без выдержки, далее охлаждали до температуры  $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Заквашивание проводили с использованием закваски для изготовления йогурта производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (Республика Беларусь). Сквашивание осуществляли при температуре  $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ , охлаждение полученного продукта проводили до температуры  $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

Определение вязкости полученных кисломолочных продуктов осуществлялось с помощью ротационного вискозиметра марки Брукфильда, модель LVDV-II+PRO (производство США) и градиента скорости ( $\text{c}^{-1}$ ) при различных скоростях вращения ротора (об/мин) и температуре  $20^{\circ}\text{C}$ .

Оценка вкуса, запаха и внешнего вида образцов осуществлялась посредством органолептического анализа [6].

**Результаты и их обсуждение.** С целью изучения изменений технологических свойств образцов молока коровьего, козьего, овечьего и кобыльего после замораживания и хранения, было произведено замораживание данных видов молока

при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$ . Молоко хранилось в течение 1, 15 и 30 суток в условиях РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

В ходе выполнения научно-исследовательской работы установлено, что размораживание молока различных видов сельскохозяйственных животных после замораживания при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  может осуществляться двумя способами: быстрым и медленным размораживанием. При быстром способе замороженное молоко необходимо поместить в емкость с теплой водой с температурой  $(30-40)^{\circ}\text{C}$  до полного размораживания. При медленном способе замороженное молоко необходимо выдерживать при температуре  $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$  в течение 8–10 часов до полного размораживания.

При производстве кисломолочных продуктов из замороженного сырья в процессе сквашивания анализировалась динамика процесса кислотообразования путем определения титруемой кислотности и продолжительности сквашивания, также исследовались характер сгустка и органолептические показатели кисломолочного продукта. Установлено, что раньше всего через 3,5 часа сгусток начинает образовываться в экспериментальном образце №1 (молоко коровье сырое) при титруемой кислотности  $62^{\circ}\text{T}$ . При этом образуется вязкий сгусток, гляцевый, без отделения сыворотки. В остальных образцах сгусток образовывался спустя 4 ч при кислотности  $(60-65)^{\circ}\text{T}$ . Сгусток был однородный в меру вязкий, без отделения сыворотки. Таким образом, процесс сквашивания при использовании замороженного молока для производства кисломолочных продуктов незначительно замедляется.

Были проведены исследования реологических свойств экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока, замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$ ,  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после его хранения в течение 1 день и 15, 30 суток. Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов представлена на рисунке 1.

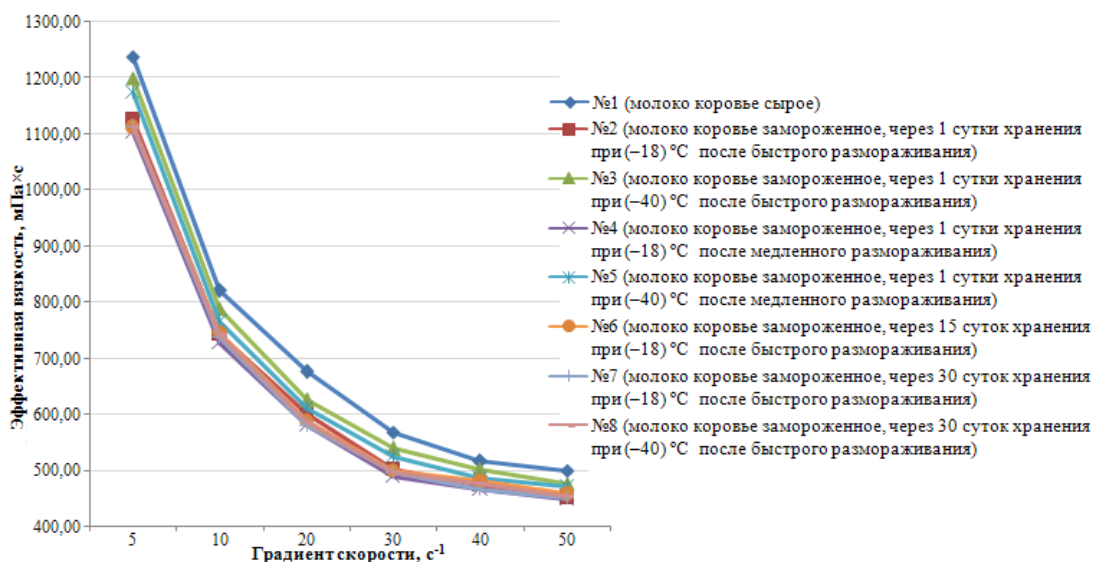


Рисунок 1 – Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока коровьего сырого и молока коровьего, замороженного на замораживание и хранение

Источник данных: собственная разработка.

Анализ данных (рисунок 1) показал, что наибольшим значением эффективной вязкости обладают экспериментальные образцы: №1, изготовленный из молока коровьего сырого, и №3, изготовленный из молока коровьего замороженного при  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после 1 суток хранения и с дальнейшим размораживанием быстрым

способом. Эффективная вязкость кисломолочных продуктов, изготовленных из молока, замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1 суток при дальнейшем размораживании быстрым способом, незначительно выше в сравнении с образцами, изготовленными из данного сырья с размораживанием медленным способом. Наименьшим значением эффективной вязкости обладал экспериментальный образец, изготовленный из молока коровьего, замороженного при  $(-18)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 30 суток с быстрым размораживанием.

Исследования органолептических показателей экспериментальных образцов кисломолочного продукта из молока коровьего сырого и молока коровьего замороженного, показали, что замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и хранение в течение 1, 15, 30 суток не оказывает существенного влияния на качество кисломолочных продуктов вне зависимости от способа размораживания. Готовый продукт представлял собой однородную, в меру вязкую жидкость, чистого, кисломолочного вкуса, без посторонних привкусов и запахов.

Для изучения коагуляционных свойств молока коровьего сырого, замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1 и 15, 30 суток, были произведены экспериментальные выработки белковых продуктов из данного молочного сырья. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из молока коровьего сырого и молока коровьего, замороженного на замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и хранение в течение 1, 15, 30 суток

Образец	Показатели			
	Кислотность, °Т	Массовая доля влаги, %	Выход продукта, %	Степень использования сухих веществ, %
<b>№1</b> молоко коровье сырое	139	71,30	17,50	41,85
<b>№2</b> молоко коровье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	145	71,80	16,69	39,22
<b>№3</b> молоко коровье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	142	71,60	16,81	39,79
<b>№4</b> молоко коровье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	143	71,70	16,75	39,50
<b>№5</b> молоко коровье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	141	71,50	17,13	40,67
<b>№6</b> молоко коровье замороженное, через 15 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	146	71,90	16,63	38,93
<b>№7</b> молоко коровье замороженное, через 15 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	148	72,30	16,50	38,09
<b>№8</b> молоко коровье замороженное, через 30 суток хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	146	72,10	16,74	38,91

Источник данных: собственная разработка.



Анализ данных (таблица 1) показал, что наибольший выход готового продукта и степень использования сухих веществ наблюдается у образцов №1 (молоко коровье сырое) и №5 (молоко коровье замороженное, после 1 суток хранения при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после медленного размораживания) и составляет 17,50% и 17,13%, 41,85% и 40,67%, соответственно. Наименьшее значение выхода продукта и степени использования сухих веществ отмечается у образца, изготовленного из молока коровьего замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$ , после 30 суток хранения с быстрым размораживанием, и составляет 16,50% и 38,09%, соответственно.

В процессе выполнения работы были исследованы органолептические показатели белковых продуктов, изготовленных из молока коровьего сырого и молока коровьего, заложенного на замораживание и хранение. В ходе исследований установлено, что замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и хранение в течение 1 дня и 15, 30 суток не оказывает существенного влияния на органолептические свойства белковых продуктов: готовый продукт был без наличия ощутимых частиц молочного белка, чистого, кисломолочного вкуса, без посторонних привкусов и запахов. Однако консистенция белковых продуктов, изготовленных из молока коровьего замороженного более мягкая в сравнении с продуктом из молока коровьего сырого.

Для изучения влияния процесса замораживания и хранения козьего молока при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  в течение 1 и 15, 30 суток на технологические свойства, были произведены экспериментальные выработки кисломолочных и белковых продуктов.

В ходе проведения экспериментальной выработки кисломолочных продуктов из козьего молока анализировалась динамика процесса кислотообразования путем определения нарастания титруемой кислотности и продолжительности сквашивания. Определено, что раньше всего сгусток начинает образовываться спустя 3,5 ч при кислотности  $59^{\circ}\text{T}$  в экспериментальном образце из козьего молока сырого, в остальных образцах сгусток образуется спустя 4 ч при кислотности  $(59-64)^{\circ}\text{T}$ . Во всех исследуемых образцах образовался неплотный сгусток, без отделения сыворотки.

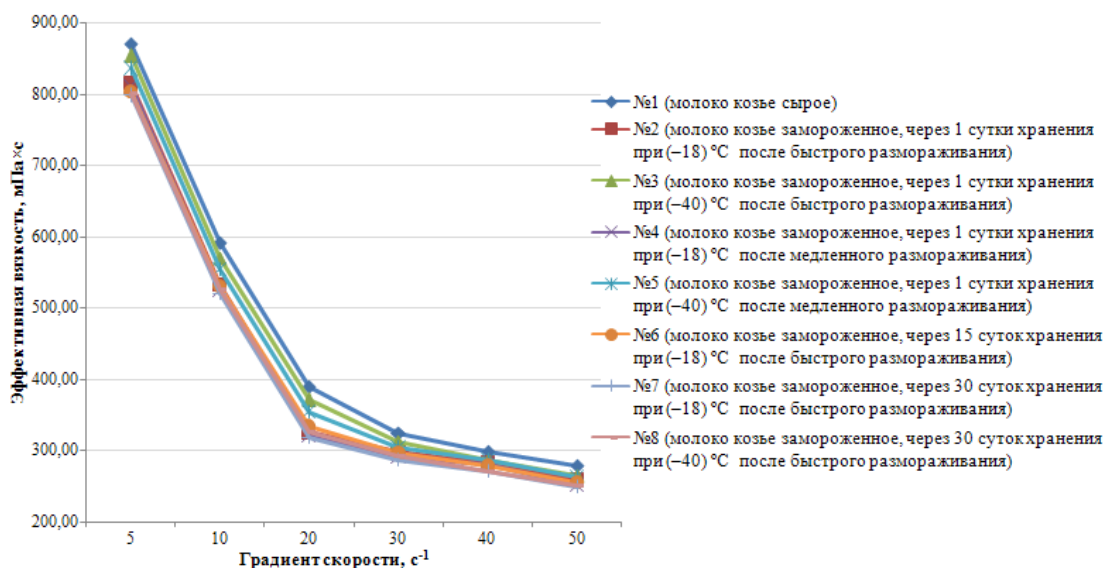


Рисунок 2 – Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока козьего сырого и молока козьего, заложенного на замораживание и хранение при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 день, 15, 30 суток хранения  
Источник данных: собственная разработка.



Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока козьего сырого и молока козьего, заложеного на замораживание и хранение представлены на рисунке 2.

Реологические исследования экспериментальных образцов (рисунок 2) показали, что наибольшим значением эффективной вязкости обладали экспериментальные образцы: №1, изготовленный из молока козьего сырого, и №3, изготовленный из молока козьего замороженного при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 сутки хранения после быстрого размораживания. Наименьшее значение эффективной вязкости отмечается у экспериментального образца №7, изготовленного из молока козьего замороженного при  $(-18)^{\circ}\text{C}$  через 30 суток хранения после быстрого размораживания.

Исследования органолептических показателей экспериментальных образцов кисломолочных продуктов из козьего молока сырого и козьего молока, заложеного на замораживание и хранение, свидетельствуют о незначительном влиянии процесса замораживания козьего молока при  $(-18)^{\circ}\text{C}$ ,  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и хранения в течении 1 и 15, 30 суток, вне зависимости от способа размораживания. Готовый кисломолочный продукт был неплотной жидкой консистенции со слабым специфическим привкусом, характерным для козьего молока.

В таблице 2 представлены сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из молока козьего сырого и молока козьего, заложеного на замораживание и хранение, через 1 день, 15, 30 суток.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из молока козьего сырого и молока козьего, заложеного на замораживание и хранение в течение 1, 15, 30 суток

Образец	Показатели			
	Кислотность, °Т	Массовая доля влаги, %	Выход продукта, %	Степень использования сухих веществ, %
<b>№1</b> молоко козье сырое	130	76,70	15,50	30,60
<b>№2</b> молоко козье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	136	77,00	14,25	27,78
<b>№3</b> молоко козье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	133	76,80	14,50	28,51
<b>№4</b> молоко козье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	134	76,90	14,38	28,14
<b>№5</b> молоко козье замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	132	76,80	14,56	28,63
<b>№6</b> молоко козье замороженное, через 15 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	138	77,00	14,19	27,65
<b>№7</b> молоко козье замороженное, через 30 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	139	77,50	14,13	26,93
<b>№8</b> молоко козье замороженное, через 30 суток хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	137	77,30	14,15	27,22

Источник данных: собственная разработка.

Анализ данных (таблица 2) показал, что наибольший выход белковых продуктов и степень использования сухих веществ отмечается у образцов: №1, изготовленного из молока коровьего сырого, и №5, изготовленного из молока козьего замороженного при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 день хранения после медленного размораживания, и составляет 15,50%, 14,56% и 30,60%, 28,63%, соответственно. Наименьший выход белкового продукта и степень использования сухих веществ отмечается в экспериментальном образце №7, изготовленном из молока козьего, замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  через 30 суток хранения после быстрого размораживания, и составляет 14,13% и 26,93%, соответственно.

Данные органолептических исследований свидетельствуют о незначительном влиянии процесса замораживания козьего молока при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1, 15, 30 суток на органолептические свойства экспериментальных образцов белковых продуктов. Готовый продукт был мягкой, мажущейся консистенции, без наличия ощутимых частиц молочного белка. Во всех исследуемых образцах отмечается присутствие слабого специфического привкуса.

Для изучения влияния замораживания на технологические свойства овечьего молока была произведена выработка экспериментальных образцов кисломолочных продуктов из молока овечьего сырого и молока овечьего, заложенного на замораживание и хранение при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 день, 15, 30 суток хранения. В ходе проведения исследований отслеживалась динамика нарастания титруемой кислотности и продолжительность сквашивания овечьего молока. Установлено, что сгусток начинает образовываться спустя 3,0 ч при кислотности  $(43-45)^{\circ}\text{T}$ . Однако, следует отметить, что скорость нарастания кислотности в экспериментальном образце №1 (молоко овечье сырое) незначительно выше по сравнению с остальными образцами. Во всех исследуемых образцах образовался плотный, глянцевый сгусток.

Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока овечьего сырого и молока овечьего, заложенного на замораживание и хранение представлены на рисунке 3.

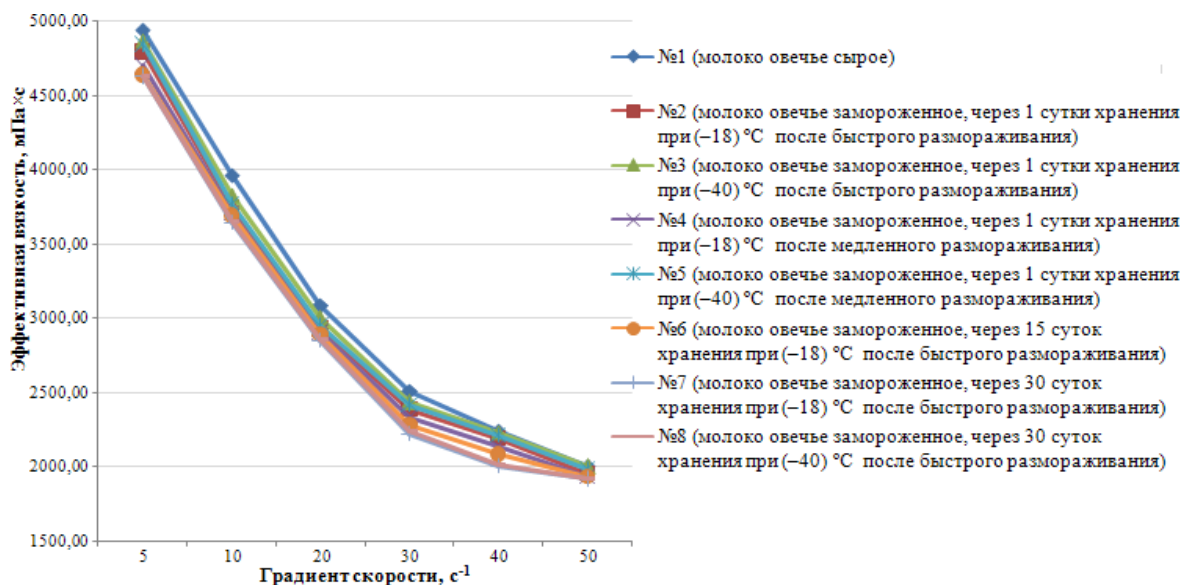


Рисунок 3 – Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока овечьего сырого и молока овечьего, заложенного на замораживание и хранение при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 день и 15, 30 суток хранения

Источник данных: собственная разработка.

Реологические исследования экспериментальных образцов кисломолочных продуктов (рисунок 3) показывают, что наибольшим значением эффективной вязкости обладают образцы: №1, изготовленный из молока овечьего сырого, и №3, изготовленный из молока овечьего, замороженного при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1 суток с быстрым размораживанием. Наименьшее значение эффективной вязкости отмечается у экспериментального образца №7, изготовленного из молока овечьего замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  после 30 суток хранения. Таким образом, при увеличении продолжительности хранения замороженного овечьего молока незначительно снижается вязкость кисломолочных продуктов, выработанных с использованием данного молока.

Установлено, что процесс замораживания при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  с хранением в течение 1, 15, 30 суток не оказывает существенного влияния на органолептические показатели кисломолочных продуктов, изготовленных из молока овечьего замороженного: готовый продукт представлял собой вязкую жидкость, чистого кисломолочного вкуса, без посторонних привкусов и запахов, без отделения сыворотки.

Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из молока овечьего сырого и молока овечьего, замороженного на замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1, 15, 30 суток, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики экспериментальных образцов белковых продуктов, изготовленных из молока овечьего сырого и молока овечьего, замороженного на замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1, 15, 30 суток

Образец	Показатели			
	Кислотность, °Т	Массовая доля влаги, %	Выход продукта, %	Степень использования сухих веществ, %
<b>№1</b> молоко овечьё сырое	160	68,10	28,13	50,12
<b>№2</b> молоко овечьё замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	166	68,30	27,13	48,04
<b>№3</b> молоко овечьё замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	162	68,30	27,38	48,48
<b>№4</b> молоко овечьё замороженное, через 1 сутки хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	164	68,40	27,25	48,11
<b>№5</b> молоко овечьё замороженное, через 1 сутки хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после медленного размораживания	160	68,20	27,50	48,85
<b>№6</b> молоко овечьё замороженное, через 15 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	167	68,40	27,06	47,78
<b>№7</b> молоко овечьё замороженное, через 30 суток хранения при $(-18)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	167	68,60	26,88	47,14
<b>№8</b> молоко овечьё замороженное, через 30 суток хранения при $(-40)^{\circ}\text{C}$ после быстрого размораживания	165	68,50	27,00	47,51

Источник данных: собственная разработка.

Исходя из данных, представленных в таблице 3, можно сделать вывод, что наибольший выход продукта и степень использования сухих веществ отмечается у образцов: №1, изготовленного из молока овечьего сырого, и №5, изготовленного из молока овечьего замороженного при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после суток хранения с медленным размораживанием, и составляет 28,13%, 27,50% и 50,12%, 48,85%, соответственно. Наименьшее значение выхода продукта и степени использования сухих веществ отмечается в образце №7, изготовленном из молока овечьего замороженного при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  после 30 суток хранения с быстрым размораживанием, и составляет 26,88% и 47,14%, соответственно.

Исследования органолептических показателей экспериментальных образцов свидетельствуют о незначительном влиянии процесса замораживания при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и хранении в течение 1, 15 и 30 суток на органолептические свойства экспериментальных образцов белковых продуктов: готовый продукт был мягкой консистенции, с наличием ощутимых частиц молочного белка, чистого кисломолочного вкуса, без посторонних привкусов и запахов.

В процессе проведения выработки кисломолочных продуктов из кобыльего молока определялась динамика нарастания титруемой кислотности и продолжительность сквашивания кобыльего молока, заложенного на замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1, 15, 30 суток. Определено, что во всех экспериментальных образцах образовался жидкий, хлопьеобразный сгусток, существенных отличий между образцами не обнаружено. При сквашивании кобыльего молока, заложенного на замораживание при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1, 15, 30 суток, процесс протекает медленнее в сравнении со сквашиванием молока кобыльего сырого.

Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока кобыльего сырого и молока кобыльего, заложенного на замораживание и хранение представлены на рисунке 4.

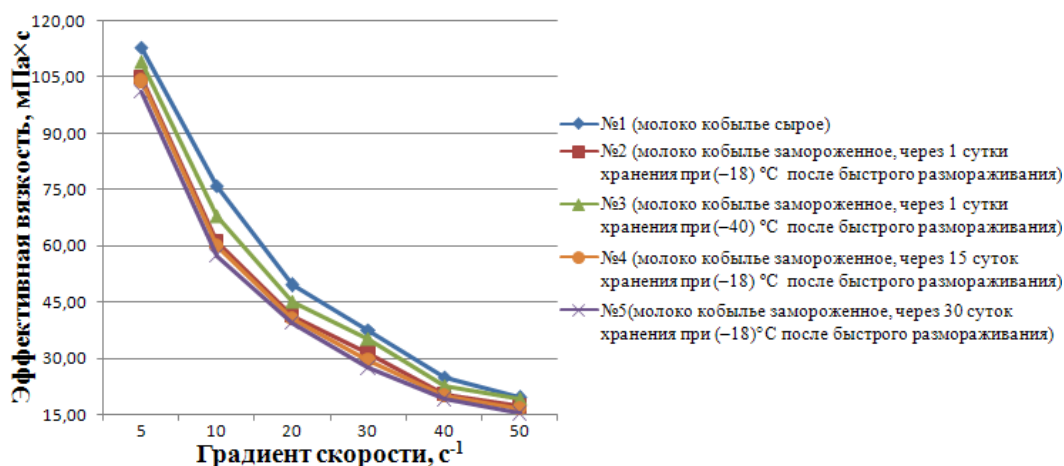


Рисунок 4 – Реограмма экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, изготовленных из молока кобыльего сырого и молока кобыльего, заложенного на замораживание и хранение при температуре  $(-18)^{\circ}\text{C}$  и  $(-40)^{\circ}\text{C}$  через 1 день и 15, 30 суток хранения

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из данных, представленных на рисунке 4, наибольшее значение эффективной вязкости отмечается у экспериментальных образцов кисломолочных продуктов: №1, изготовленного из молока кобыльего сырого, и №3, изготовленного из молока кобыльего замороженного при температуре  $(-40)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 1 суток. Наименьшее значение эффективной вязкости отмечается у образца

№5, изготовленного из молока кобыльего замороженного при  $(-18)^{\circ}\text{C}$  после хранения в течение 30 суток.

**Заключение.** Полученные результаты исследований свидетельствует о незначительном влиянии температуры замораживания  $(-18)^{\circ}\text{C}$ ,  $(-40)^{\circ}\text{C}$  и продолжительности хранения в течение 1, 15, 30 суток на технологические свойства молочного сырья. Однако, для получения готового кисломолочного продукта с органолептическими показателями, аналогичными показателям кисломолочного продукта, полученного из молока, не подвергнутого замораживанию, предпочтительно использовать молочное сырье, полученное путем быстрого размораживания, а при производстве белковых продуктов предпочтительно осуществлять медленное размораживание.

### Список использованных источников

1. Особенности состава козьего молока как компонента продуктов питания / С. В. Симоненко [и др.]. – Труды БГУ. – Минск, 2009. – том 4, часть 1. – С. 109–116.
2. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: справочник / Н.Ю. Алексеева [и др.], под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.
3. Фатихов, А. Г. Генофонд, белковый состав и технологические свойства молока коз зааненской породы : дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07 / А.Г. Фатихов. – Казань, 2017. – 127 л.
4. Джааийд, Т.А. Белки овечьего молока и их связь с хозяйственно-полезными признаками у пород прекос и романовская: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / Т.А. Джааийд. – Казань, 2003. – 174 с.
5. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 352 с.
6. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб.: Профессия, 2010. – 653 с.
1. Osobennosti sostava koz'ego moloka kak komponenta produktov pitaniya [Features of goat milk composition as a food component] / S. V. Simonenko [i dr.]. – Trudy BGU. – Minsk, 2009. – tom 4, chast' 1. – S. 109–116.
2. Sostav i svojstva moloka kak syr'ja dlja molochnoj promyshlennosti: spravochnik [Composition and properties of milk as raw materials for the dairy industry: handbook] / N.Ju. Alekseeva [i dr.], pod red. Ja.I. Kostina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 239 s.
3. Fatihov, A. G. Genofond, belkovyj sostav i tehnologicheskie svojstva moloka koz zaanenskoj porody [Gene pool, protein composition and technological properties of milk of goats of zaanen breed] : dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.07 / A.G. Fatihov. – Kazan', 2017. – 127 l.
4. Dzhaaijd, T.A. Belki ovech'ego moloka i ih svjaz' s hozhajstvenno-poleznymi priznakami u porod prekos i romanovskaja [Sheep 's milk proteins and their association with household-useful features in prekos and Romanovskaya breeds] : dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.01 / T.A. Dzhaaijd. – Kazan', 2003. – 174 s.
5. Gorbatova, K. K. Fiziko-himicheskie i biohimicheskie aspekty proizvodstva molochnyh produktov [Physicochemical and biochemical aspects of dairy production] / K. K. Gorbatova. – SPb. : GIORД, 2004. – 352 s.
6. Merkulova, N. G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti [Production control in the dairy industry]: prakt. ruk. / N. G. Merkulova, M. Ju. Merkulov, I. Ju. Merkulov. – SPb.: Professija, 2010. – 653 s.

*Л.Л. Богданова, к.т.н., А.А. Подрябинкина,  
И.А. Богданов, Т.А. Савельева, к.в.н., доцент  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ КАЗЕИНА И СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОЛОКЕ-СЫРЬЕ И ВЫХОД СЫРА**

*L.Bahdanava, A.Podryabinkina, I.Bahdanau, T. Savelyeva  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **STUDYING THE INFLUENCE OF SEASONAL FACTORS ON CASEIN AND WHEY PROTEIN CONTENT IN RAW MILK AND CHEESE YIELD**

*e-mail: bogdanova\_ll@tut.by, alina.podryabinkina@mail.ru,  
ibogdanov08@gmail.com, t.savelyeva@tut.by*

*В статье представлены результаты исследований по изучению сезонных изменений содержания общего белка, казеина и сывороточных белков в молоке-сырье и анализу их влияния на выход сыра. Определено, что самое низкое содержание казеина в молоке-сырье (на 18% ниже среднего уровня по республике) отмечается в октябре и марте. Установлена линейная зависимость выхода сыра и от содержания общего белка, и от содержания казеина.*

*The article presents the results of research to study seasonal changes in the content of total protein, casein and whey proteins in raw milk and to analyze their impact on cheese yield. It was determined that the lowest casein content in raw milk (18% lower than the national average) was observed in October and March. The linear dependence of the cheese yield on both the total protein content and casein content was established.*

**Ключевые слова:** общий белок; казеин; сывороточные белки; степень использования белка.

**Keywords:** total protein; casein; whey proteins; degree of protein usage.

**Введение.** Молоко и молочные продукты занимают важное место в питании населения. Обладая уникальным составом, они обеспечивают человеческий организм белками, углеводами, липидами, минеральными веществами, витаминами, микроэлементами и другими жизненно важными соединениями, участвующими в обменных реакциях организма.

К основным факторам, влияющим на формирование потребительских характеристик молочных продуктов, относятся состав и свойства перерабатываемого молока. Важное место среди составных частей молока занимают белки. В молоке белки составляют приблизительно четвертую часть сухих веществ от 2,8 до 4,0% (в среднем 3,2%). Содержание незаменимых аминокислот в белке молока превосходит их содержание в белках мяса, рыбы и растительных продуктах [1]. Фракционный состав белков молока является важным критерием, определяющим его свойства. Состав молока в течение года непостоянен. Под влиянием одновременно действующих факторов (стадия лактации, кормление, условия содержания и т.д.) происходят сезонные изменения содержания основных компонентов молока и некоторых его свойств. Наибольшим сезонным изменениям подвергаются белок и жир [2–5].

Наименьшее содержание сухих веществ, жира и белка наблюдается весной и в начале лета, наибольшее – осенью и зимой. Весной молоко характеризуется также меньшим количеством кальция, свободных аминокислот, витаминов. Практика

показывает, что рационы кормления определенным образом влияют на процессы синтеза молока и его состав. Однако заметные изменения состава, физико-химических, органолептических и технологических свойств молока может вызывать только неполноценное однообразное кормление и физиологическое состояние организма коровы.

**Цель исследований** – изучение влияния сезонных факторов на содержание казеина и сывороточных белков в молоке-сырье, а также взаимосвязи состава и свойств перерабатываемого молока с выходом сыра.

**Материалы и методы исследований.** Изучение влияния сезонных изменений фракционного состава белков молока на процесс свёртывания и свойства сгустка при изготовлении сыров осуществлялось путем проведения выработок опытных образцов сыров по технологии сыра «Белая Русь».

Для изготовления сыров использовался жидкий сычужный фермент CLERICI (Италия). Сбраживание проводилось с использованием заквасок для производства сыра (изготовитель – РУП «Институт мясо-молочной промышленности»).

Определение физико-химических показателей осуществляли в лаборатории технологий сыроделия и маслоделия и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с использованием стандартных методов.

Выход продуктов определяли по формуле (1):

$$V_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где –  $V_{\text{пр}}$  – выход продукта, %;  
 $M_{\text{г.пр}}$  – масса готового продукта, г;  
 $M_{\text{с}}$  – масса исходного сырья, г.

Степень использования сухих веществ определяли по формуле (2):

$$\text{СИСВ} = \frac{M_{\text{г.пр}} \cdot \text{СВ}_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}} \cdot \text{СВ}_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где – СИСВ – степень использования сухих веществ, %;  
 $\text{СВ}_{\text{г.пр}}$  – содержание сухих веществ в готовом продукте, %;  
 $\text{СВ}_{\text{с}}$  – содержание сухих веществ в исходном сырье, %.

Пересчет на «условный» сыр проводили по формулам:

$$M_{\text{су}} = \frac{M_{\text{с}} \cdot \text{СВ}_{\text{с}}}{\text{СВ}_{\text{су}}}, \quad (3)$$

где  $M_{\text{су}}$  – масса сыра «условного», г;  
 $M_{\text{с}}$  – масса экспериментального образца сыра, г;  
 $\text{СВ}_{\text{с}}$  – массовая доля сухих веществ экспериментальном образце сыра, %;  
 $\text{СВ}_{\text{су}}$  – массовая доля сухих веществ в сыре «условном», %.

$$Ж_{\text{су}} = \frac{M_{\text{с}} \cdot Ж_{\text{с}}}{M_{\text{су}}}, \quad (4)$$

где  $Ж_{\text{су}}$  – массовая доля жира в сыре «условном», %;  
 $Ж_{\text{с}}$  – массовая доля жира в экспериментальном образце сыра, %.



$$B_{cy} = \frac{M_c \cdot B_c}{M_{cy}}, \quad (5)$$

где  $B_{cy}$  – массовая доля белка в сыре «условном», %;

$B_c$  – массовая доля белка в экспериментальном образце сыра, %.

Массовую долю казеина и сывороточных белков в сыре «условном» определяли аналогично массовой доле общего белка по формуле 5.

**Результаты и их обсуждение.** С целью оценки влияния сезонных изменений фракционного состава белков молока за период с февраля 2019 г. по август 2020 г. исследовано содержание общего белка, казеина и сывороточных белков в 119 образцах коровьего молока-сырья из разных регионов республики. Содержание коров во всех случаях было беспривязным на глубокой подстилке, рацион кормления сбалансирован по основным питательным веществам. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав белков коровьего молока-сырья

Дата отбора материала	Массовая доля, %			Дата отбора материала	Массовая доля, %		
	общего белка	казеина	сывороточных белков		общего белка	казеина	сывороточных белков
1	2	3	4	5	6	7	8
12.02.2019	2,97	2,37	0,583	02.07.2019	3,23	2,62	0,345
12.02.2019	3,16	2,60	0,557	02.07.2019	3,20	2,72	0,215
12.02.2019	3,06	2,50	0,554	02.07.2019	3,24	2,60	0,380
12.02.2019	3,08	2,56	0,518	02.07.2019	3,17	2,63	0,272
13.02.2019	3,28	2,78	0,466	05.07.2019	3,25	2,42	0,562
13.02.2019	3,01	2,49	0,467	05.07.2019	3,16	2,60	0,290
13.02.2019	3,08	2,51	0,567	05.07.2019	3,26	2,67	0,323
13.02.2019	2,95	2,44	0,508	05.07.2019	3,14	2,51	0,366
13.02.2019	3,08	2,52	0,556	08.07.2019	3,18	2,70	0,453
13.02.2019	3,45	2,95	0,497	08.07.2019	3,23	2,65	0,554
13.02.2019	3,20	2,64	0,557	08.07.2019	3,22	2,58	0,613
13.02.2019	3,39	2,91	0,478	08.07.2019	3,17	2,63	0,513
13.02.2019	3,22	2,75	0,465	08.07.2019	3,23	2,62	0,583
18.02.2020	3,35	2,86	0,47	09.07.2019	3,18	2,61	0,401
12.03.2019	2,23	1,58	0,632	09.07.2019	3,38	2,81	0,402
12.03.2019	2,76	2,12	0,586	09.07.2019	3,27	2,70	0,397
12.03.2019	3,14	2,34	0,793	09.07.2019	3,32	2,79	0,358
12.03.2019	3,23	2,57	0,654	09.07.2019	3,21	2,66	0,380
14.03.2019	2,18	2,00	0,172	09.07.2019	3,17	2,60	0,400
14.03.2019	2,36	2,18	0,165	09.07.2019	3,20	2,62	0,407
14.03.2019	3,02	2,84	0,175	09.07.2019	3,24	2,68	0,388
14.03.2019	2,92	2,74	0,168	11.07.2019	3,29	2,38	0,90
26.03.2019	2,78	2,42	0,282	11.07.2019	3,19	2,46	0,71
26.03.2019	2,56	2,02	0,427	11.07.2019	2,78	2,06	0,72
26.03.2019	3,04	2,78	0,192	11.07.2019	2,92	2,18	0,72
26.03.2019	3,18	2,95	0,165	11.07.2019	3,02	2,25	0,75
26.03.2019	3,07	2,83	0,168	11.07.2019	3,18	2,40	0,75
26.03.2019	2,98	2,56	0,342	11.07.2019	3,25	2,51	0,71
26.03.2019	2,97	2,43	0,472	11.07.2019	3,14	2,39	0,73
26.03.2019	3,12	2,78	0,278	16.07.2019	3,21	2,26	0,94
24.03.2020	3,09	2,78	0,30	16.07.2019	3,24	2,32	0,90
02.04.2019	4,00	3,15	0,726	16.07.2019	3,28	2,31	0,96



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
02.04.2019	3,98	3,08	0,815	16.07.2019	3,24	2,26	0,94
03.04.2019	3,65	2,68	0,827	17.07.2019	3,26	2,18	0,99
03.04.2019	3,77	2,75	0,913	17.07.2019	3,21	2,24	0,92
03.04.2019	3,28	2,42	0,726	17.07.2019	3,28	2,31	0,94
03.04.2019	3,76	2,80	0,714	17.07.2019	3,30	2,17	1,03
03.04.2019	3,18	2,52	0,524	17.07.2019	3,21	2,11	1,02
03.04.2019	3,23	2,35	0,697	17.07.2019	3,24	2,14	1,08
03.04.2019	3,56	2,76	0,689	17.07.2019	3,17	2,16	0,98
03.04.2019	3,40	2,63	0,532	17.07.2019	3,18	2,18	0,97
03.04.2019	3,12	2,38	0,658	18.07.2019	3,21	2,37	0,69
03.04.2019	3,03	2,27	0,697	18.07.2019	3,18	2,31	0,71
03.04.2019	2,86	2,17	0,573	24.07.2019	3,16	2,31	0,72
03.04.2019	3,32	2,39	0,738	24.07.2019	3,18	2,43	0,75
11.04.2019	3,34	2,50	0,798	09.07.2020	3,83	3,31	0,48
11.04.2019	3,45	2,62	0,805	29.07.2020	3,89	3,04	0,83
11.04.2019	3,29	2,48	0,785	05.08.2020	3,04	2,22	0,82
11.04.2019	3,40	2,55	0,824	12.08.2020	3,92	3,18	1,04
07.05.2020	3,05	2,66	0,27	01.10.2019	3,16	2,34	0,72
12.05.2020	3,13	2,81	0,28	01.10.2019	3,23	2,27	0,68
22.05.2019	3,14	2,76	0,26	03.10.2019	3,10	2,24	0,804
28.05.2019	3,98	3,81	0,163	03.10.2019	3,17	2,29	0,72
28.05.2019	3,85	3,67	0,132	09.10.2019	3,14	2,18	0,66
28.05.2019	3,92	3,72	0,178	09.10.2019	3,22	2,23	0,72
31.05.2019	3,98	3,81	0,162	23.10.2019	3,24	2,16	0,65
31.05.2019	4,00	3,83	0,153	23.10.2019	3,19	2,24	0,67
12.06.2019	3,96	3,47	0,457	24.10.2019	3,18	2,13	0,68
12.06.2019	3,98	3,45	0,502	24.10.2019	3,16	2,16	0,70
17.06.2020	3,79	2,91	0,72				

Источник данных: собственная разработка.

Из результатов, представленных в таблице 1, следует, что содержание общего белка в молоке-сырье с февраля 2019 г. по август 2020 г. колебалось в пределах от 2,18% до 4,00%; содержание фракции казеина в данный период колебалось от 1,58% до 3,83%, при этом самые высокие показатели наблюдались в мае-июне (от 2,76% до 3,83%). Сывороточные белки определялись от 0,172% до 1,08%, наиболее низкие показатели отмечались в марте (0,27%) и в мае (менее 0,26%). Различия в содержании отдельных фракций превышали 80%.

С целью получения достоверно значимых результатов проведен статистический анализ содержания общего белка и казеина в молоке-сырье за исследуемый период. Среднее содержание общего белка, казеина и сывороточных белков в исследуемой выборке составило 3,24%, 2,57% и 0,58% соответственно, стандартное отклонение – 0,33%, 0,39% и 0,24%, стандартная ошибка для среднего – 0,03%, 0,04% и 0,02%, 95-процентный доверительный интервал находится в диапазоне от 3,18% до 3,30%, от 2,50% до 2,65% и от 0,53% до 0,62% соответственно. Установлено, что различия между средними значениями содержания общего белка и казеина, а также между их стандартными отклонениями, являются статистически значимыми.

Для большей наглядности на гистограмме 1 представлено содержание общего белка и казеина в молоке-сырье за исследуемый период с указанием средних значений.

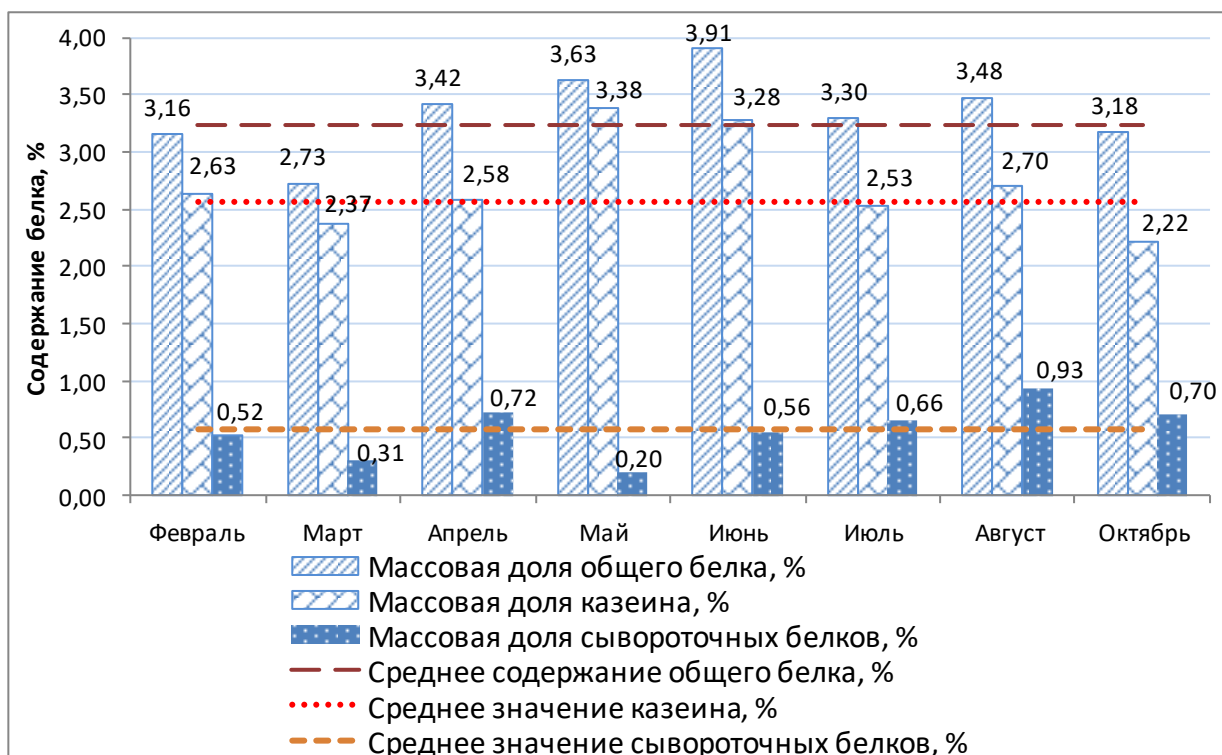


Рисунок 1 – Содержание общего белка, казеина и сывороточных белков в молоке-сырье  
 Источник данных: собственная разработка.

Из рисунка 1 видно, что за период с февраля по март происходит уменьшение, а с марта по апрель – резкое увеличение содержания в молоке-сырье общего белка, при этом содержание казеина в указанные периоды изменяется незначительно. До мая содержание общего белка остается практически неизменным, в то же время содержание в молоке-сырье казеина резко возрастает и в июне остается таким же высоким. В июле происходит резкое снижение содержания в молоке-сырье и общего белка, и казеина, причем массовая доля казеина в июле становится примерно равной значению массовой доли казеина в феврале. С июля по август резких скачков в содержании общего белка и казеина не происходит. Самое низкое содержание казеина в молоке-сырье (на 18% ниже среднего уровня по республике) отмечается в октябре и марте.

С целью оценки влияния сезонных изменений фракционного состава белков молока на процесс свёртывания и выход сыра с февраля по август 2020 г. были проведены семь экспериментальных выработок сыров из коровьего молока. Сыры выработывали из нормализованной по жиру молочной смеси.

Для того, чтобы исключить влияние ферментных препаратов на выход сыров и их качественные характеристики, все выработки осуществлялись с использованием только ферментного препарата животного происхождения CLERICI (Италия).

В таблице 2 представлены этапы и параметры ведения технологического процесса изготовления экспериментальных образцов сыра.

Таблица 2 – Этапы и параметры технологического процесса изготовления сыров

Этапы и параметры	Дата варки						
	18.02.2020 г.	24.03.2020 г.	17.06.2020 г.	09.07.2020 г.	29.07.2020 г.	05.08.2020 г.	12.08.2020 г.
Молочная смесь: количество, кг	7,8	14,75	8,8	9,0	18,74	18,54	8,95
жирность, %	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
активная кислотность, ед. рН	6,43	6,38	6,43	6,50	6,61	6,36	6,37
плотность, кг/м <sup>3</sup>	1028	1028	1028	1028	1028	1028	1028
Температура пастеризации, °С	72±1						
Температура охлаждения и заквашивания, °С	32,5	34,0	33,2	33,2	33,1	33,5	31,5
Продолжительность активизации, мин	30	45	35	35	35	35	40
Кислотность перед свертыванием, ед рН	6,28	6,37	6,38	6,49	6,46	6,33	6,35
Молокосвертывающий препарат	Clerici						
Продолжительность свертывания, мин	30	30	30	30	30	30	30
Продолжительность разрезки сгустка и постановки зерна, мин	10	10	10	10	10	10	10
Вымешивание, мин	10	10	10	10	10	10	10
Добавление пастеризованной воды (65 °С), % от количества смеси	15	15	15	15	15	15	15
Температура второго нагревания, °С	42	41	39	38	39	38	38
Обсушка, мин	30	30	30	30	30	30	30
Кислотность сыворотки в конце обработки, ед рН	6,11	6,44	6,65 (*8)	6,43 (*11)	6,48	6,49 (*10)	6,30 (*11)
Продолжительность формования, мин	5	5	5	5	5	5	5
Кислотность сыра в начале самопрессования, ед рН	5,71	5,90	6,37	6,16	6,11	6,12	6,00
Продолжительность самопрессования, ч	15	15	15	15	13	14	15
Кислотность сыра в конце самопрессования, ед рН	5,39	5,52	5,77	5,51	5,69	5,66	5,455
Продолжительность посолки, ч	5						

Источник данных: собственная разработка.

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что сезонные изменения физико-химического состава молока оказывают значимое влияние только на один из этапов технологического процесса: в зимний период, с целью интенсификации процесса обсушки, температуру второго нагревания приходится повышать на 1–3°С. Возможно, это обусловлено несколько меньшей плотностью образуемого сгустка. Все остальные параметры технологического процесса: продолжительность активизации заквасочной микрофлоры, активная кислотность нормализованной смеси перед свертыванием, сыворотки, сыра перед и после самопрессования существенно не отличались.

Физико-химические показатели нормализованных молочных смесей, сыров и сыворотки подсырной представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели нормализованных молочных смесей, сыров и сыворотки подсырной

Показатели	Дата варки						
	18.02.2020 г.	24.03.2020 г.	17.06.2020 г.	09.07.2020 г.	29.07.2020 г.	05.08.2020 г.	12.08.2020 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Физико-химические показатели молочной смеси</b>							
Массовая доля сухих веществ, %	11,40	11,10	11,00	11,00	11,00	10,90	10,54
Массовая доля жира, %	2,50	2,30	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Массовая доля общего белка, %, в т.ч.	3,35	3,09	3,79	3,83	3,89	3,04	3,92
Массовая доля казеина, %	2,86	2,78	2,91	3,11	3,04	2,22	2,88
Массовая доля сывороточных белков, %	0,27	0,28	0,72	0,48	0,83	0,82	1,04
Массовая доля жира в сухом веществе, %	42,9	38,1	47,2	49,1	44,6	44,1	45,2
<b>Физико-химические показатели сыров</b>							
Массовая доля влаги, %	53,8	48,0	53,4	53,8	49,1	48,5	48,0
Массовая доля жира, %	19,8	19,8	22,0	22,7	22,7	22,7	23,5
Массовая доля белка, %, в т.ч.	20,2	23,3	21,4	24,9	25,2	23,3	24,0
Массовая доля казеина, %	18,55	22,81	20,44	22,86	23,75	22,24	22,99
Массовая доля сывороточных белков, %	0,48	0,37	0,83	1,92	0,95	0,29	0,53
<b>Физико-химические показатели сыворотки подсырной первой откатки</b>							
Плотность сыворотки, кг/м <sup>3</sup>	1022	1023	1024	1024	1023	1023	1021,5
Кислотность сыворотки, ед. рН/°Т	6,16	6,33	6,54 (*13)	6,32 (*15)	6,34	6,38 (*14)	5,95 (*17)
<b>Физико-химические показатели сыворотки подсырной второй откатки</b>							
Плотность сыворотки, кг/м <sup>3</sup>	1014	1016	1015	1014	1016	1015	1014,5
Кислотность сыворотки, ед. рН/°Т	н/опр	6,44 (*11)	6,60 (*9)	6,43 (*11)	6,48 (*10)	6,49 (*10)	6,30 (*11)

Источник данных: собственная разработка.

Из результатов, представленных в таблице 3, следует, что содержание общего белка в нормализованной молочной смеси представленной выборки колебалось в пределах от 3,04% до 3,92%. При этом среднее содержание общего белка и казеина составило 3,56% и 2,83% соответственно, стандартное отклонение – 0,39% и 0,29%, стандартная ошибка для среднего – 0,15% и 0,11%, 95-процентный доверительный интервал находится в диапазоне от 3,20% до 3,92% и от 2,56% до 3,10% соответственно. Также при анализе фракционного состава белков нормализованной молочной смеси (казеина и сывороточных белков), выявлено, что содержание фракции казеина в данной выборке колебалось от 2,22% до 3,11%, при этом самые высокие показатели наблюдались в июне (2,91%) и июле (3,11% и 3,04%). Содержание сывороточных белков колебалось от 0,27% до 1,04% (среднее 0,64%), наиболее низкие показатели отмечались в феврале (0,27%) и в марте (0,3%).

Установлено, что в представленной выборке различия между средними значениями содержания общего белка и казеина, а также между их стандартными отклонениями, статистически незначимы.

Плотность сыворотки за весь период выработок практически не отличается, что косвенно может свидетельствовать о том, что сезонность не оказывает существенного влияния на переход сухих веществ в сыворотку.

Изучены показатели технологического процесса, характеризующие материальный баланс и степень использования составных частей молока. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Материальный баланс технологического процесса изготовления сыра

Показатели	Дата варки						
	18.02.2020 г.	24.03.2020 г.	17.06.2020 г.	09.07.2020 г.	29.07.2020 г.	05.08.2020 г.	12.08.2020 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
Масса молока, г	7800	14750	8800	9000	18740	18540	8950
Массовая доля сухих веществ молока, %	11,40	11,10	11,00	11,00	11,00	10,90	10,54
Масса сухих веществ молока, кг	889,2	1637,25	968,0	990	2061,4	2020,86	943,33
Масса сыворотки первой откатки, г	2250	6635	2783	2848	7810	9020	2980
Массовая доля сухих веществ сыворотки первой откатки, %	6,874	6,234	6,573	6,652	6,555	6,493	6,44
Масса сухих веществ сыворотки первой откатки, г	154,67	413,6	182,9	189,4	511,9	585,6	191,9
Масса сыворотки второй откатки, г	6550	9590	6860	7060	11540	10260	6260
Массовая доля сухих веществ сыворотки второй откатки, %	4,211	3,450	4,297	4,376	4,675	4,482	4,24
Масса сухих веществ сыворотки второй откатки, г	275,82	330,85	294,77	308,95	539,50	459,85	265,42
Масса сыра, г	835	1328	1022	1032	1919,5	1586	835
Массовая доля сухих веществ в сыре, %	46,20	52,00	46,60	46,20	50,90	51,50	52,00
Масса сухих веществ сыра, г	448,14	690,56	476,25	476,78	977,03	816,79	434,20
Выход продукта, %	10,71	9,00	11,61	11,47	10,24	8,55	9,33
Степень использования сухих веществ, %	43,38	42,18	49,20	48,16	47,40	40,42	46,03
Степень использования общего белка, %	64,55	67,89	65,58	76,68	66,35	65,57	57,12
Степень использования казеина, %	69,43	73,87	81,57	81,46	80,02	85,70	74,48

Источник данных: собственная разработка.

Из результатов, представленных в таблице 4, следует, что степень использования сухих веществ варьирует от 40,42% до 62,07%, наиболее высокие значения приходятся на июнь–июль (от 47,40% до 49,20%). В зимний период отмечается самая низкая степень использования сухих веществ молока – от 42,18% до 43,38%. Также видно, что в летний период достигается наиболее высокая степень использования казеина – от 80,02% до 85,69%.

По результатам, представленным в таблице 4, сложно дать объективную оценку выхода продукта, т.к. полученные экспериментальные образцы сыров нельзя назвать стандартными, поэтому с целью упрощения дальнейшего сравнения и анализа данных было принято решение ввести понятие «условный сыр» – это сыр со стандартной влагой 48% и, соответственно, содержанием сухих веществ 52%.

В таблице 5 представлены показатели сыра в пересчете на приведенную влагу 48% («условного сыра»).

Таблица 5 – Физико-химические показатели «условных» сыров

Показатели	Дата варки						
	18.02.2020 г.	24.03.2020 г.	17.06.2020 г.	09.07.2020 г.	29.07.2020 г.	05.08.2020 г.	12.08.2020 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
Количество сыра, г	741,87	1328,00	915,87	916,897	1878,90	1570,75	835,00
Сухие вещества, %	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Жир, %	22,29	19,80	24,55	25,55	23,19	22,92	23,50
Белок, %	22,74	23,30	23,88	28,03	25,74	23,53	24,00
Казеин, %	20,88	22,81	22,81	25,73	24,26	22,46	22,99
Сывороточные белки, %	0,54	0,37	0,93	2,16	0,97	0,29	0,53
К-во сыра из 10 кг смеси, г	1070,51	900,34	1161,36	1179,43	1024,28	855,45	932,96
К-во «условного сыра» из 10 кг смеси, г	951,11	900,34	1040,76	1047,88	1002,61	847,22	932,96
Массовая доля общего белка в нормализованной смеси, %, в т.ч.	3,35	3,09	3,79	3,83	3,89	3,04	3,92
Массовая доля казеина в нормализованной смеси, %	2,86	2,78	2,91	3,11	3,04	2,22	2,88
Массовая доля сывороточных белков в нормализованной смеси, %	0,27	0,28	0,72	0,48	0,83	0,82	1,04

Источник данных: собственная разработка.

Из результатов, представленных в таблице 5, следует, что выход «условного сыра» из 10 кг нормализованной молочной смеси прямо пропорционален и массовой доле общего белка, и массовой доле казеина в молочной смеси. Содержание сывороточных белков в молоке-сырье при используемых режимах пастеризации не оказывает влияния на выход сыра. Проведенный анализ показал, что связи между выходом продукта и содержанием общего белка и казеина статистически значимы с коэффициентами парной корреляции 0,943 и 0,983 соответственно.

С целью оценки характера установленных закономерностей и обеспечения большей наглядности на рисунке 2 представлены графики зависимости выхода сыра от содержания общего белка и казеина.

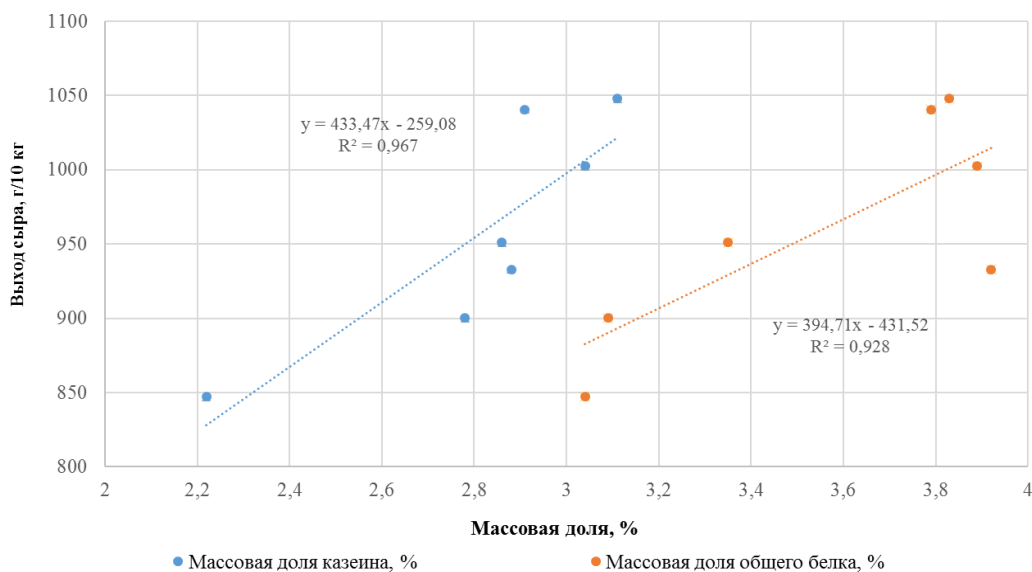


Рисунок 2 – Зависимость выхода сыра от содержания общего белка и казеина

Источник данных: собственная разработка.

В результате анализа взаимосвязи фракционного состава белков молока с выходом готового продукта установлено следующее. Имеется значимая линейная зависимость выхода сыра и от содержания общего белка, и от содержания казеина, причем для модели зависимости выхода сыра от содержания казеина в молоке-сырье коэффициент детерминации существенно выше, чем для модели зависимости выхода сыра от содержания в молоке общего белка (0,967 и 0,928 соответственно). Выявлено, что при более высоком показателе казеина (2,91–3,11%) выход сыра выше на 1,69–3,24%.

**Закключение.** На основании проведенных исследований установлено, что самое низкое содержание казеина в молоке-сырье (на 18% ниже среднего уровня по республике) отмечается в октябре и марте.

В результате анализа взаимосвязи фракционного состава белков молока с выходом готового продукта установлено, что имеется значимая линейная зависимость выхода сыра и от содержания общего белка, и от содержания казеина, причем для модели зависимости выхода сыра от содержания казеина в молоке-сырье коэффициент детерминации существенно выше, чем для модели зависимости выхода сыра от содержания в молоке общего белка. Следовательно, при проведении процесса нормализации молочной смеси можно использовать соотношение жир смеси : белок смеси, но целесообразнее использовать соотношение жир смеси : казеин смеси.

#### Список использованных источников

1. Алексеева, Н.Ю. Современная номенклатура белков молока / Н.Ю. Алексеева // Молочная промышленность. 1983. – № 4. – С. 27–31.
1. Alekseeva, N.Ju. Sovremennaja nomenklatura belkov moloka [Modern Nomenclature of Milk Proteins] / N.Ju. Alekseeva // Molochnaja promyshlennost'. 1983. – № 4. – S. 27–31.
2. Абрамова, О. Сыропригодность и биологическая ценность молока при длительном содержании коров на рационах с большим количеством силоса / О. Абрамова, М. Булдакова // Сборник докладов межвузовской конференции по молочному делу. – Ереван, 1971. – С. 65–68.
2. Abramova, O. Syroprigodnost' i biologicheskaja cennost' moloka pri dlitel'nom soderzhanii korov na racionah s bol'shim kolichestvom silosa [Sour suitability and biological value of milk at the long-term maintenance of cows on diets with a large amount of silage] / O. Abramova, M. Buldakova // Sbornik dokladov mezhvuzovskoj konferencii po molochnomu delu. – Erevan, 1971. – S. 65–68.
3. Структура и коагуляционные свойства белков молока / Л.А. Остроумов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 8. – с. 41–46.
3. Struktura i koaguljacionnye svojstva belkov moloka [Structure and Coagulation Properties of Milk Proteins] / L.A. Ostroumov [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. – 2001. – № 8. – s. 41–46.
4. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 192 с.
4. Gorbatova, K.K. Himija i fizika belkov moloka [Chemistry and physics of milk proteins] / K.K. Gorbatova. – M.: Kolos, 1993. – 192 s.
5. Химия пищи: Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов [и др.]. – Кн. 1. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
5. Himija pishhi: Belki: struktura, funkcii, rol' v pitanii [Food Chemistry: Proteins: Structure, Functions, Role in Nutrition] / I.A. Rogov [i dr.]. – Kn. 1. – M.: Kolos, 2000. – 384 s.



*О.И. Скокова, к.т.н., доцент, Ю.Ю. Чеканова, А.А. Демьянец  
Могилевский государственный университет продовольствия, Могилев, Республика Беларусь*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПАХТЫ В СОСТАВЕ НОРМАЛИЗОВАННЫХ СЛИВОЧНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СМЕТАНЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА**

*O. Skokowa, J. Chekanowa, A. Demyanets  
Mogilev State University of Food Technologies, Mogilev, Republic of Belarus*

## **THE USE OF BUTTERMILK IN THE COMPOSITION OF NORMALIZED CREAM MIXTURES IN THE PRODUCTION OF SOUR CREAM WITH A LOW FAT CONTENT**

*e-mail: ol.skokowa@yandex.by, chekanowa\_07@mail.ru, anan-an@mail.ru*

*Изучена динамика изменения органолептических показателей титруемой кислотности и влагоудерживающей способности сметаны с массовой долей жира 10% на основе нормализованных сливочных смесей разного компонентного состава в процессе хранения в стандартном температурном режиме (4±2)°C в течение 40 суток. Определено влияние пахты, полученной непрерывным способом сбивания сливок, в составе нормализованных сливочных смесей на показатели качества и потребительские свойства сметаны с низким содержанием жира.*

**Ключевые слова:** пахта; нормализованные сливочные смеси; низкожирная сметана; органолептические показатели; титруемая кислотность; влагоудерживающая способность.

*The dynamics of changes in organoleptic parameters titrated acidity and moisture-retaining capacity of sour cream with a mass fraction of fat of 10% based on normalized cream mixtures of different component composition during storage at a standard temperature (4±2)°C for 40 days was studied. The influence of buttermilk obtained by a continuous method of churning cream in the composition of normalized cream mixtures on the quality indicators and consumer properties of sour cream with a low fat content is determined.*

**Keywords:** buttermilk; normalized cream mixes; low-fat sour cream; organoleptic indicators; titrated acid; moisture-retaining capacity.

**Введение.** Сметана с низким содержанием жира является одним из востребованных кисломолочных продуктов, представленных на рынке молочной индустрии, и пользующихся большим спросом среди потребителей различных возрастных категорий.

Для изготовления сметаны, как правило, применяют сливки-сырье натуральные, а также допускается проводить процесс их нормализации молоком обезжиренным для достижения требуемых нормативных показателей массовой доли жира в продукте [1]. При этом также возможно использование других видов аналогичного вторичного сырья, не уступающего по качественным характеристикам и показателям безопасности и соответствующего требованиям ТНПА [2, 3].

В настоящее время существует проблема полной и рациональной переработки пахты, полученной от производства сливочного масла. Пахта обладает высокой биологической ценностью, обусловленной повышенным содержанием в ней фосфолипидов, которые находятся в виде липопротеиновых комплексов и обладают антиоксидантными свойствами. Кроме того, применение пахты в технологиях производства кисломолочных продуктов имеет ряд преимуществ и позволяет не только улучшить качественные и вкусовые характеристики продукции, но и



расширить сырьевые ресурсы, а также дает возможность оперативно проводить взаимозаменяемость молочного сырья молочными компонентами альтернативного состава, не меняя традиционные технологии на существующем технологическом оборудовании. Однако использование данного вида ценного вторичного молочного сырьевого ресурса в технологиях производства сметаны недостаточно изучено и представляет большой научный и практический интерес [4, 5].

Таким образом, в работе изучали возможность применения пахты в технологии производства сметаны с низким содержанием жира и ее влияние на потребительские свойства продукта.

**Цель исследований** – исследовать влияние пахты в составе нормализованных сливочных смесей на показатели качества сметаны с низким содержанием жира в процессе хранения.

**Материалы и методы исследований.** В качестве сырья использовали сливки гомогенизированные с массовой долей жира (далее м.д.ж.) 10% и 30%, обезжиренное молоко (далее ОБМ) с м.д.ж. 0,05%, пахту, полученную от производства масла способом непрерывного сбивания, с м.д.ж. 0,4%. Для заквашивания исследуемых нормализованных смесей применяли бактериальную закваску лиофилизированную концентрированную мезофильных молочнокислых лактококков и термофильного стрептококка СМ-МТв (производитель РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь), которую вносили прямым способом непосредственно в нормализованную смесь из расчета 10 Е.А на 100 кг смеси.

В таблице 1 представлены экспериментальные образцы сметаны с м.д.ж. 10% на основе нормализованных сливочных смесей разного компонентного состава. В качестве опытных образцов выступали образцы сметаны с м.д.ж. 10%, в которых нормализацию сливок гомогенизированных с м.д.ж. 30% осуществляли ОБМ (опыт 1) в соотношении (33 : 67)% и пахтой (опыт 2) в соотношении (32 : 68). В качестве контрольных образцов выступали образцы сметаны с м.д.ж. 10%, полученные из сливок гомогенизированных с м.д.ж. 10% без проведения процесса нормализации.

Таблица 1 – Экспериментальные образцы сметаны

Наименование исследуемых образцов	Соотношение исследуемых видов сырья в составе нормализованной смеси, %	Массовая доля жира сметаны, %
Контроль	сливки – 100	10
Опыт 1	сливки – 33 + ОБМ – 67	10
Опыт 2	сливки – 32 + пахта – 68	10

Источник данных: собственная разработка.

Процесс производства сметаны был смоделирован в лабораторных условиях, адаптированных к производственным. Для получения опытных образцов сметаны, сливки, гомогенизированные с м.д.ж. 30%, нормализовали ОБМ или пахтой в соответствующих соотношениях, согласно таблице 1. Далее все исследуемые контрольные и опытные образцы пастеризовали при температуре  $(94 \pm 2)^\circ\text{C}$  без выдержки, затем охлаждали до температуры сквашивания, вносили бактериальную закваску и проводили процесс сквашивания при температуре  $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 14–16 ч, согласно рекомендациям производителя. По достижению активной кислотности сгустка 4,7 ед. рН процесс сквашивания считали законченным, затем готовый продукт направляли в холодильную камеру с температурой  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  для созревания сметаны до достижения в продукте температуры  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ , после чего процесс производства сметаны считали законченным. Хранение сметаны осуществляли при температуре  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ . В исследуемых образцах сметаны контролировали титруемую кислотность, влагоудерживающую способность и органолептические показатели на 0, 14, 20, 30, 40-е сутки хранения.

При проведении работ использовали стандартизированные и общепринятые методы исследований: определение титруемой кислотности – по ГОСТ 3624; определение влагоудерживающей способности по количеству выделившейся сыворотки в 10 мл сметаны при центрифугировании с использованием центрифуги (в %); определение органолептических показателей, сенсорный метод.

В таблице 2 отражены критерии оценки органолептических показателей сметаны с м.д.ж. 10% на основе нормализованных сливочных смесей разного компонентного состава.

В дегустации принимала участие экспертная комиссия в составе 7-ми человек. Результаты оценки в баллах суммировали. При наличии двух или нескольких пороков по каждому из показателей вкус и запах, консистенция, внешний вид – скидка делалась по наиболее обесценивающему пороку.

Таблица 2 – Условная десятибалльная шкала оценки органолептических показателей сметаны с учетом скидки баллов

Наименование и характеристика показателя	Скидка, балл	Оценка, балл
<i>Вкус и запах (5 баллов)</i>		
Отличный – чистые без посторонних привкусов и запахов, мягкий кисломолочный вкус и аромат, приятный сливочный вкус	0–0,5	4,5–5
Хороший – чистые без посторонних привкусов и запахов, менее выраженные кисломолочный вкус и аромат и сливочный вкус	0,5–1	4–4,5
Удовлетворительный – чистые без посторонних привкусов и запахов, слабо выраженные кисломолочный вкус и аромат и сливочный вкус	1–1,5	3,5–4
Неудовлетворительный – выраженная кислотность	более 3,5	менее 3,5
<i>Консистенция и внешний вид (5 баллов)</i>		
Отличный – нежная, однородная, густая, кремообразная, с глянцевой поверхностью, без ощутимых частиц молочного жира, с молочно-белым оттенком	0–0,5	4,5–5
Хороший – нежная, однородная, густая, кремообразная, с глянцевой поверхностью, без ощутимых частиц молочного жира, с молочно-белым оттенком, с небольшим отделением сыворотки	0,5–1	4–4,5
Удовлетворительный – однородная, незначительная крупитчатость	1–1,5	3,5–4
Неудовлетворительный – неоднородная, крупитчатая, отделение сыворотки	более 3,5	менее 3,5

Источник данных: собственная разработка.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе работы изучали показатели качества сметаны с м.д.ж. 10% на основе нормализованных смесей разного компонентного состава в процессе хранения.

Результаты проведения органолептической оценки исследуемых образцов сметаны представлены в таблице 3.

Анализируя органолептические показатели исследуемых образцов сметаны установлено (таблица 3), что до 20-ти суток хранения контрольные образцы на основе сливок и опытные образцы 1, в которых нормализацию сливок проводили ОБМ, имели кисломолочные вкус и аромат, характерные для свежеработанного продукта. Соответствующие образцы, в которых нормализацию сливок проводили пахтой, не уступали по вкусовым характеристикам контрольным и опытным образцам 1 на основе сливок и ОБМ обладали аналогичными вкусовыми показателями, однако характеризовались более выраженным кисломолочным ароматом, а также «плотным» сливочным вкусом, что обусловлено наличием в продукте мелкодисперсных жировых шариков молочного жира пахты, богатого фосфатидами и стеринами.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей сметаны в процессе хранения

Исследуемый образец	Условный балл		
	Общий	Вкус и запах	Консистенция и внешний вид
0-е сутки			
Контроль (сливки)	10,0	5,0	5,0
Опыт 1 (сливки+ОБМ)	10,0	5,0	5,0
Опыт 2 (сливки+пахта)	10,0	5,0	5,0
14-е сутки			
Контроль (сливки)	10,0	5,0	5,0
Опыт 1 (сливки+ОБМ)	10,0	5,0	5,0
Опыт 2 (сливки+пахта)	10,0	5,0	5,0
20-е сутки			
Контроль (сливки)	7,5	3,0	4,5
Опыт 1 (сливки+ОБМ)	7,5	3,0	4,5
Опыт 2 (сливки+пахта)	10,0	5,0	5,0
30-е сутки			
Контроль (сливки)	6,5	3,0	3,5
Опыт 1 (сливки+ОБМ)	6,5	3,0	3,5
Опыт 2 (сливки+пахта)	9,5	5,0	4,5
40-е сутки			
Контроль (сливки)	6,5	3,0	3,5
Опыт 1 (сливки+ОБМ)	6,5	3,0	3,5
Опыт 2 (сливки+пахта)	7,5	3,5	4,0

Источник данных: собственная разработка.

При этом консистенция, как контрольных, так и опытных образцов сметаны, была однородная, плотная, без отделения сыворотки. На ряду с этим, стоит отметить, что опытные образцы 2 на основе сливок и пахты обладали менее вязкой консистенцией по сравнению с контрольными и опытными образцами 1 с использованием для нормализации ОБМ (таблица 3). Начиная с 20-ти суток хранения в контрольных образцах сметаны на основе сливок и опытных образцах 1 на основе сливок и ОБМ были выявлены выраженная кислотность и небольшое отделение сыворотки, за что было снято по 2 балла за вкус и запах и 0,5 балла за консистенцию и внешний вид (таблица 3). Напротив, опытные образцы сметаны 2, с использованием для нормализации пахты, сохраняли свои первоначальные органолептические показатели до 30-и суток хранения.

При последующем хранении, начиная с 30-ти суток, контрольные и опытные образцы 1 на основе сливок и ОБМ характеризовались низкими органолептическими показателями по вкусу и запаху, а также наблюдалось усиление отделения сыворотки, за что исследуемые образцы суммарно были оценены в 6,5 баллов как продукты неудовлетворительного качества. В то же время, опытные образцы сметаны 2, где нормализацию проводили пахтой, на 30-е сутки хранения характеризовались небольшим отделением сыворотки, за что было снято 0,5 балла за консистенцию и внешний вид, при этом вкусовые характеристики оставались первоначальными, соответствующими показателям свежеработанной сметаны.

Начиная с 40-х суток хранения опытные образцы сметаны 2 на основе сливок и пахты обладали слабо выраженным сливочным вкусом и ароматом и небольшим отделением сыворотки, за что исследуемые образцы суммарно были оценены в 7,5 баллов, однако являлись пригодными к употреблению, в то время как контрольные и опытные образцы сметаны 1, в которых нормализацию сливок проводили ОБМ, обладали выраженной кислотностью и отделением сыворотки и были непригодны к употреблению.

На рисунке 1 представлена динамика изменения титруемой кислотности исследуемых образцов сметаны с м.д.ж. 10% на основе нормализованных сливочных смесей разного компонентного состава в процессе хранения.

Анализируя представленные данные, выявлено (рисунок 1), что на протяжении 40 суток хранения все исследуемые образцы характеризовались невысоким приростом титруемой кислотности, при этом кислотность сметаны оставалась в пределах (73–76)°Т, что не превышает нормативного значения согласно ТНПА [1], составляющего 90°Т. Значения титруемой кислотности опытных образцов сметаны 2 на основе сливок и пахты на протяжении исследуемого периода времени незначительно выше по сравнению с контрольными и опытными образцами 1, нормализацию в которых проводили ОБМ.

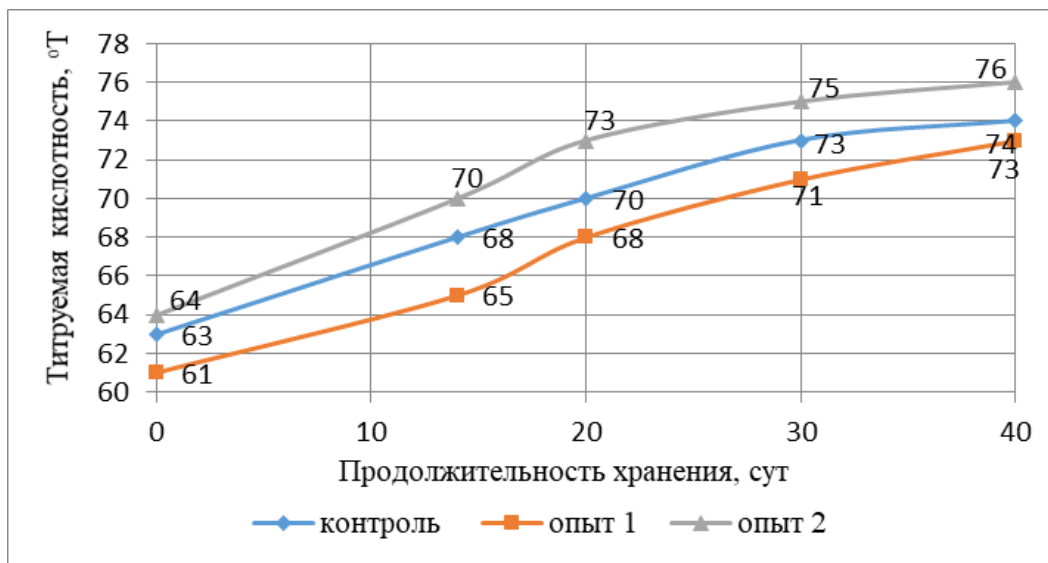


Рисунок 1 – Динамика изменения титруемой кислотности сметаны с м.д.ж. 10% при хранении  
Источник данных: собственная разработка.

На рисунке 2 представлена динамика изменения влагоудерживающей способности сметаны с м.д.ж. 10% на основе нормализованных сливочных смесей разного компонентного состава в процессе хранения.

Установлено, что влагоудерживающая способность всех исследуемых образцов сметаны равномерно увеличивалась, однако начиная с 30-и суток хранения наблюдалась тенденция постепенного снижения влагоудерживающей способности, как контрольных, так и опытных образцов, что было подтверждено органолептической оценкой, при которой на поверхности сгустков выявлено незначительное отделение сыворотки. Тем не менее, следует отметить, что опытные образцы сметаны 2 с наличием пахты в составе нормализованной смеси имели более высокую влагоудерживающую способность по сравнению с контрольными и опытными образцами 1, где нормализацию сливок осуществляли ОБМ, что возможно обусловлено мелкодисперсностью жировых шариков пахты.

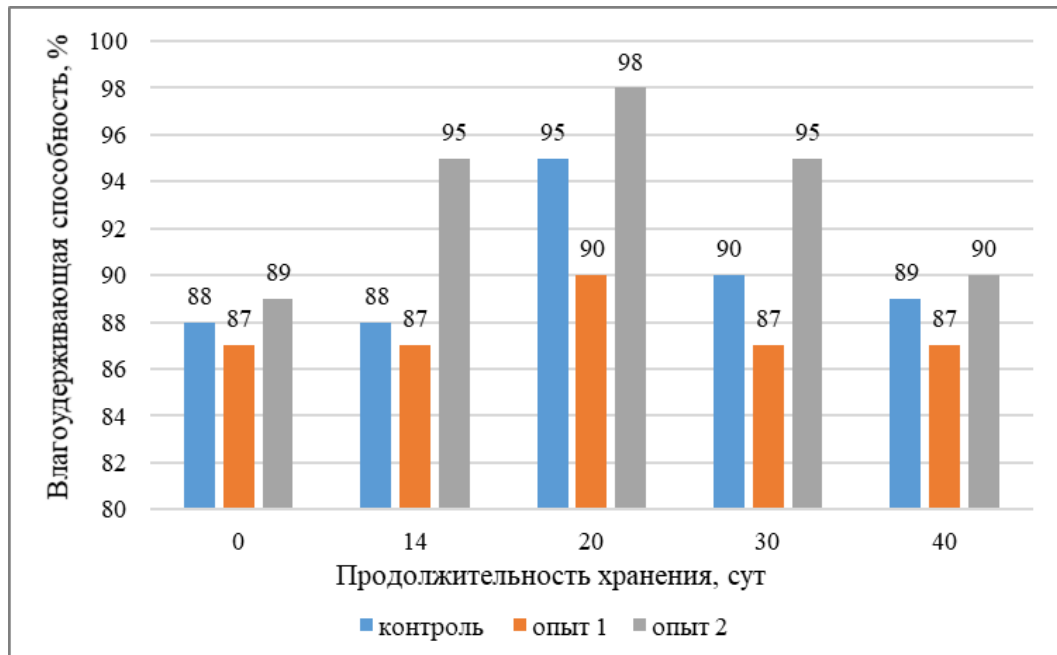


Рисунок 2 – Динамика изменения влагоудерживающей способности сметаны с м.д.ж. 10% при хранении  
 Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что использование в составе нормализованных сливочных смесей пахты, полученной непрерывным способом сбивания сливок, при производстве сметаны с низким содержанием жира позволяет получить продукт, не уступающий по показателям качества сметане, выработанной из сливок или сливочных смесей, нормализованных обезжиренным молоком, с выраженным кисломолочным ароматом, приятным сливочным вкусом, хорошей влагоудерживающей способностью. Кроме того, применение пахты позволяет расширить область использования сырьевых ресурсов в технологии получения низкожирной сметаны и продуктов на ее основе.

### Список использованных источников

1. Сметана. Общие технические условия : СТБ 1888-2016. Введ. 29.12.2016 (взамен СТБ 1888-2008). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020, – 15 с.
2. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.07.2013 / Евраз. экон. комис. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020, – 148 с.
3. О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013 : 09.10.2013 : вступ. в силу 01.05.2014 / Евраз. экон. комис. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020, – 99 с.
4. Скокова, О. И. Применение пахты при производстве сметаны с ферментной модификацией белков молока / О.И. Скокова, Ю.Ю. Чеканова, А.В. Стельмакова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 85 Ювілейної міжнар. наукової конф. молодих

1. Smetana. Obshhie tehnicheckie uslovija [Sour cream. General Specifications] : STB 1888-2016. Vved. 29.12.2016 (vzamen STB 1888-2008). – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2020, – 15 s.
2. O bezopasnosti pishhevoj produkcii [On Food Safety] : TR TS 021/2011: prinjat 09.12.2011: vstup v silu 01.07.2013 / Evraz. jekon. komis. – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2020, – 148 s.
3. O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii [On the safety of milk and dairy products] : TR TS 033/2013 : 09.10.2013 : vstup. v silu 01.05.2014 / Evraz. jekon. komis. – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2020, – 99 s.
4. Skokova, O. I. Primenenie pahty pri proizvodstve smetany s fermentnoj modifikaciej belkov moloka [Use of buttermilk in the production of sour cream with enzymatic modification of milk proteins] / O.I. Skokova, Ju.Ju. Chekanova, A.V. Stel'makova // Naukovi zdobutki molodi – virishennju problem harchuvannja ljudstva u NHI stolitti : materialy 85

учених, аспірантів і студентів., Київ, 11–12  
апреля 2019 г. / НУХТ; – Київ, 2019. – Ч. 1. – С.  
389.

5. Чеканова, Ю.Ю. Исследование возможности  
применения пахты при производстве сметаны на  
основе ферментной биоконверсии белков  
молока / Ю.Ю. Чеканова, Е.В. Малькова, О.И.  
Скокова // Техника и технология пищевых  
производств : тез.докл. XI-ой междунар. науч.  
конф. студентов и аспирантов, Могилев, 18–19  
апреля 2019 г. / Могилевский гос. ун-т  
продовольствия ; редкол.: А.В. Акулич (гл. ред.)  
[и др.]. – Могилев, 2019. – С. 159.

Juvilejnoї mizhnar. naukoivoї konf. molodih  
uchenih, aspirantiv i studentiv., Kiiv, 11–12  
aprelja 2019 g. // NUHT; – Kiiv, 2019. – Ch. 1. – S. 389.

5. Chekanova, Ju.Ju. Issledovanie vozmozhnosti  
primenenija pahty pri proizvodstve smetany na  
osnove fermentnoj biokonversii belkov moloka  
[Study of the possibility of using buttermilk in the  
production of sour cream based on enzymatic  
bioconversion of milk proteins] / Ju.Ju. Chekanova,  
E.V. Mal'kova, O.I. Skokova // Tehnika i  
tehnologija pishhevyh proizvodstv : tez.dokl. XI-  
oj mezhdunar. nauch. konf. studentov i aspirantov,  
Mogilev, 18–19 aprelja 2019 g. / Mogilevskij gos.  
un-t prodovol'stvija ; redkol.: A.V. Akulich (gl.  
red.) [i dr.]. – Mogilev, 2019. – S. 159.

*А.И. Василькевич, О.В. Дымар, д.т.н., проф.*

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,  
Минск, Республика Беларусь*

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ И МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОСФОЛИПИДОВ МОЛОКА

*A. Vasilkevich, O. Dymar*

*Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,  
Republic of Belarus*

## BIOLOGICAL FUNCTION OF MILK PHOSPHOLIPIDS AND THEIR ISOLATION APPROACHES

*e-mail: vskalex@yandex.by, dymarov@tut.by*

*Особенность состава фосфолипидов молока по сравнению с другими природными источниками обеспечивает ряд ценных технологических и терапевтических свойств. В статье резюмированы известные возможности применения, выделения и анализа фосфолипидов из молока и дана их оценка с учетом собственного опыта исследований фосфолипидов. Наиболее целесообразным способом выделения фосфолипидов из молочного сырья являются методы микрофльтрации и ультрафльтрации. Полученный концентрат фосфолипидов может быть использован как эффективный эмульгатор с дополнительными биологически активными свойствами.*

*Milk phospholipids have different composition in comparison with other natural sources and provide a number of valuable technological and therapeutic properties. The article summarizes the well-known possibilities of using, isolating and analyzing phospholipids from milk. Their assessment is given taking into account own experience in studying phospholipids. The most appropriate way to isolate phospholipids from dairy raw materials include microfiltration and ultrafiltration methods. The resulting phospholipid concentrate can be used as an effective emulsifier with additional biologically active properties.*

**Ключевые слова:** фосфолипиды молока; фосфатидилсерин; сфингомиелин; лецитин; эмульгатор.

**Keywords:** milk phospholipids; phosphatidylserine; sphingomyelin; lecithin; emulsifier.

**Введение.** Молоко считается источником большого количества ценных для человека нутриентов, таких как белок, жир и лактоза. Эти компоненты хорошо изучены и описаны, их значение и полезные свойства для питания известны. Однако в молоке присутствуют и менее изученные компоненты, роль и возможности применения которых еще до конца не понятны. Среди них класс соединений, известных под общим названием фосфолипиды, которые в молоке выполняют роль эмульгатора. Они образуют мембраны жировых шариков, обеспечивая условия для существования стабильной молочной эмульсии [1].

Фосфолипиды относятся к классу полярных липидов и состоят из остатков фосфорной кислоты, глицерина или сфингозина, жирных кислот и аминокислот. В природе они присутствуют в большом количестве в растительном масле, яичном желтке, рыбьем жире, мозге животных, молоке и др. [2]. Наиболее изученными и широко используемыми фосфолипидами являются соевые и яичные лецитины. Они широко применяются в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности в качестве эмульгаторов и стабилизаторов [2].



В молоке фосфолипиды содержатся в незначительном количестве (0,035% в цельном молоке) по сравнению с другими растительными и животными источниками, поэтому ранее молоко не рассматривали как источник фосфолипидов. Однако, последние исследования демонстрируют, что смеси фосфолипидов разного состава могут иметь широкий диапазон свойств, ценных для пищевой промышленности, начиная от новых продуктов функционального питания до липосомальных ингредиентов [3]. В этом обзоре обсуждается список возможностей, которые дают фосфолипиды молока, а также рассмотрено, какое биологическое значение они имеют для человека.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материалов были использованы научные публикации зарубежных и отечественных авторов за последние 15 лет.

**Результаты и их обсуждение.** Фосфолипиды являются одними из важнейших компонентов биологических мембран. Их молекула имеет амфифильную структуру, т.е. состоит из неполярного хвоста (остаток жирной кислоты) и полярной головки (остаток фосфорной кислоты и аминокислоты). Благодаря этому в биологических двухфазных системах они способны переориентироваться таким образом, что полярная часть обращена в сторону полярной водной фазы, а неполярная часть обращена в сторону жировой фазы. Из-за этого свойства фосфолипиды способны эмульгировать жиры. В молоке они образуют комплекс с белками и холестерином (липопротеидный комплекс) и образуют оболочки, или иначе, мембраны жировых глобул молока (МЖГМ) [1]. Наличие фосфолипидов в составе МЖГМ и обеспечивает стабильность жировой эмульсии молока. Жировая глобула условно изображена на рисунке 1 [4, 5].

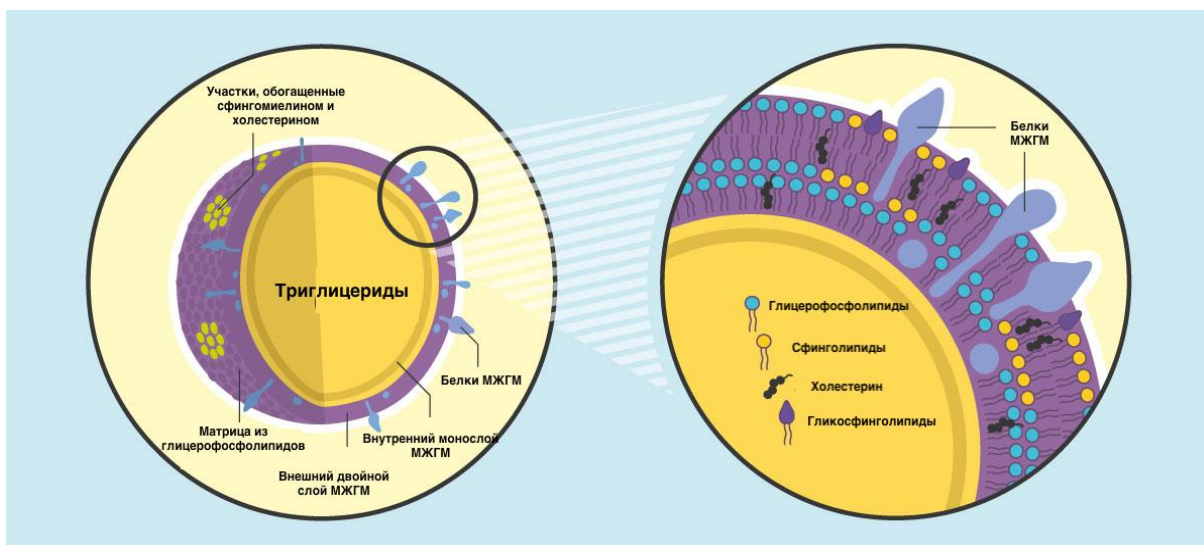


Рисунок 1 – Строение мембран жировых глобул молока  
Источник данных: [4, 5]

Основная часть фосфолипидов молока (60–70%) входит в состав оболочек жировых шариков. Их количество в молочном жире вместе с гликолипидами составляет около 1%. Небольшая часть фосфолипидов находится в плазме молока в виде комплексов с белками [1]. Содержание фосфолипидов в различных молочных продуктах отличается, это зависит от типа используемой технологической переработки и содержания в исходном сырье. Так, при переработке молока с целью получения жира (например, при получении сливочного масла) с помощью технологических методов осуществляют разрыв МЖГМ, при этом фосфолипиды остаются в виде “обрывков” мембран, которые в дальнейшем сепарируют, получая



два продукта: сливочное масло и пахту. При гомогенизации и пастеризации от 5 до 15% фосфолипидов оболочек шариков жира переходит в водную фазу. При сепарировании от 65 до 70% фосфолипидов молока переходит в сливки, при сбивании от 55 до 70% фосфолипидов сливок остается в пахте, остальные переходят в масло [6]. В таблице 1 указано содержание фосфолипидов в молоке, сливках и пахте [7].

Таблица 1 – содержание липидов и фосфолипидов в различных видах молочного сырья

Состав	Цельное молоко	Сливки	Пахта
Липиды, %	4,0	40,0	0,6
Фосфолипиды, масс.%	0,035	0,21	0,13
Соотношение фосфолипиды:липиды	0,0088	0,0052	0,5

Источник данных: [7]

Молочные фосфолипиды вызывают особый интерес и с точки зрения их состава. Основными фосфолипидами молока являются фосфатидилхолин (также известный как лецитин), фосфатидилэтаноламин (кефалин), сфингомиелин, фосфатидилсерин и фосфатидилинозит. Фосфолипидный состав молока зависит от сезона, корма и других факторов. Сравнительный состав фосфолипидов сои, яичного желтка и молока приведен в таблице 2 [7].

Таблица 2 – Состав фосфолипидов сои, яичного желтка и молока

% от общего количества фосфолипидов	Соя	Яичный желток	Молоко
Фосфатидилхолин	34	75	27
Фосфатидилэтаноламин	21	15	25
Фосфатидилинозит	18	0,4	8
Сфингомиелин	0	1,5	24
Фосфатидилсерин	0,5	0	12
Фосфатидная кислота	9	0	0
Другие	17,5	8,1	4

Источник данных: [7]

В отличие от сои и яичного желтка, особая ценность фосфолипидов молока связана с высоким содержанием фосфатидилсерина и сфингомиелина. Эти липиды содержатся в мозге человека и почти не поступают в организм человека с другими пищевыми продуктами [2]. Считается, что снижение когнитивных способностей и развитие нейродегенеративных заболеваний сопровождается снижением количества этих фосфолипидов в мозге человека. Множество исследований демонстрируют важность фосфатидилсерина и сфингомиелина для роста и развития мозга у детей [5]. Альтернативным источником фосфатидилсерина и сфингомиелина является мозг крупного рогатого скота, однако потенциальный риск заболевания животных губчатой энцефалопатии и сложность переработки сырья не делают его привлекательным источником фосфатидилсерина и сфингомиелина [8]. Таким образом, молоко, по сути, является единственным доступным диетическим источником этих фосфолипидов. В целом, фосфолипиды имеют много других полезных свойств для здоровья человека. Они помогают организму против сердечно-сосудистых заболеваний, а также некоторых воспалительных и онкологических процессов [9, 10].

Современный рынок пищевой промышленности предъявляет ряд требований для ингредиентов, в том числе для эмульгаторов. Например, с учетом того, что около 95% мирового производства сои ГМО происхождения, есть потребность в альтернативном источнике натуральных эмульгаторов. Такую альтернативу может предложить использование фосфолипидов молока.

В последнее время продемонстрировано, что фосфолипиды молока не просто могут использоваться в качестве альтернативы соевому лецитину, но и могут формировать превосходящие по стабильности эмульсии. Считают, что это связано с отличием в составе фосфолипидов (более высокое содержание сфингомиелина и фосфатидилсерина в смеси), а также благодаря наличию комплексов с молочными белками. Таким образом, ценным сырьем, по сути, являются остатки МЖГМ, а именно липопротеидные комплексы молока [11, 12].

МЖГМ могут быть выделены как из цельного молока, так и из побочных продуктов переработки, например из молочной пахты. Соответственно, выделение липопротеидного комплекса из побочных продуктов переработки молока может увеличить ценность переработки сырья. Есть данные о том, что тип исходного сырья и способ его переработки влияют на эмульсионные свойства липопротеидного комплекса из МЖГМ, однако эти данные пока очень ограничены. В частности, продемонстрировано, что сепарация фосфолипидов молока от белков ухудшает эмульгирующие свойства. Также продемонстрировано, что эмульсии с МЖГМ стабильны при температурах до 65 градусов [4].

По аналогии с жировыми шариками фосфолипиды могут образовывать и другие аналогичные структуры, которые называют липосомами. По сути, липосомы являются наноконтейнерами, внутрь которых могут включаться другие химические молекулы. Это свойство ранее использовалось для направленной доставки активных компонентов онкологических препаратов. Фосфолипиды используют для улучшения биодоступности, повышения растворимости и защиты активных компонентов и в других фармацевтических и пищевых продуктах. Фосфолипиды молока также могут формировать липосомы. Более того, как показали последние исследования, такие липосомы обладают рядом достоинств. Благодаря составу фосфолипидов проницаемость их мембраны ниже, а устойчивость к изменениям температуры и pH выше по сравнению с липосомами из соевых фосфолипидов. Несколько групп исследователей также показали успешные примеры инкапсулирования внутрь липосом куркумина и полифенолов зеленого чая. Также липосомальные продукты находят все большее применение на рынке БАД, например, мелатонин или витамины в липосомальной форме [4].

В лабораторной и технологической практике для получения и очистки фосфолипидов чаще всего используют методы экстракции растворителями. В зависимости от назначения целевого сырья могут быть использованы хлороформ, метанол, этанол, ацетон и другие растворители. Наиболее эффективно осуществлять экстракцию методом Фолча с использованием смеси хлороформ-метанол (2:1) и соотношением количества растворителя к сырью около 20 [2]. В некоторых случаях могут возникать затруднения при разделении фаз смесью растворителей, особенно при наличии в смеси поверхностно активных веществ или остатков белков. По собственному опыту, в этом случае целесообразно проводить экстракцию с добавлением насыщенного солевого раствора, используя соотношение растворителей по методу Блая-Дайера хлороформ-метанол-водная фаза 1:2:0,8, а для разделения фаз использовать центрифугирование. Для удаления остатков триглицеридов смесь дополнительно обрабатывают ацетоном [2].

И хотя такие методы широко используются в лабораторной и исследовательской практике, есть целый ряд затруднений для их использования в производственной технологии. Во-первых, использование токсических

растворителей часто невозможно или недопустимо для получения продукта пищевого или фармацевтического назначения в связи с трудностями удаления остаточных растворителей. В качестве альтернативы хлороформу и метанолу для получения яичного лецитина используют, например, этиловый спирт. Тем не менее, в этом случае приходится жертвовать выходом и использовать значительные количества растворителя. В последнее время все большее применение находят методы суперкритической  $\text{CO}_2$  экстракции, которые являются безопасными с точки зрения используемого растворителя (сжиженный  $\text{CO}_2$ ) и дают возможность его рекуперации [13]. Однако пока нет данных о широком применении этого метода для получения фосфолипидов из-за значительной стоимости оборудования и ограниченной производительности.

Мембранные методы являются недорогой альтернативой методам экстракции из молочного сырья. По имеющимся в литературе данным, а также своему опыту ультрафильтрация и микрофильтрация позволяют успешно отделять фракции фосфолипидов из пахты [14]. Несмотря на доступность таких методов, в Беларуси отсутствуют технологии выделения фосфолипидов либо липопротеидного комплекса из молока. Соответственно, потенциал молочных фосфолипидов остается неиспользованным.

Существует целый ряд аналитических методик для качественного и количественного обнаружения фосфолипидов. Наиболее удобным и доступным методом для обнаружения является метод тонкослойной хроматографии, однако в первую очередь это метод качественного, а не количественного анализа. Методы высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для фосфолипидов требуют особых хроматографических колонок с дефекацией по светорассеянию [5]. По имеющимся данным, в Беларуси никто таких тестов сейчас не делает. Еще одной проблемой при использовании ВЭЖХ для обнаружения фосфолипидов является то, что это каждый из фосфолипидов, например, фосфатидилхолин, представляет собой не одно химическое вещество, а смесь соединений, имеющих различные остатки жирных кислот в своем составе. По опыту прошлых исследований, еще одним эффективным методом анализа является использование метода ядерного магнитного резонанса на ядрах фосфора  $^{31}\text{P}$ . Метод позволяет достаточно точно определять классы фосфолипидов в смеси, но требует тщательной пробоподготовки и дорогостоящего оборудования [15]. Таким образом, перед исследователями могут стоять определенные затруднения при определении точного состава фосфолипидов в смесях из биологических источников. Наиболее доступным, но трудоемким для исследователей является метод определения фосфолипидов через определение органического фосфора. Однако, в случае определения фосфолипидов молока этот метод требует особенно тщательной очистки фракции фосфолипидов, чтобы избежать наличие других фосфорсодержащих веществ в исследуемой смеси [5].

**Заключение.** Фосфолипиды молока объединяют в себе ценные для пищевой промышленности биологические и технологические свойства. Их существование в виде липопротеидного комплекса обеспечивает им эмульгирующие свойства, превосходящие по своим характеристикам свойства соевого лецитина. Также они могут использоваться для улучшения характеристик БАД, например, повышения биодоступности или растворения активных веществ. Терапевтический потенциал обеспечивается наличием фосфатидилсерина и сфингомиелина, что дает возможность использовать изоляты молочных фосфолипидов в качестве компонентов функционального питания для пожилых людей, либо включать в рацион детского питания.

Разработка методов выделения фосфолипидов молока в чистом виде либо в виде липопротеидного комплекса позволит молокоперерабатывающим предприятиям получать новый ценный продукт, богатый фосфатидилсерином и сфингомиелином.

Для его получения целесообразно использовать мембранные методы (микрофильтрацию и ультрафильтрацию). Итоговый продукт — это эффективный эмульгатор для продуктов питания, обладающий дополнительной биологической активностью, являясь дополнительным источником фосфатидилсерина и сфингомиелина.

### Список использованных источников

1. Шейфель, О. А. Биохимия молока и молочных продуктов. Конспект лекций. Кемерово: КемТИПП. – 2010. – 126 с.
1. Shejfel', O. A. Biohimija moloka i molochnyh produktov. Konspekt lekcij [Biochemistry of milk and dairy products]. Kemerovo: KemTIPP. – 2010. – 126 s.
2. Natural phospholipids: Occurrence, biosynthesis, separation, identification, and beneficial health aspects / Ali AH [et al.] // *Crit Rev Food Sci Nutr.* – 2019. – Vol. 59(2) – P. 253–275.
3. Milk phospholipids: a new ingredient for formulation of functional foods with bioactivity / H. Burling [et al.] // *Inform (Champaign).* – 2009. – Vol. 20. – P. 494–496.
4. Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization / Vanderghem (et al.) // *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* – 2010. – Vol. 14. – P. 485–500.
5. Contarini, G. Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies / G. Contarini, M. Povolo // *Int J Mol Sci.* – 2013. – Vol. 14, iss 2. – P.2808–2831.
6. Богатова, О.В. Химия и физика молока: учебное пособие / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2004. – 137 с.
6. Bogatova, O.V. Himija i fizika moloka: uchebnoe posobie [Milk chemistry and physics] / O.V. Bogatova, N.G. Dogareva. – Orenburg: GOU OGU. – 2004. – 137 s.
7. MacGibbon, A.K.H. Composition and Structure of Bovine Milk Lipids / P.F. Fox, P.L.H. McSweeney // *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids.* – Boston : Springer, 2006. – Ch. 1. – P. 1–42.
8. Isolation and Analysis of Phospholipids in Dairy Foods / Pimentel L. [et al.] // *J Anal Methods Chem.* – 2016. Vol.2016:9827369 – P. 1–12.
9. Conway, V. Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids / V. Conway, S.F. Gauthier, Y. Pouliot // *Animal Frontiers.* – 2014. – Vol.4, iss.2. – P. 44–51.
10. Rodríguez-Alcalá, L. M., Castro-Gómez, M. P., Pimentel, L. L., & Fontecha, J. (2017). Milk fat components with potential anticancer activity-a review / L. Rodríguez-Alcalá [et al.] // *Bioscience reports* – Vol. 37, iss.6 – P. 1–18.
11. Comparison of emulsifying properties of milk fat globule membrane materials isolated from different dairy by-products / T.T.Q. Phan [et al.] // *J Dairy Sci.* – 2014. – Vol. 97, iss. 8. – P. 4799–4810.
12. Properties of emulsions from milk fat globule membrane and its components / H. Shenghua [et al.] // *Int J Food Prop* – 2017. – Vol. 20 – P. 1342–1353.

13. Boselli, E. Supercritical carbon dioxide extraction of phospholipids from dried egg yolk without organic modifier / E. Boselli, MF Caboni // *J Supercrit Fluid* – 2000. – Vol. 19, iss. 1 – P. 45–50.

14. Use of ultrafiltration and supercritical fluid extraction to obtain a whey buttermilk powder enriched in milk fat globule membrane phospholipids / M. R. Costa [et al.] // *Int Dairy J.* – 2010. – V. 20, iss. 9. – P. 598–602.

15. <sup>31</sup>P-ЯМР-спектроскопический контроль получения фосфолипидов с помощью фосфолипазы D / А.И. Василькевич [и др.] // *Известия НАН Беларуси.* – 2015. – №2 – С. 68–71.

15. <sup>31</sup>P-ЯМР-спектроскопический контроль получения фосфолипидов с помощью фосфолипазы D [31P NMR analysis of phospholipids synthesized with help of phospholipase D] / A.I. Vasil'kevich [i dr.] // *Izvestija NAN Belarusi.* – 2015. – №2 – С. 68–71.

*Т.В. Ховзун, А.В. Шах, В.Б. Корако, Е.В. Петрущенко  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОЙКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ РЕЖИМОВ ПРИМЕНЕНИЯ  
НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ  
СЫРНЫХ ФОРМ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

*T. Khovzun, A. Shakh, V. Karaka, A. Piatrushchanka  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

**RESEARCH OF PARAMETERS OF THE SINK AND DISINFECTION BY  
WORKING OUT OF THE DIFFERENTIATED MODES OF APPLICATION  
OF NEW DOMESTIC MEANS FOR SANITARY PROCESSING  
OF CHEESE FORMS IN LABORATORY CONDITIONS**

*e-mail: serebrjakova23@rambler.ru, schach8228@mail.ru, korako7@gmail.com, schach8228@mail.ru*

*Изучена моющая способность и антимикробная активность разрабатываемых отечественных средств для санитарной обработки сырных форм. Разработаны дифференцированные режимы применения новых средств в лабораторных условиях при использовании различных способов мойки и дезинфекции. Проведенные испытания позволили определить основные факторы, влияющие на моющий и обеззараживающий процесс испытуемых средств и оптимизировать их составы по основным компонентам и добавкам.*

*The washing ability and antimicrobial activity of the developed domestic products for the sanitary processing of cheese molds have been studied. Differentiated modes of application of new agents in laboratory conditions using various methods of washing and disinfection have been developed. The tests carried out made it possible to determine the main factors influencing the washing and disinfecting process of the tested agents and to optimize their compositions in terms of the main components and additives.*

**Ключевые слова:** сырные формы; моющее средство; моющая способность; антимикробная активность.

**Key words:** cheese forms; washing-up liquid; washing ability; antimicrobial activity.

**Введение.** Санитарная обработка сырных форм – актуальная проблема для каждого сыродельного комбината. На поверхности форм остаются загрязнения, образующиеся от составных частей молока: фосфолипидов, белков, жирных кислот, части молекул, которых адсорбируются на поверхности форм, образуя сложные органические загрязнения. Сульфаты кальция и магния, находящиеся в воде, также концентрируются на поверхности сырных форм и кристаллизуются в виде твердого, трудноудаляемого налета. Кроме того, в перфорации форм, при некачественной санитарной обработке, образуются сложные минеральные загрязнения, так называемый молочный камень [1]. Санитарная обработка сырных форм должна обеспечить не только удаление загрязнений, возникающих в процессе производства, но и гарантировать безопасность продукции, а также длительный срок эксплуатации сырных форм [2, 3].

Для решения данной задачи необходим комплексный подход, который заключается в разработке современных отечественных моющих средств для санитарной обработки сырных форм, обладающих лучшими очищающими, дезинфицирующими свойствами, для замены дорогостоящих импортных препаратов и неэффективных устаревших средств и технологий.

Для эффективного удаления загрязнений, образующихся на поверхности сырных форм, необходимо изучить моющую способность и антимикробную

активность разрабатываемых щелочных и кислотных средств и отработать дифференцированные режимы их применения как в лабораторных, так и в производственных условиях, с целью учета всех основных факторов, влияющих на качество санитарной обработки.

Созданные средства будут эффективно удалять белковые, жировые загрязнения и минеральные отложения с поверхности форм, обладать антиприлипающим эффектом, предотвращая образование биопленок, эффективно работать при низких температурах, не будут вызывать химической коррозии, будут хорошо совмещаться с различными материалами и иметь антимикробную активность с широким спектром действия.

**Материалы и методы исследований.** При разработке новых отечественных средств для санитарной обработки сырных форм был проведен ряд исследований по изучению их моющей способности и антимикробной активности и разработаны дифференцированные режимы их применения.

Для отработки дифференцированных режимов применения моющих средств с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм при использовании различных способов мойки и дезинфекции в лабораторных условиях были проведены эксперименты по изучению моющей способности в сравнительных условиях. Методика изучения моющей способности проводилась согласно: ОСТ 6-15-1662-90 [4], и основана на определении соотношения массы загрязнителя, удаленного с поверхности материала подложки в процессе мойки к исходной массе загрязнителя до мойки. Пластины подложки должны быть подготовлены к нанесению загрязнителя в соответствии с требованиями методики. В состав загрязнителя входят: смазка, масло льняное, масло подсолнечное, ланолин, эмульгатор, олеиновая кислота, яичный желток и вода. Загрязнитель наносят на подготовленные пластинки с помощью пипетки и тщательно разравнивают кисточкой.

Пластинки с загрязнителем выдерживали при комнатной температуре в течение 30 мин., а затем запекали в сушильном шкафу при температуре  $(220 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение 8 мин., охлаждали до комнатной температуры, взвешивали, результаты взвешивания в граммах записывали с точностью до четвертого десятичного знака.

Готовили растворы моющих средств с массовой долей средства 0,8%, 1,0%, 1,5% и 2,0% в дистиллированной воде.

Подготовленные пластины помещали в отдельные емкости загрязненной поверхностью вверх, клали кусочек (50 мм x 50 мм) плательной ткани из химических волокон и заливали в три емкости по 40 см<sup>3</sup> раствора испытуемого средства при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Емкости закрывали крышками, помещали в аппарат для встряхивания жидкости и встряхивали в течение 15 мин. После встряхивания пластинки промывали в водопроводной воде комнатной температуры в течение 0,5 мин, ополаскивали дистиллированной водой, сушили в сушильном шкафу при температуре 100–120<sup>o</sup>C в течение 60 мин, охлаждали на воздухе в течение 30 мин, взвешивали. Результат взвешивания в граммах записывали с точностью до четвертого десятичного знака. В качестве средства сравнения использовали известное средство, моющая способность которого при расчетах принималась равной 100%.

Относительную моющую способность испытуемого средства (X) в процентах по отношению к средству сравнения вычисляли по формуле 1:

$$X = \frac{X_{и}}{X_{с}} \times 100\% \quad (1)$$

где  $X_{и}$  и  $X_{с}$  – моющая способность испытуемого средства и раствора сравнения, определяемая как массовая доля смытого загрязнителя после обработки пластинки раствором испытуемого средства или раствором сравнения соответственно и, вычисляемая по формуле 2:

$$X_{с} (X_{и}) = \frac{A-B}{C} \times 100\%, \quad (2)$$

где А – масса пластинки с загрязнителем до мытья, г;  
В – масса пластинки с загрязнителем после мытья, г;  
С – масса нанесенного загрязнителя, г.

За результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов трех параллельных определений, абсолютное допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 5%. Результат определения округляли до первого десятичного знака.

Также при отработке дифференцированных режимов применения моющих средств с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм в лабораторных условиях была проведена обработка сырных форм ручным и механизированным способом (пенная мойка) и взяты пробы на остаточное количество белка и жира, а также смывы для определения санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов на определенные тест-культуры.

Отсутствие или наличие белковых загрязнений на поверхностях сырных форм оценивали при помощи тампонных тестов серии «RIDA<sup>®</sup> CHECK».

Наличие жира определяли путем использования методов, описанных в методическом письме Министерства здравоохранения СССР «Простейшие инструментальные методы контроля в практике санитарно-пищевого надзора» (1979г.) [5].

Оценку эффективности обеззараживания различными способами проводили следующим образом. В лабораторных условиях готовили суспензию тест-культуры микроорганизмов в стерильном физиологическом растворе, стандартизировали ее до  $10^9$  КОЕ/мл. Подтверждение содержания клеток в рабочей культуре проводили путем высева на соответствующие агаризованные среды. На тест-объекты (металлические и полипропиленовые формы) наносили суспензию тест-культур, подсушивали, а затем проводили обеззараживание тест-объектов ручным способом и способом пенной мойки в концентрациях 0,8%; 1,0%; 1,5% и 2,0% и экспозиции 15 минут, затем брали смывы и проводили исследования с использованием подложек Rida<sup>®</sup> Count в соответствии с инструкцией №074-0210 от 19.03.2010 г. «Оптимизированные методы количественного выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов» [6].

При проведении испытаний также определяли смываемость химических веществ с поверхностей, для чего проводились исследования на остаточные количества компонентов моющих средств.

Смываемость моющих веществ определяли по следующим методикам:

- наличие или отсутствие остаточной щелочей и кислот проверяли с помощью индикаторной лакмусовой бумаги.

Проверка на остаточные количества дезинфицирующих компонентов, входящих в состав моющих средств, проводили по следующим методикам:

- определение остаточных количеств перекиси водорода определяли с помощью индикаторных пластинок типа «Peroxid-Test»;

- определение остаточных количеств кислот проводили с помощью лакмусовой индикаторной бумаги;

- определение остаточных количеств хлорсодержащих веществ проводили методом титрования;



- определение остаточных количеств алкилбензилдиметиламмоний хлорида проводили в смывной воде методом титрования в кислой среде раствором азотнокислой ртути в присутствии смешанного индикатора на основе дифенилкарбазона и бромфенолового синего.

**Результаты и их обсуждение.** Согласно проведенному анализу, современные технологии позволяют сократить Разработка дифференцированных режимов мойки и дезинфекции заключалась в определении минимальной эффективной концентрации рабочего раствора средства, температуры, экспозиции, способа выполнения санитарной обработки в зависимости от вида загрязнения, степени органических загрязнений, вида и уровня микробиологических загрязнений и материала обрабатываемого объекта.

На основании проведенных нами исследований были отобраны лучшие образцы щелочного и кислотного моющих средств с дезинфицирующим эффектом и отработаны дифференцированные режимы их применения в лабораторных условиях.

Обработка дифференцированных режимов применения моющих средств с дезинфицирующим эффектом состояла из двух этапов.

На первом этапе определялась эффективность моющих средств с дезинфицирующим эффектом по методике, основанной на определении соотношения массы загрязнителя после обработки к исходной массе загрязнителя.

Результаты испытаний щелочных средств на пластинках из нержавеющей стали и полимерных пластинках приведены в таблицах 1–2, а также на рисунках 1–2.

Таблица 1 – Моющая способность образцов щелочных средств на пластинках из нержавеющей стали

Параметры оценки моющей способности, %	Концентрация раствора средства, %	Экспозиция, мин	Температура рабочего раствора, °С		
			40	50	60
Моющая способность	0,8	15	85,6	86,2	86,7
Моющая способность	1,0	15	98,1	98,3	98,4
Моющая способность	1,5	15	98,2	98,5	98,7
Моющая способность	2,0	15	98,3	98,6	99,0

Источник данных: собственная разработка.

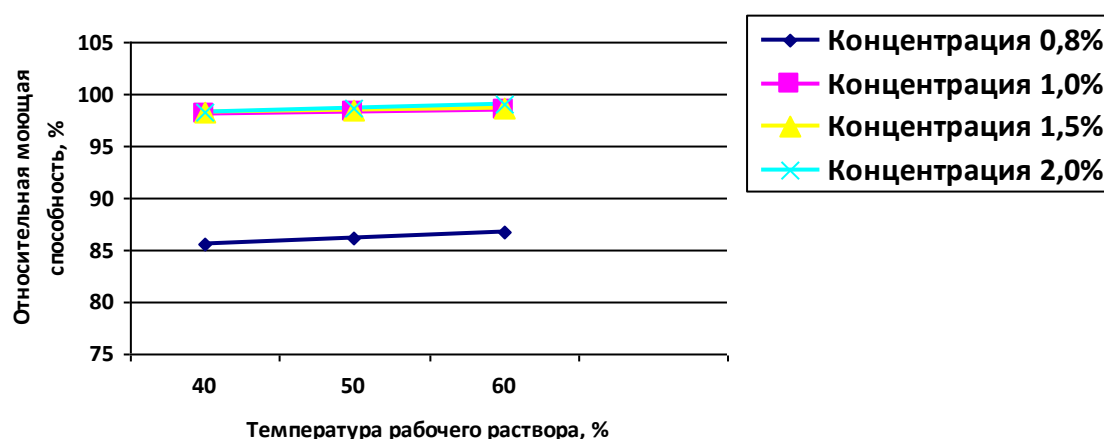


Рисунок 1 – Зависимость относительной моющей способности щелочного средства с различной концентрацией от температуры рабочего раствора на пластинках из нержавеющей стали

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из рисунка 1 относительная моющая способность испытуемого средства на пластинках из нержавеющей стали незначительно возрастает с увеличением температуры. Рабочие растворы средства с концентрацией 1,0%, 1,5%, и 2,0% обладают высоким, практически одинаковым, показателем моющей способности, а образец средства с концентрацией 0,8% обладает также достаточным уровнем моющей способности, но ниже более чем на 10% относительно образцов с большей концентрацией.

Таблица 2 – Моющая способность образцов щелочных средств на полимерных пластинках

Параметры оценки моющей способности, %	Концентрация раствора средства, %	Экспозиция, мин	Температура рабочего раствора, °С		
			40	50	60
Моющая способность	0,8	15	82,2	83,6	83,9
Моющая способность	1,0	15	90,6	90,8	90,9
Моющая способность	1,5	15	91,2	91,9	92,3
Моющая способность	2,0	15	94,0	94,7	94,9

Источник данных: собственная разработка.

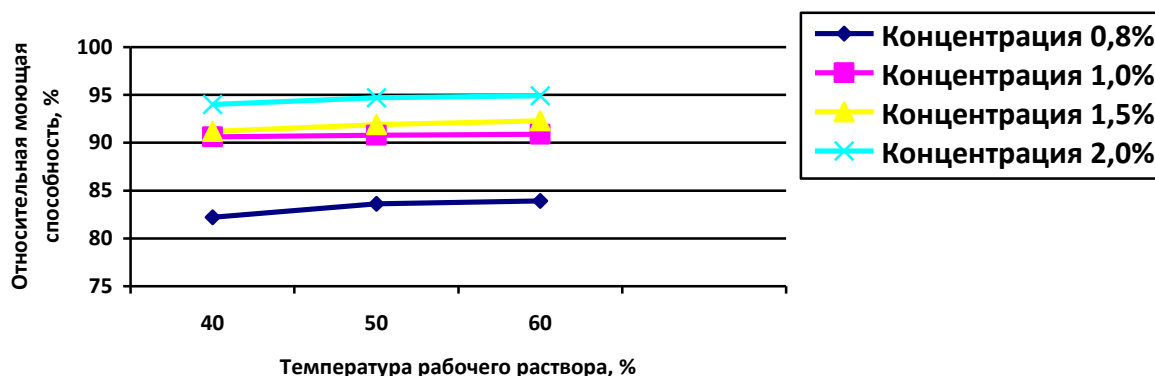


Рисунок 2 – Зависимость относительной моющей способности щелочного средства с различной концентрацией от температуры рабочего раствора на полимерных пластинках

Источник данных: собственная разработка.

Из рисунка 2 видно, что относительная моющая способность испытуемого средства на полимерных пластинках также незначительно возрастает с увеличением температуры. Рабочие растворы средства с концентрацией 1,0% и 1,5% проявили высокий, практически одинаковый, уровень моющей способности более 90%, образец средства с концентрацией 2,0% обладает также высоким уровнем моющей способности, превышающим предыдущие образцы примерно на 3%, а образец средства с концентрацией 0,8% обладает удовлетворительным уровнем моющей способности, не превышающим 84%.

Проведенные испытания показали, что значения моющей способности на полимерных пластинках ниже, чем на пластинках из нержавеющей стали, что очевидно связано с большей шероховатостью и пористостью поверхности и, как следствие, с большей адгезией загрязнения.

Результаты испытаний кислотных средств приведены в таблице 3, а также на рисунке 3.

Таблица 3 – Моющая способность образцов кислотных средств

Параметры оценки моющей способности, %	Концентрация раствора средства, %	Экспозиция, мин	Температура рабочего раствора, °С		
			40	50	60
Моющая способность	0,8	15	72,9	74,3	75,2
Моющая способность	1,0	15	73,8	74,8	75,7
Моющая способность	1,5	15	75,3	76,1	78,0
Моющая способность	2,0	15	78,6	80,1	82,4

Источник данных: собственная разработка.

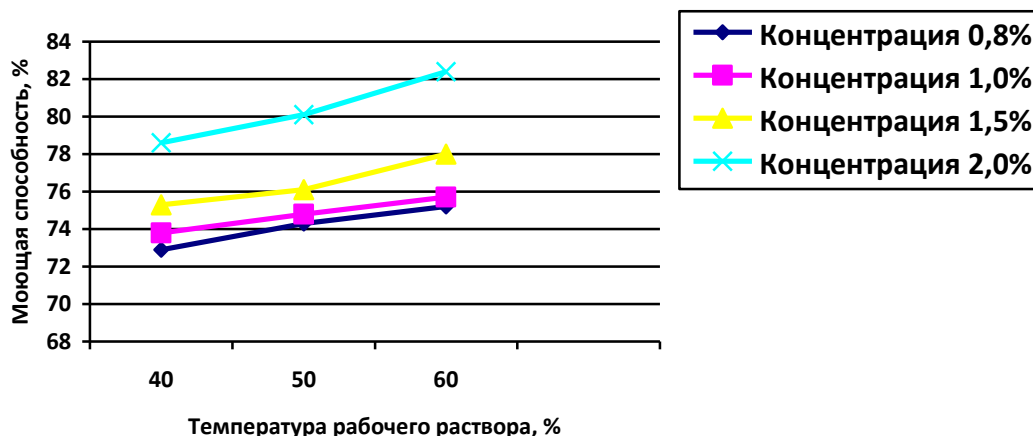


Рисунок 3 – Зависимость моющей способности кислотного средства с различной концентрацией от температуры рабочего раствора

Источник данных: собственная разработка.

Как следует из таблицы 3 во всех используемых растворах средства в течение 15 минут при температуре 40°С растворяется более 70% от начальной массы загрязнителя. При повышении температуры масса остатка загрязнителя после обработки моющими растворами уменьшается, однако полного растворения молочного камня не наблюдается, поскольку белки и жиры, входящие в состав загрязнителя, в кислотах не растворяются. Растворение молочного камня происходит за счет перехода в кислых моющих растворах минеральных солей из нерастворимых форм (ортофосфаты кальция и магния) в растворимые формы (гидро- и дигидрофосфаты).

Как видно из рисунка 3 моющая способность испытуемого средства незначительно возрастает с увеличением температуры. Рабочие растворы средства с концентрацией 0,8% и 1,0% проявили практически одинаковый уровень моющей способности от 73% до 75%, образец средства с концентрацией 1,5% обладает удовлетворительным уровнем моющей способности, превышающим предыдущие образцы примерно на 3%, а образец средства с концентрацией 2,0% обладает высоким уровнем моющей способности, достигающим более 80%.

Вторым этапом была отработка дифференцированных режимов применения моющих средств с дезинфицирующим эффектом при использовании различных способов с оценкой эффективности мойки и дезинфекции.

Оценку эффективности мойки различными способами проводили путем обработки сырных форм ручным и механизированным способом (пенная мойка). Загрязненные формы мыли рабочими растворами разрабатываемых щелочных и кислотных средств в концентрациях 0,8%; 1,0%; 1,5% и 2,0%, при температурах 40°С,

50°C, 60°C и экспозиции 15 минут, затем брали пробы на остаточное количество белка и жира.

Оценку эффективности обеззараживания различными способами проводили следующим образом. В лабораторных условиях готовили суспензию тест-культуры микроорганизмов в стерильном физиологическом растворе, стандартизировали ее до  $10^9$  КОЕ/мл. Подтверждение содержания клеток в рабочей культуре проводили путем высева на соответствующие агаризованные среды. На тест-объекты (металлические и полипропиленовые формы) наносили суспензию тест-культур, подсушивали, а затем проводили обеззараживание тест-объектов ручным способом и способом пенной мойки в концентрациях 0,8%; 1,0%; 1,5% и 2,0% и экспозиции 15 минут, затем брали смывы и проводили исследования.

На рисунках 4–5 представлены результаты исследований по оценке эффективности обеззараживания испытуемого щелочного средства на некоторых тест-культурах при минимальных эффективных режимах обработки сырных форм из нержавеющей стали и полипропилена.

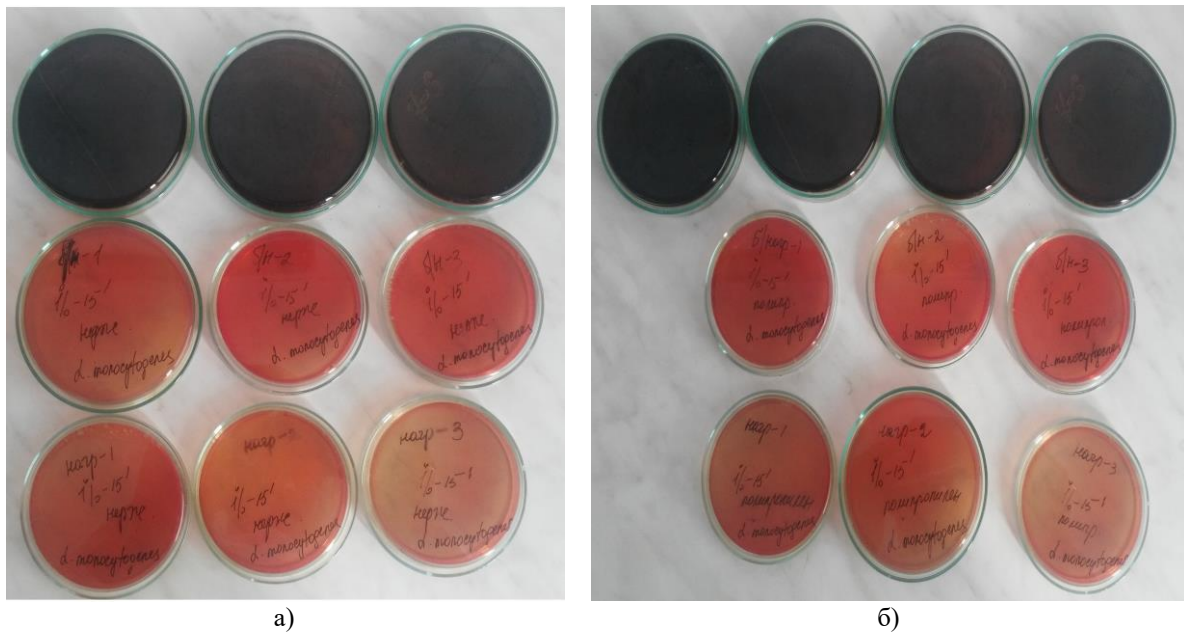
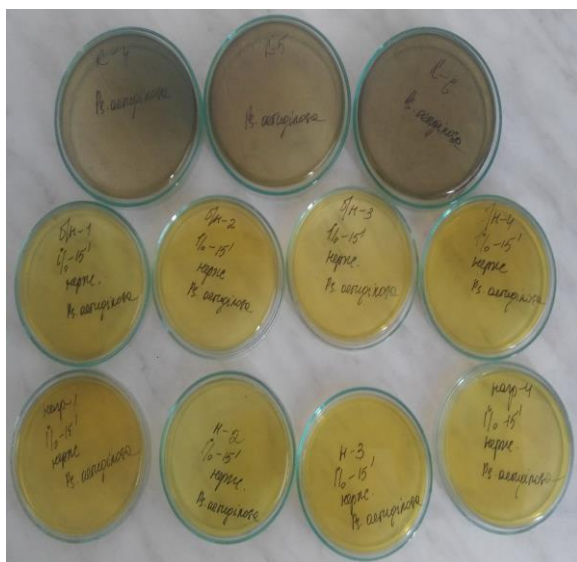


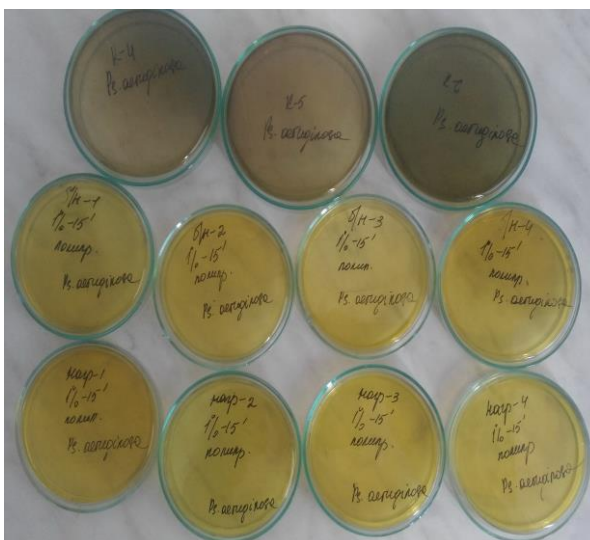
Рисунок 4 – Оценка эффективности обеззараживания щелочного средства в отношении тест-культуры *Listeria monocytogenes*: а – на сырных формах из нержавеющей стали, б – на сырных формах из полипропилена

Источник данных: собственная разработка.





а)



б)

Рисунок 5 – Оценка эффективности обеззараживания щелочного средства в отношении тест-культуры *Pseudomonas aeruginosa*: а – на сырных формах из нержавеющей стали, б – на сырных формах из полипропилена

Источник данных: собственная разработка.

На рисунках 6–7 представлены результаты исследований по оценке эффективности обеззараживания испытуемого кислотного средства на некоторых тест-культурах при минимальных эффективных режимах обработки сырных форм из полипропилена.

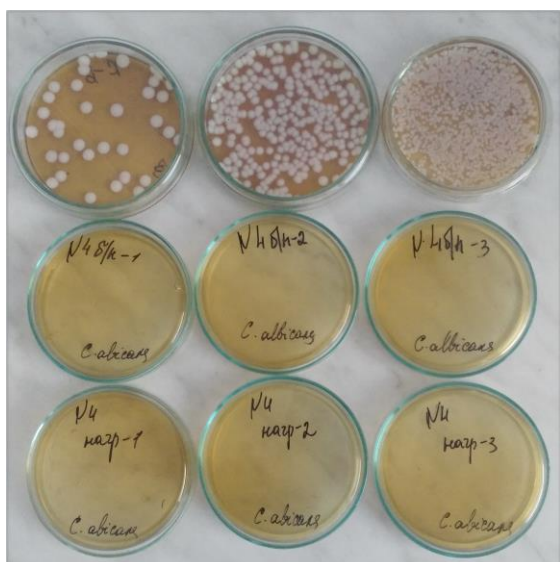


Рисунок 6 – Оценка эффективности обеззараживания кислотного средства в отношении тест-культуры *Candida albicans*

Источник данных: собственная разработка.

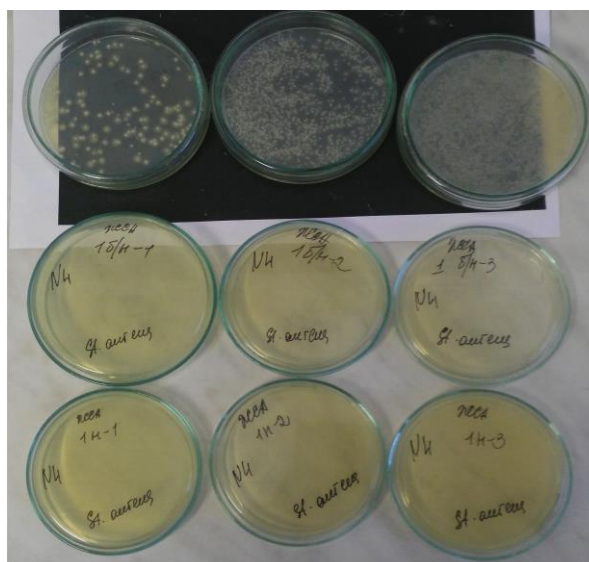


Рисунок 7 – Оценка эффективности обеззараживания кислотного средства в отношении тест-культуры *Staphylococcus aureus*

Источник данных: собственная разработка.

На основании проведенных исследований были подобраны дифференцированные режимы применения щелочного и кислотного моющих средств

с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм в лабораторных условиях при различных методах проведения обработки (таблица 4).

Таблица 4 – Дифференцированные режимы применения моющих средств с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм

Метод проведения санитарной обработки	Материал сырных форм	Температура рабочего раствора, °С	Концентрация рабочего раствора, %	Расход рабочего раствора, мл/м <sup>2</sup>	Экспозиция, мин
Щелочное средство					
Ручной	Нержавеющая сталь	45±5	1,0	500	15
	Полипропилен	45±5	1,0	500	15
Механизированный	Нержавеющая сталь	45±5	1,0	300	15
	Полипропилен	45±5	1,0	300	15
Кислотное средство					
Ручной	Нержавеющая сталь	45±5	0,8	500	15
	Полипропилен	45±5	0,8	500	15
Механизированный	Нержавеющая сталь	45±5	0,8	300	15
	Полипропилен	45±5	0,8	300	15

Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Проведенные испытания позволили оптимизировать составы щелочного и кислотного моющих средств с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм по основным компонентам и добавкам.

При отработке дифференцированных режимов мойки и дезинфекции моющих средств с дезинфицирующим эффектом для санитарной обработки сырных форм в лабораторных условиях определены основные факторы, влияющие на моющий и обеззараживающий процесс испытуемых средств: концентрация рабочего раствора средства, температура, экспозиция, материал обрабатываемого объекта, вид микробиологического загрязнения объекта, способ проведения мойки.

На основании проведенных исследований были подобраны следующие дифференцированные режимы применения щелочного и кислотного моющих средств с дезинфицирующим эффектом.

Щелочное средство:

- ручной способ мойки: полипропиленовые формы (концентрация 1,0%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 500 мл/м<sup>2</sup>), формы из нержавеющей стали (концентрация 1,0%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 500 мл/м<sup>2</sup>);

- механизированный способ мойки: полипропиленовые формы (концентрация 1,0%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 300 мл/м<sup>2</sup>), формы из нержавеющей стали (концентрация 1,0%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 300 мл/м<sup>2</sup>).

Кислотное средство:

- ручной способ мойки: полипропиленовые формы (концентрация 0,8%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 500 мл/м<sup>2</sup>), формы из нержавеющей стали (концентрация 0,8%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 500 мл/м<sup>2</sup>);

- механизированный способ мойки: полипропиленовые формы (концентрация 0,8%, экспозиция 15 мин, температура 45±5°С, расход рабочего раствора 300 мл/м<sup>2</sup>),

формы из нержавеющей стали (концентрация 0,8%, экспозиция 15 мин, температура  $45 \pm 5^\circ\text{C}$ , расход рабочего раствора 300 мл/м<sup>2</sup>).

Использование разрабатываемых средств должно обеспечить эффективную очистку внутренних и внешних поверхностей сырных форм и технологического оборудования от белковых, полисахаридных и жировых загрязнений, молочного камня и минеральных отложений, не вызывая коррозии материалов.

Разрабатываемые средства будут проходить дальнейшие испытания для отработки дифференцированных режимов применения в производственных условиях.

### Список использованных источников

1. Казанский, М.М. Технология молока и молочных продуктов: учеб. пособие / М.М. Казанский [и др.]. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 440 с.
2. Николаев, П.В. Основы химии и технологии синтетических моющих средств: учеб. пособие / П.В. Николаев // Иваново: Иван. гос. хим.-технол.ун-т, – 2007. – 116 с.
3. Ушакова, В.Н. Мойка и дезинфекция. Пищевая промышленность, торговля, общественное питание: монография / В.Н. Ушакова. – СПб.: Профессия, 2009. – 288 с.
4. Средства чистящие бытовые. Методика определения моющей способности : ОСТ 6-15-1662-90 – Введ. 04.07.1990. – Москва : Министерство химической и нефтеперерабатывающей промышленности СССР, 1990. – 9 с.
5. Простейшие инструментальные методы контроля в практике санитарно-пищевого надзора: методическое письмо / сост.: А.К. Кощеев. Пермь: Пермская гор. санэпидстанция, 1979. – 12 с.
6. Оптимизированные методы количественного выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов : инструкция по применению № 074-0210 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.03.2010 г. / БелМАПО ; Н.Д. Коломиец, О.В. Тонко, Н.Н. Левшина, О.В. Волохович. – Минск, 2010. – 11 с.
1. Kazanskij, M.M. Tehnologija moloka i molochnyh produktov: ucheb. posobie [Technology of milk and dairy products] / M.M. Kazanskij [i dr.]. – M.: Pishhepromizdat, 1960. – 440 s.
2. Nikolaev, P.V. Osnovy himii i tehnologii sinteticheskikh mojushhih sredstv: ucheb. posobie [Fundamentals of chemistry and technology of synthetic detergents] / P.V. Nikolaev // Ivanovo: Ivan. gos. him.-tehnol.un-t, – 2007. – 116 s.
3. Ushakova, V.N. Mojka i dezinfekcija. Pishhevaja promyshlennost', torgovlja, obshhestvennoe pitanie: monografija [Washing and disinfection. Food industry, trade, catering] / V.N. Ushakova. – SPb.: Professija, 2009. – 288 s.
4. Sredstva chistyashchiye bytovyye. Metodika opredeleniya moyushchey sposobnosti [Household cleaning products. Method for determining the washing ability] : OST 6-15-1662-90 – Vved. 04.07.1990. – Moskva : Ministerstvo khimicheskoy i neftepererabatyvayushchey promyshlennosti SSSR, 1990. – 9 s.
5. Prostejshie instrumental'nye metody kontrolja v praktike sanitarno-pishhevogo nadzora: metodicheskoe pis'mo [The simplest instrumental control methods in the practice of sanitary-food surveillance] / sost.: A.K. Koshheev. Perm': Permskaja gor. sanjepidstancija, 1979. – 12 s.
6. Optimizirovannyye metody kolichestvennogo vyyavleniya sanitarno-pokazatel'nykh i patogennykh mikroorganizmov [Optimized methods for the quantitative identification of sanitary indicative and pathogenic microorganisms] : instruktsiya po primeneniyu № 074-0210 : utv. M-vom zdravookhraneniya Resp. Belarus' 19.03.2010 g. / BelMAPO ; N.D. Kolomiyets, O.V. Tonko, N.N. Levshina, O.V. Volokhovich. – Minsk, 2010. – 11 s.

*А.Ф. Ильющенко*<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, член-корр. НАН Беларуси, *И.Н. Черняк*<sup>2</sup>,  
*Р.А. Кусин*<sup>3</sup>, к.т.н., доцент, *Н.Н. Якимович*<sup>4</sup>, к.т.н., *И.Н. Дубина*<sup>5</sup>, к.в.н., доцент

<sup>1</sup> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа, Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup> Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>5</sup> Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелецкого, Минск, Республика Беларусь

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

*A. Ilyushchanka*<sup>1</sup>, *I. Charniak*<sup>2</sup>, *R. Kusin*<sup>3</sup>, *N. Yakimovich*<sup>4</sup>, *I. Dubina*<sup>5</sup>

<sup>1</sup> State research and production powder metallurgy association, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> O.V. Roman Powder Metallurgy Institute, Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup> Belarusian state agriculture technical university Minsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup> Institute of Physical-Organical Chemistry of NAS Belarus, Minsk, Republic of Belarus

<sup>5</sup> Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vyshelisky, Minsk, Republic of Belarus

## ESTIMATION OF EFFECTIVE USE OF PROTEIN FEED ADDITIVES PRODUCED BY PROCESSING OF MILK WHEY WITH YEAST CULTURES

*e-mail: alexil@mail.belpak.by, irinacharniak@tut.by, 19081877@mail.ru,  
gms\_124@mail.ru, Dubinain@mail.ru*

*Приведены результаты испытаний инновационной белковой кормовой добавки «ДКБ-МС», полученной переработкой молочной сыворотки дрожжевыми культурами, при кормлении молодняка крупного рогатого скота и свиней, которые свидетельствуют о высокой эффективности применения разработанной добавки. Достигнутые среднесуточные привесы массы опытных животных по сравнению с контрольными, отсутствие аллергических реакций и 100% сохранность позволяет рекомендовать использование добавки «ДКБ-МС» в промышленном скотоводстве и свиноводстве.*

*The results of testing the innovative protein feed additive "DKB-MS" are presented. It was obtained by processing milk whey with yeast cultures when feeding young cattle and pigs, which indicate the high efficiency of the developed additives. The achieved average daily weight gain of the test animals compared to the control ones, the absence of allergic reactions and 100% safety make it possible to recommend the use of "DKB-MS" additive in industrial cattle breeding and pig breeding.*

**Ключевые слова:** Белковая кормовая добавка; кормление свиней; кормление телят; прирост живой массы.

**Keywords:** protein feed additive "DKB-MS"; feeding pigs; feeding calves; liveweight gain.

**Введение.** Содержание в молочной сыворотке 50% сухих веществ молока, включающих до 250 различных соединений (в т.ч. азотистых, микро- и макросоединений, молочного жира, минеральных солей, лактозы, витаминов, ферментов, органических кислот) [1] обуславливает интерес к ее дальнейшей переработке. Так, молочная сыворотка используется для производства лактозы, биогаза, напитков, пищевого белка, других продуктов [2–4]. При этом каждая технология переработки имеет как свои достоинства, так и недостатки. Среди перспективных современных методов переработки молочной сыворотки представляет особый интерес технология получения белковой кормовой добавки в результате микробиологического синтеза с помощью дрожжевых культур, описанная в работе [5]. В первую очередь это связано с актуальностью разработки и



производства отечественных кормовых добавок, обеспечивающих животным крепкое здоровье, высокую продуктивность и хорошее качество продукции. Предложенная в [5] инновационная технология переработки молочной сыворотки позволила создать полноценную добавку кормовую белковую «ДКБ-МС» ТУ ВУ 100185198.183-2018 в виде мелкого сухого порошка кремового цвета с выраженным запахом дрожжей и лёгким запахом молочной сыворотки, имеющую следующие основные характеристики: массовые доли влаги, сырого протеина в сухом веществе и липида не более 6,0, не менее 40,0 и не более 17,0, соответственно, рН восстановленного продукта 6,0–6,5. В работе [6] было показано, что включение добавки «ДКБ-МС» в комбикорм ремонтного молодняка кур по энергетической и белковой питательности равной количеству рыбной муки (5%) способствует повышению интенсивности роста молодняка на 5,2%, снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы на 4,5%, более активно проявляются признаки физиологического созревания молодняка (по смене маховых перьев первого порядка) и признаки полового диморфизма (по размерам гребня).

Целью настоящей работы является оценка производственной эффективности разработанной инновационной белковой кормовой добавки «ДКБ-МС» при кормлении молодняка крупного рогатого скота и свиней.

**Материалы и методы исследований.** Оценка эффективности использования добавки кормовой белковой «ДКБ-МС» проводилась на свиньях и молодняке крупного рогатого скота. Испытания проводили на контрольных и опытных группах животных: контрольные группы кормились комбикормами без добавления добавки кормовой «ДКБ-МС», опытные – с добавлением.

Испытания на молодняке крупного рогатого скота производилось в условиях МТФ «Вильчицы» ОАО «Агрокомбинат «Восход». Для проведения производственной оценки были сформированы две группы телят в возрасте 40–60 дней по 30 голов в каждой. В состав рациона для телят опытной группы была включена добавка кормовая белковая на основе молочной сыворотки «ДКБ-МС», которая использовалась в течение 20 дней.

Кормление животных контрольной группы осуществлялось по традиционной схеме, используемой в хозяйстве.

Испытания на свиньях производились в условиях свиноводческого комплекса УП «Птицефабрика «Елец». Для оценки производственной эффективности на свиньях, из животных на откорме были сформированы опытная и контрольная группа по 100 животных в каждой.

За опытными и контрольными животными велось ежедневное клиническое наблюдение, учитывалась заболеваемость, сохранность поголовья, а также определяли влияние добавки на среднесуточные привесы и биологическую ценность получаемой мясной продукции. Относительная биологическая ценность мяса полученного от животных опытных и контрольных групп определяли с применением инфузорий *Tetrachimena periformis*.

**Результаты и их обсуждение.** На протяжении производственных испытаний на молодняке крупного рогатого скота оценивалось клиническое состояние телят, наличие аллергических реакций, а также сохранность и среднесуточный прирост живой массы. Полученные в ходе исследований результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты производственных испытаний добавки кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДБК-МС», полученные на молодняке крупного рогатого скота

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Количество телят на начало опыта, голов	30	30
Количество телят на момент окончания опыта, голов	30	30
Сохранность, %	100	100
Среднесуточный прирост живой массы, г	544	589

Источник данных: собственная разработка.

Была установлена высокая поедаемость кормов с добавкой кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДКБ-МС».

Анализ результатов показывает, что среднесуточный привес у телят опытной группы, получавших добавку кормовую белковую «ДКБ-МС», на 45 грамм выше по сравнению с животными контрольной группы.

За животными контрольных и опытных групп проводилось наблюдение в течение 20 дней после окончания скармливания комбикормов, содержащих добавку «ДБК-МС». Аллергических реакций на применяемую добавку и негативных побочных эффектов установлено не было. При оценке относительной биологической ценности мяса полученного от животных опытной и контрольной группы было установлено, что биологическая ценность мяса животных опытной группы в среднем на 8,27% была выше по сравнению с мясом животных не получавших кормовой добавки «ДКБ0МС», таблица 2.

Таблица 2 – Биологическая ценность мяса крупного рогатого скота получавшего кормовую добавку «ДБК-МС»

Группа животных	Количество инфузорий, в 1 мл×10 <sup>4</sup>	Относительная биологическая ценность, %	Сумма клеток с отклонениями, %
Опытная	96,5±12,2	109,07	0,81±0,39
Контрольная	88,47±1,1	100	1,71±2,52

Источник данных: собственная разработка.

Оценка производственной эффективности применения добавки кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДКБ-МС» на свиньях показала отсутствие аллергических реакций на применяемую добавку и негативных побочных эффектов, 100% сохранность животных в опытной группе, при этом среднесуточный привес у свиней опытной группы в среднем на 69 грамм (13,58%) выше, чем у животных контрольной группы, таблица 3.

Таблица 3 – Показатели полученные в ходе производственных испытаний добавки кормовой белковой «ДКБ-МС» на свиньях

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Количество свиней на начало опыта, голов	100	100
Количество поросят на момент окончания опыта, голов	98	100
Сохранность, %	98	100
Среднесуточный прирост живой массы, кг	0,508	0,577

Источник данных: собственная разработка.

Установлена высокая поедаемость комбикормов, содержащих белковую кормовую добавку «ДБК-МС».

Важнейшим показателем эффективности применения кормовых добавок является их влияние на качество получаемой продукции. По окончании периода наблюдения за свиньями 5 животных опытной и 5 животных контрольной группы были убиты с целью оценки влияния кормовой добавки «ДБК-МС» на качество получаемого мяса (таблица 4).

Таблица 4 – Массовая доля белка в мышечной ткани опытной и контрольной групп свиней

Группа	№ образца	Массовая доля белка, %
Опытная	1	28,6
	2	27,3
	3	26,9
	4	27,1
	5	25,5
Контрольная	1	24,8
	2	25,7
	3	24,1
	4	23,6
	5	23,6

Источник данных: собственная разработка.

Учитывая, что в среднем в мясе свиней опытной группы содержание белка составляет 27,08%, а в мясе контрольных животных 24,36%, можно однозначно утверждать, что применение кормовой добавки «ДБК-МС» способствовало улучшению белкового обмена свиней опытной группы. Оценка относительной биологической ценности мяса свиней опытной и контрольной группы показала, что биологическая ценность мяса свиней опытной группы на 2,29% выше чем мясо животных не получавших кормовой добавки «ДБК-МС», таблица 5.

Таблица 5 – Биологическая ценность мяса полученного от свиней получавших кормовую добавку «ДБК-МС»

Группа животных	Кол-во инфузорий, в 1 мл×10 <sup>4</sup>	Относительная биологическая ценность, %	Сумма клеток с отклонениями, %
Опытная	129,4±9,0	102,29	0,88±0,21
Контрольная	126,5±1,1	100	1,67±5,48

Источник данных: собственная разработка.

Следовательно, применение кормов с включением в их состав добавки кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДБК-МС» способствует не только повышению продуктивных показателей животных, но и оказывает влияние на качество получаемой продукции, повышая содержание белка в мышечной ткани и его полноценности.

**Заключение.** Обоснована эффективность применения добавки кормовой белковой «ДБК-МС» полученной переработкой молочной сыворотки, при кормлении телят и свиней. Установлено, что корма с добавкой кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДБК-МС» хорошо поедаются молодняком крупного рогатого скота и свиньями, аллергический и побочных реакций не вызывает. При этом, у

животных получавших в составе кормов добавку белковую на основе молочной сыворотки «ДКБ-МС» среднесуточные привесы на 8,27–13,5% выше чем у животных контрольных групп.

Применение добавки кормовой белковой на основе молочной сыворотки «ДКБ-МС» способствует повышению полноценности получаемой мясной продукции. Мясо, как свиней, так и крупного рогатого скота получавшего кормовую добавку «ДКБ-МС» по биологической ценности на 2,2–9,0% превышает мясо контрольных животных.

### Список использованных источников

1. Храмов, А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
1. Khramtsov, A.G. Molochnaya syvorotka [Milk serum] / A.G. Khramtsov. – M.: Agropromizdat, 1990. – 240 s.
2. Храмов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 587 с.
2. Khramtsov, A.G. Tekhnologiya produktov iz molochnoy syvorotki [Whey Products Technology] / A.G. Khramtsov, P.G. Nesterenko. – M.: DeLiprint, 2004. – 587 s.
3. Мишунин, И.Ф. Этюды о биотехнологии / И.Ф. Мишунин, М.И. Шевченко / – Киев: Наукова думка, 1989. – 152 с.
3. Mishunin, I.F. Etyudy o biotekhnologii [Studies in biotechnology] / I.F. Mishunin, M.I. Shevchenko / – Kiyev: Naukova dumka, 1989. – 152 s.
4. Бекер, М.Е. Биотехнология микробного синтеза / М.Е. Бекер [и др.]; под ред. М. Е. Бекера // – Рига: Зинатне, 1980. – 350 с.
4. Beker, M.E. Biotekhnologiya mikrobnogo sinteza [Microbial Synthesis Biotechnology] / M.E. Beker [i dr.]; pod red. M. E. Bekera // – Riga: Zinatne, 1980. – 350 s.
5. Якимович Н.Н. Исследование процесса переработки молочной сыворотки дрожжевыми культурами с целью получения кормового белка Н.Н. Якимович [и др.] / Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья // Сб. научных трудов 2016 // Минск: РУП «Институт мяско-молочной промышленности», 2017. – Вып. 11. – С. 102–108.
5. Yakimovich N.N. Issledovaniye protsessa pererabotki molochnoy syvorotki drozhzhnymi kul'turami s tsel'yu polucheniya kormovogo belka [Study of the process of processing whey by yeast cultures in order to obtain feed protein] N.N. Yakimovich [i dr.] / Aktual'nyye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya // Sb. nauchnykh trudov 2016 // Minsk: RUP «Institut myaso-molochnoy promyshlennosti», 2017. – Vyp. 11. – S. 102–108.

# ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.524.4 (047.31)

Поступила в редакцию 29 января 2020 года

<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-181-188>

*А.В. Мелещя, к.э.н., доцент, Т.В. Демчина, К.А. Марченко  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

*A. Meliashchenia, T. Demchina, K. Marchenko  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF BOILED-SMOKED SAUSAGE PRODUCTS AT THE MODERN STAGE

*e-mail: aleksmel@tut.by, stanmeat@mail.ru, kristinka250693@mail.ru*

*Изучены особенности современного технологического процесса изготовления варено-копченых колбасных изделий. В промышленных условиях проведена обработка установленных оптимальных режимов термической обработки по двум схемам в зависимости от наличия вторичного копчения. Проведены исследования показателей качества и безопасности изготовленных образцов. На основании проведенных исследований ведется разработка типовой технологической инструкции по изготовлению варено-копченых колбасных изделий по государственному стандарту.*

*The features of the modern technological process of manufacturing boiled-smoked sausages, including depending on the method of preparation of raw meat, on the type and diameter of the shell, the presence of secondary smoking, are studied. In industrial conditions, the established optimal heat treatment modes were tested according to two schemes, depending on the presence of secondary smoking. Investigations of quality and safety indicators of manufactured samples. Based on the studies, a standard technological instruction for the manufacture of cooked smoked sausages according to the state standard is being developed.*

**Ключевые слова:** варено-копченые колбасные изделия; технологические режимы; современная технология изготовления; термическая обработка.

**Key words:** boiled-smoked sausage products; technological modes; modern manufacturing technology; heat treatment.

**Введение.** С повышением технического уровня производства, достижениями науки и социально-экономического прогресса изменяются и требования к качеству колбасных изделий. Отличительной особенностью современного колбасного производства является интенсификация технологических процессов с целью оптимизации затрат предприятия. При этом, важными остаются вопросы качества и безопасности колбасных изделий. Интенсификация технологического процесса изготовления варено-копченых колбасных изделий в настоящее время выражается, в основном, в сокращении цикла термической обработки.

В то же время на территории страны отсутствуют единые подходы к изготовлению варено-копченых колбасных изделий, которые учитывали бы применение современного оборудования, новых видов материалов, пищевых добавок, изменившиеся вкусовые предпочтения потребителей, а также обеспечивали стабильное качество готовых колбасных изделий за счет оптимальных параметров технологического процесса.

Традиционный технологический процесс изготовления по ГОСТ 16290-86 достаточно длительный (до 10–12 суток) и направлен на изготовление узкого

ассортимента (5 наименований) колбас с низкими показателями влажности и высокой себестоимостью.

В связи с этим, с учетом ведущейся разработки государственного стандарта Республики Беларусь вида общих технических условий, актуальным является изучение современного процесса изготовления варено-копченых колбасных и последующая разработка типовой технологической инструкции, регламентирующей унифицированную технологию изготовления варено-копченых колбасных изделий, в том числе на основе традиционного и современного процесса изготовления.

**Материалы и методы исследований.** В качестве *материалов* при выполнении работы были изучены и проанализированы сведения, полученные от шести крупных мясоперерабатывающих предприятий Республики Беларусь. Изучена и проанализирована информация ряда литературных источников [1–5], а также нормативно-законодательных документов, имеющих отношение к производству и организации технологического процесса изготовления колбасных изделий, действующих на территории Республики Беларусь и ЕАЭС.

Для определения показателей качества и безопасности опытных образцов варено-копченых колбасных изделий использовали следующие *методы исследований*:

- физико-химические показатели – массовая доля белка по ГОСТ 25011-81, массовая доля жира по ГОСТ 23042-2015, массовая доля влаги по ГОСТ 9793-2016, массовая доля хлористого натрия по ГОСТ 9957-2015, массовая доля общего фосфора в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по СТБ ГОСТ Р 51482-2001, массовая доля нитрита натрия по ГОСТ 8558.1-2015;

- микробиологические показатели – *Salmonella* по ГОСТ 31659-2012, *Listeria monocytogenes* по ГОСТ 32031-2012, бактерии группы кишечных палочек по ГОСТ 31747-2012, *S.aureus* по ГОСТ 31746-2012, сульфредуцирующие клостридии по ГОСТ 29185-91.

**Результаты и их обсуждение.** Согласно проведенному анализу, современные технологии позволяют сократить продолжительность технологического процесса изготовления варено-копченых колбасных изделий до 1–6 суток (в зависимости от выбранного способа подготовки сырья, сорта, диаметра батона и т.д.). При этом основные отличия современного технологического процесса составляют режимы термической обработки, а также режим осадки и процесс подготовки мясного сырья и приготовления фарша.

*Подготовка мясного сырья.*

В современной технологии возможно использование следующих способов подготовки мясного сырья и приготовления фарша:

- 1) в фаршемешалке — из предварительно посоленного мясного сырья
- 2) в куттере —
  - из замороженного мясного сырья
  - из смеси мясного сырья различного термического состояния —
    - из замороженного и посоленного мясного сырья
    - из замороженного и охлажденного мясного сырья

При этом варианты приготовления фарша из посоленного и замороженного мясного сырья аналогичны технологии изготовления колбас традиционного ассортимента и используются реже остальных при изготовлении отдельных наименований колбас (в частности, с крупным характерным рисунком на разрезе типа «ветчинная» и мелким типа «сервелат» соответственно).

Наиболее часто применяемым способом приготовления фарша в настоящее время является использование смеси мясного сырья различного термического состояния с приготовлением в куттере, что существенно сокращает продолжительность процесса подготовки мясного сырья. Современные высокоскоростные куттеры позволяют перерабатывать сырье в охлажденном и замороженном виде без его предварительного измельчения, а также измельчать и смешивать все составные части фарша. Кроме того, они отличаются специальной заточкой и профилем ножей, снижающими термическую нагрузку на фарш, наличием вакуумирования, что способствует уменьшению пористости и улучшению окраски готовой продукции. Все эти факторы создали предпосылки для применения предприятиями этого варианта приготовления фарша, в связи с чем его следует учитывать в отраслевой документации и установить оптимальные значения ключевых технологических параметров.

Оптимальная продолжительность куттерования и рекомендуемая температура фарша в случае приготовления фарша на куттере с использованием смеси сырья различного термического состояния аналогичны изготовлению из подмороженного сырья. При этом, температура направляемого на приготовление фарша замороженного сырья должна быть не выше минус 8°C, охлажденного или посоленного – не выше 4°C. Важным дополнительным фактором при приготовлении фарша данным способом является количество вносимого замороженного мясного сырья. Для исключения вероятности перегрева фарша в процессе куттерования, рекомендуемое количество мясного сырья, вносимого в замороженном виде, составляет не менее 50% от общего количества мясного сырья. Возможно уменьшение доли вносимого в замороженном виде мясного сырья (например, при использовании сырья с более низкой температурой), при условии исключения перегрева фарша.

Данные параметры обоснованы в первую очередь тем, что интенсивное воздействие режущего механизма куттера на мясное сырье сопровождается выделением большого количества тепла. В случае использования мясного сырья только в охлажденном виде средняя температура фарша в процессе куттерования повышается до 17–20°C, а локальная температура в местах контакта ножей куттера с фаршем значительно выше. В связи с этим существует опасность местного перегрева фарша до температуры, близкой к температуре денатурации белков, что оказывает отрицательное воздействие на влагосвязывающую способность и структурно-механические свойства фарша и при дальнейшей термической обработке возрастает риск возникновения бульонных и жировых отеков готового продукта.

#### *Осадка.*

Согласно проведенному анализу осадку варено-копченых колбасных изделий проводят при температурах не выше 8°C, что не противоречит традиционной технологии. Продолжительность же осадки в современной технологии сокращена и зависит также от диаметра колбасной оболочки и сортности колбасных изделий. Последнее связано с тем, что в колбасных изделиях низших сортов используется мясное сырье с меньшим содержанием мышечной ткани, а также возможна замена части мясного сырья в соответствии с установленными требованиями. В таком случае уменьшается способность фарша к самопроизвольному восстановлению, при этом достижению плотности и монолитности фарша дополнительно способствует применение белковых препаратов, пищевых фосфатов, регуляторов кислотности. Кроме того, сокращается требуемая продолжительность реакций цветообразования, протекание которых основано на взаимодействии мышечного белка миоглобина с нитритами.

В результате работы установлена оптимальная продолжительность осадки по современной технологии: для колбас высшего сорта 12–24 ч; остальных сортов 8–18 ч; для колбасок высшего сорта 6–12 ч; остальных сортов 4–9 ч.

#### *Термическая обработка.*

Согласно проведенному анализу, используемые в настоящее время технологические режимы термической обработки варено-копченых колбасных изделий существенно отличаются от традиционных режимов изготовления колбас по ГОСТ 16290-86. При этом, величина параметров термической обработки варьируется в зависимости от:

- Типа используемой оболочки. Установлено, что процесс изготовления в полиамидных проницаемых оболочках обладает отличительной особенностью, выражающейся в увеличении температуры копчения до 65–75°C. Это обусловлено характерным для них свойством к увеличению паропроницаемости и газопроницаемости при температурах выше 60°C. При применении более низких температур копчения, существенно снижается проницаемость оболочки для коптильных веществ. Кроме того, при изготовлении в полиамидных оболочках допускаются температуры варки до 80°C, что обусловлено повышенной термостойкостью оболочек.

- Диаметра используемой оболочки. В случае изготовления в виде колбасок (диаметром до 32 мм) продолжительность отдельных стадий термообработки сокращается в 1,5–2 раза по сравнению с изготовлением в виде колбас.

- Схемы термической обработки. Предприятиями отрасли в зависимости от наличия или отсутствия вторичного копчения используются две схемы – с однократным копчением и с вторичным копчением. На рисунке 1 изображен ориентировочный график изменения температуры в процессе термической обработки в зависимости от применяемой схемы.

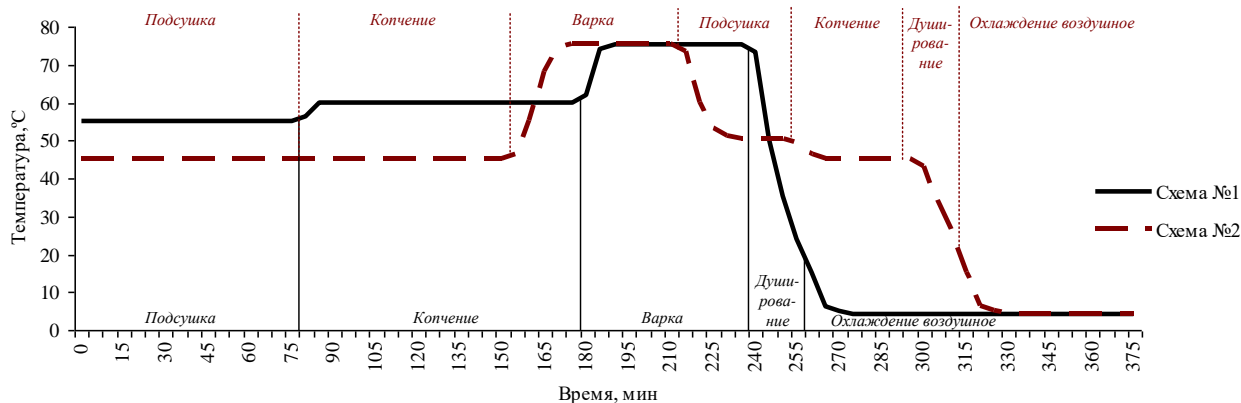


Рисунок 1 – Ориентировочные режимы термообработки варено-копченых колбас в зависимости применяемой схемы

Источник данных: собственная разработка.

При изготовлении колбасных изделий по схеме №1 продолжительность технологического процесса несколько меньше, так как после варки колбасные изделия сразу подвергаются охлаждению. Однако в таком случае для обеспечения протекания реакций цветообразования, а также требуемого уровня гидролиза коллагена соединительной ткани, как правило, применяются более высокие температуры подсушки и копчения. Применение схемы №2 с вторичным копчением позволяет достичь более интенсивного цвета и аромата копчения в случае необходимости.

Таким образом, в результате работы разработаны две схемы термической обработки по современной технологии.



Схема №1 включает следующие стадии: *подсушка* (при температуре 50–60°C в течение 40–120 мин для колбас, 20–40 мин для колбасок), *копчение* (при температуре 55–65°C в течение 80–120 мин для колбас, 20–60 мин для колбасок), *варка* (при температуре 73–76°C в течение 40–90 мин для колбас, 20–40 мин для колбасок), *охлаждение душированием* (холодной водопроводной водой с рекомендуемой температурой 10–15°C в течение 10–30 мин до достижения рекомендуемой температуры в центре колбасного батона 25–35°C), *охлаждение воздушное* (при температуре 0–6°C до достижения температуры в центре колбасного батона равной температуре хранения).

Схема №2 включает следующие стадии: *подсушка* (при температуре 40–50°C в течение 40–120 мин для колбас, 20–40 мин для колбасок), *первичное копчение* (при температуре 40–50°C в течение 60–90 мин для колбас, 20–60 мин для колбасок), *варка* (при температуре 73–76°C в течение 40–90 мин для колбас, 20–40 мин для колбасок), *охлаждение* (при температуре не выше 20°C в течение 2–4 ч) *или подсушка* (при температуре 45–60°C в течение 15–60 мин), *вторичное копчение* (при температуре 40–50°C в течение 20–60 мин), *охлаждение душированием* (холодной водопроводной водой с рекомендуемой температурой 10–15°C в течение 10–30 мин до достижения рекомендуемой температуры в центре колбасного батона 25–35°C), *охлаждение воздушное* (при температуре 0–6°C до достижения температуры в центре колбасного батона равной температуре хранения).

Для обеих схем термической обработки колбасные изделия, при необходимости, дополнительно подвергают сушке при температуре 10–12°C и относительной влажности воздуха 75–78% до достижения продуктом нормируемой массовой доли влаги. В таком случае после сушки колбасные изделия дополнительно подвергают воздушному охлаждению при температуре 0–6°C до достижения температуры в центре батона равной температуре хранения.

*Отработка технологических режимов изготовления.*

С целью оценки приемлемости установленных значений технологических параметров изготовления варено-копченых колбасных изделий на ОАО «Гродненский мясокомбинат» была проведена отработка технологических режимов термической обработки для обеих схем:

- схема №1 (с однократным копчением);
- схема №2 (с вторичным копчением).

При отработке обеих схем использовались аналогичные: рецептура (высшего сорта), оболочка (искусственная белковая типа «Ко-Ко Е» (Сербия) калибром 60 мм), способ подготовки мясного сырья и приготовления фарша.

Приготовление фарша осуществляли в вакуумном куттере А 170-03 (Россия) с использованием смеси замороженного (свинина полужирная, шпик, жир-сырец) и охлажденного (говядина колбасная, свинина нежирная) мясного сырья. Сырье в виде замороженных блоков предварительно измельчали на машине для нарезки мороженых продуктов Magurit Fromat 053 (Германия) на куски толщиной от 20 до 50 мм, чтобы ножи куттера могли захватить и измельчить куски сырья. В рецептуре использовались также смесь посолочно-нитритная, соль поваренная и комплексная пищевая добавка, включающая в себя пряности и их экстракты, регулятор кислотности, усилитель вкуса, антиокислитель, сахара и соль. Куттерование проводили в течение 5 мин. Температура фарша по окончании куттерования составила минус 3°C.

После приготовления фарш направили на формование, которое осуществляли на вакуумном шприце-наполнителе Handmann VF 628 (Германия) с последующим автоматическим наложением скрепок на концы батонов с помощью клипсатора POLI-KLIP FCA 3430-18 (Германия). Далее сформованные колбасные батоны навесили на рамы и направили на осадку.

Осадку колбас для обеих схем проводили в камере осадки с постоянным поддержанием температуры на уровне  $4\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 12 ч. По окончании осадки колбасные изделия направили на термическую обработку.

Термическую обработку для обеих схем проводили в универсальных коптильных варочных камерах VEMAG (Германия), за исключением воздушного охлаждения.

Термообработка проводилась в соответствии с описанными выше величинами технологических параметров и включала следующие стадии: схема №1 – подсушка, копчение, варка, охлаждение душированием, охлаждение воздушное; схема №2 – подсушка, первичное копчение, варка, охлаждение, вторичное копчение, охлаждение душированием, охлаждение воздушное.

Воздушное охлаждение проводили в камере охлаждения с постоянным поддержанием температуры на уровне  $2\pm 2^\circ\text{C}$  до достижения продуктом температуры хранения (в течение 4 ч).

По окончании технологического процесса изготовленные образцы имели выраженный аромат и вкус копчения, характерный для данной группы продукции.

Были отобраны образцы колбас для определения физико-химических и микробиологических показателей. Результаты испытаний по определению физико-химических показателей качества приведены в таблице 1, микробиологических показателей безопасности – в таблице 2.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества готовых колбас

Наименование показателя	Нормируемое значение*	Результат испытаний (фактическое значение)	
		схема №1	схема №2
Массовая доля влаги, %	не более 55	48,15	47,20
Массовая доля белка, %	не менее 12	14,23	15,08
Массовая доля жира, %	не более 45	31,11	31,68
Массовая доля хлористого натрия, %	не более 4,0	2,80	2,86
Массовая доля нитрита натрия, %	не более 0,005	0,0020	0,0022
Массовая доля общего фосфора в пересчете на $\text{P}_2\text{O}_5$ , %	не более 0,8	0,50	0,51

\* В качестве нормируемого значения приведены значения показателей для колбас высшего сорта, установленные в окончательной редакции проекта государственного стандарта СТБ «Изделия колбасные варено-копченые. Общие технические условия» после согласования с заинтересованными организациями.

Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что по показателям качества колбасы, изготовленные как по схеме с однократным копчением, так и с вторичным, соответствовали установленным требованиям.

При этом, в случае изготовления с применением вторичного копчения массовая доля влаги в готовом продукте незначительно меньше и, следовательно, наблюдается незначительное увеличение массовой доли остальных показателей. Таким образом, применение вторичного копчения после процесса варки (проводимой при высокой относительной влажности воздуха до 100%) способствует несколько большему обезвоживанию колбасных изделий по сравнению с изготовлением без его применения.

С учетом того, что в процессе изготовления были достигнута нормируемая влажность колбас, проведение дополнительной сушки колбас не потребовалось.

Таблица 2 – Микробиологические показатели безопасности готовых колбас

Наименование показателя	Нормируемое значение [6,7,8]	Результат испытаний (фактическое значение)	
		схема №1	схема №2
<i>Salmonella</i>	не допускается в 25 г	в 25 г не обнаружено	в 25 г не обнаружено
<i>Listeria monocytogenes</i>	не допускается в 25 г	в 25 г не обнаружено	в 25 г не обнаружено
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не допускается в 1 г	в 1 г не обнаружено	в 1 г не обнаружено
<i>S.aureus</i>	не допускается в 1 г	в 1 г не обнаружено	в 1 г не обнаружено
Сульфредуцирующие клостридии	не допускается в 0,1 г*	в 0,1 г не обнаружено	в 0,1 г не обнаружено

\* Для варено-копченых колбасных изделий, срок годности которых превышает 5 суток, в т.ч. нарезанных и упакованных под вакуумом и в условиях модифицированной атмосферы.

Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что по микробиологическим показателям безопасности колбасы, изготовленные по обеим схемам соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013, Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 №52.

Исследование других нормируемых показателей безопасности (токсичных элементов, антибиотиков, радионуклидов и т.д.) не проводилось, так как их величина определяется в первую очередь используемым при изготовлении сырьем, и не зависит от применяемых режимов термической обработки.

**Заключение.** Изученные и установленные в результате работы оптимальные параметры технологического процесса являются достаточными для формирования характерного для данной продукции вкусоароматического букета и для обеспечения качества и безопасности готовых варено-копченых колбасных изделий. С учетом полученных результатов в настоящее время ведется разработка типовой технологической инструкции по изготовлению варено-копченых колбасных изделий по государственному стандарту.

### Список использованных источников

1. Зонин, В.Г. Современное производство колбасных и солено-копченых изделий. СПб.: Профессия, 2006. – 224 с.
1. Zonin, V.G. Sovremennoe proizvodstvo kolbasnyh i soleno-kopchenyh izdelij [Modern production of sausages and salted-smoked products]. SPb.: Professija, 2006. – 224 s.
2. Фейнер, Г. Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации / Г. Фейнер. – Пер. с англ. Н.В. Магды, научн. ред. проф., чл.-кор. Международной академии информатизации при ООН В.Г. Проселков, канд. техн. наук Т.И. Проселкова. – СПб.: Профессия, 2010. – 720 с.
2. Fejner, G. Mjasnye produkty. Nauchnye osnovy, tehnologii, prakticheskie rekomendacii [Meat products. Scientific fundamentals, technologies, practical recommendations] / G. Fejner. – Per. s angl. N.V. Magdy, nauchn. red. prof., chl.-kor. Mezhdunarodnoj akademii informatizacii pri OON V.G. Proselkov, kand. tehn. nauk T.I. Proselkova. – SPb.: Professija, 2010. – 720 s.
3. Семенова, А.А., Лебедева Л.И., Волкова Е.В. Современные технологии производства варено-копченых колбас / А.А. Семенова, Л.И. Лебедева, Е.В. Волкова // Мясной ряд. – 2006. – №3. – С. 66–68.
3. Semenova, A.A., Lebedeva L.I., Volkova E.V. Sovremennye tehnologii proizvodstva vareno-kopchenyh kolbas [Modern production technologies boiled-smoked sausages] / A.A. Semenova, L.I. Lebedeva, E.V. Volkova // Mjasnoj rjad. – 2006. – №3. – S. 66–68.
4. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов Книга 2. Технология мясных продуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС. – 2009. – 712 с.
4. Rogov, I.A. Tehnologija mjasna i mjasnyh produktov Kniga 2. Tehnologija mjasnyh produktov [Technology of meat and meat products Book 2. Technology of meat products] / I.A. Rogov, A.G. Zabashta, G.P. Kazjulin. – M.: KolosS. – 2009. – 712 s.

5. Кичко, Ю.С. Использование новых видов оболочек в производстве колбасных изделий / Ю.С. Кичко, М.Д. Романенко, З.Ж. Бешанова // Все о мясе. – 2017. – № 6. – С. 45–47.

6. О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 01.07.2013 (переиздание ноябрь 2015) / Евраз. экон. комис. – Минск, 2015. – 155 с.

7. О безопасности мяса и мясной продукции : ТР ТС 034/2013 : принят 09.10.2013 : вступ. в силу 01.05.2014 (переиздание январь 2019) / Евраз. экон. комис. – Минск, 2013. – 48 с.

8. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов»: утв. Пост. М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.2013 №52 : введ. 16.07.2013. – Минск, 2013. – 342 с.

5. Kichko, Yu.S. Ispol'zovaniye novykh vidov obolochek v proizvodstve kolbasnykh izdeliy [Use of new types of casings in the sausages production] / Yu.S. Kichko, M.D. Romanenko, Z.Zh. Beshchanova // Vsyo o myase. – 2017. – № 6. – P. 45–47.

6. O bezopasnosti pishhevoj produkcii [About food safety]: TR TS 021/2011 : prinjat 09.12.2011 : vstup. v silu 01.07.2013 (pereizdanie nojabr' 2015) / Evraz. jekon. komis. – Minsk, 2015. – 155 s.

7. O bezopasnosti mjasa i mjasnoj produkcii [About the safety of meat and meat products] : TR TS 034/2013 : prinjat 09.10.2013 : vstup. v silu 01.05.2014 (pereizdanie janvar' 2019) / Evraz. jekon. komis. – Minsk, 2013. – 48 s.

8. Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlja cheloveka prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyh produktov» [Hygienic Standard «Indicators of Safety and Safety for Humans of Food Raw Materials and Food Products»] : utv. Post. M-va zdravooxranenija Resp. Belarus' 21.06.2013 №52 : vved. 16.07.2013. – Minsk, 2013. – 342 s.

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, И.В. Калтович, к.т.н., доцент, Г.П. Пинчук  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСЕЙ И ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*A. Meliaschenya, I. Kaltovich, G. Pinchuk  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CULINARY PRODUCTS PRODUCTION USING MIXTURES AND EMULSIONS FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES

*e-mail: aleksmel@tut.by, irina.kaltovich@inbox.ru, gripin\_2503@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по определению рациональных технологических параметров производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения для аддитивных технологий. Установлено, что при изготовлении изделий с использованием смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональная высота слоя, позволяющая обеспечить устойчивость и сохранность формы изделия (при фиксированном диаметре отверстия кулинарного шприца – 7 мм и оптимальной длине слоя - 100 мм), составляет от 14–21 мм (при ширине слоя 7 мм) до 133–154 мм (при ширине слоя 98 мм), что позволяет обеспечить улучшенные структурно-механические (ПНС – 1090,7–1099,9 Па) и функционально-технологические показатели данных изделий (ВУС – 92,7–97,5%). Определена рациональная последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления (3 минуты), степень гидратации (1:2 – 1:3) и температура воды для восстановления сухих смесей (60±1°C), что позволило разработать технологическую схему производства кулинарных изделий на основе эмульсий и сухих смесей с использованием аддитивных технологий.*

**Ключевые слова:** кулинарные изделия; сухие смеси; эмульсии; мясо цыплят-бройлеров; свинина; говядина; длина, ширина и высота слоя; последовательность внесения;

*The article presents the results of research on the determination of rational technological parameters for the production of culinary products using dry mixtures and emulsions based on animal raw materials for additive technologies. It was found that when making products using mixtures and emulsions based on broiler chicken meat, as well as a combination of broiler chicken meat and pork, pork and beef (ratio 1:1) rational height of the layer, which makes it possible to ensure stability and safety of the product shape (with a fixed diameter of the opening of the culinary syringe – 7 mm and the optimal length of the layer - 100 mm), is from 14–21 mm (with a layer width of 7 mm) and up to 133–154 mm (with a layer width of 98 mm), which allows for improved structural and mechanical (SSL – 1090.7–1099.9 Pa) and functional and technological indicators of these products (WHC – 92.7–97.5%). The rational sequence of application and the duration of chopping of the main and auxiliary raw materials for the manufacture of emulsions, the duration of preparation (3 minutes), the degree of hydration (1:2 – 1:3) and the temperature of water for the reduction of dry mixtures (60±1°C) were established, which made it possible to develop technological schemes for the production of culinary products using additive technologies.*

**Keywords:** culinary products; dry mixtures; emulsions; broiler chicken meat; pork; beef; length, width and height of the layer; application sequence;

продолжительность куттерования эмульсий;  
продолжительность составления сухих смесей;  
степень гидратации; температура воды;  
предельное напряжение сдвига;  
влагоудерживающая способность.

chopping duration; duration of dry mixtures; degree  
of hydration; water temperature; shear stress limit;  
water holding capacity.

**Введение.** В настоящее время достижения научно-технического прогресса получили широкое развитие в различных отраслях производства. Использование достижений фундаментальных исследований привело к разработке новых машин и аппаратов, технологий, методов и способов создания продукции, повсеместному использованию революционных идей в обычной жизни [1–5].

Одним из современных прикладных направлений в развитии общества является 3D-печать (3D-printing, 3DP), которая представляет собой процесс производства посредством сбора слоев исходного материала для создания трехмерного физического объекта из его цифровой модели. 3D-печать заключается в послойном формировании изделий с помощью специальных устройств – 3D-принтеров. Достоинством данных технологий является возможность быстрого и относительно недорогого изготовления сложнейших конструкций по индивидуальным проектам. Это достоинство имеет важное значение и для пищевой промышленности [6–9].

Технологии 3D-печати существуют более 20 лет и в настоящее время широко используются в США и Западной Европе. На сегодняшний день использование аддитивных технологий для пищевой промышленности Республики Беларусь также представляет значительный интерес [10–13]. Специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработаны сухие смеси и эмульсии на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления мясных продуктов с использованием аддитивных технологий. Следовательно, достаточно актуальным вопросом является определение рациональных технологических параметров производства изделий на основе разработанных смесей и эмульсий, что позволит обеспечить развитие инновационного направления мясоперерабатывающей промышленности Республики Беларусь – изготовление оригинальных мясных продуктов с использованием 3д-технологий.

**Цель исследований** – определение технологических параметров производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения для аддитивных технологий.

**Материалы и методы исследований.** Материалы исследований – последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления, степень гидратации и температура воды для восстановления сухих смесей, параметры изготовления кулинарных изделий (длина, ширина, высота слоя) с использованием сухих смесей и эмульсий, структурно-механические и функционально-технологические показатели кулинарных изделий.

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате выполнения НИР определены рациональные параметры изготовления кулинарных изделий (длина, ширина, высота слоя) с использованием смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1). При проведении исследований принята рациональная длина печати – 100 мм (на основании анализа литературных источников) и фиксированный диаметр отверстий кулинарного шприца – 7 мм. В соответствии с принятыми параметрами определена

максимально возможная высота слоя при изготовлении кулинарных изделий, обеспечивающая устойчивость и сохранность формы изделия, в зависимости от ширины слоя (от 7 до 98 мм с шагом 7 мм (диаметр отверстий кулинарного шприца)).

Установлена последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, позволяющие обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели кулинарных изделий:

- *из мяса цыплят-бройлеров* (общая продолжительность – 4 минуты): мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 6 минут): свинина вареная (2 мин) → мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из свинины и говядины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 8 минут): говядина вареная (3 мин) → свинина вареная (2 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин).

Определена рациональная продолжительность составления сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления кулинарных изделий с использованием аддитивных технологий (3 минуты), степень гидратации сухих смесей (1:2–1:3) и температура воды ( $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ), обеспечивающие оптимальные показатели качества данных изделий.

Установлено, что при изготовлении кулинарных изделий с использованием сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональной высотой слоя, позволяющей обеспечить устойчивость и сохранность формы изделия, является:

- при ширине и длине слоя  $7 \times 100$  мм – до 14–21 мм;
- при ширине и длине слоя  $14 \times 100$  мм – до 28–35 мм;
- при ширине и длине слоя  $21 \times 100$  мм – до 42–49 мм;
- при ширине и длине слоя  $28 \times 100$  мм – до 49–63 мм;
- при ширине и длине слоя  $35 \times 100$  мм – до 63–77 мм;
- при ширине и длине слоя  $42 \times 100$  мм – до 70–84 мм;
- при ширине и длине слоя  $49 \times 100$  мм – до 77–91 мм;
- при ширине и длине слоя  $56 \times 100$  мм – до 84–98 мм;
- при ширине и длине слоя  $63 \times 100$  мм – до 91–105 мм;
- при ширине и длине слоя  $70 \times 100$  мм – до 98–112 мм;
- при ширине и длине слоя  $77 \times 100$  мм – до 105–119 мм;
- при ширине и длине слоя  $84 \times 100$  мм – до 112–126 мм;
- при ширине и длине слоя  $91 \times 100$  мм – до 126–140 мм;
- при ширине и длине слоя  $98 \times 100$  мм – до 133–147 мм (рисунок 1).

Определено, что вышеперечисленные параметры изготовления кулинарных изделий позволяют обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели данных изделий:

- *на основе мяса цыплят-бройлеров*: предельное напряжение сдвига (ПНС) – 1089,2-1090,7 Па, влагоудерживающая способность (ВУС) – 95,3–96,1%;

- *на основе мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1095,3–1098,1 Па, влагоудерживающая способность – 92,8–93,9%;

- на основе свинины и говядины (соотношение 1:1): предельное напряжение сдвига – 1098,6–1099,7 Па, влагоудерживающая способность – 91,6–92,7%.

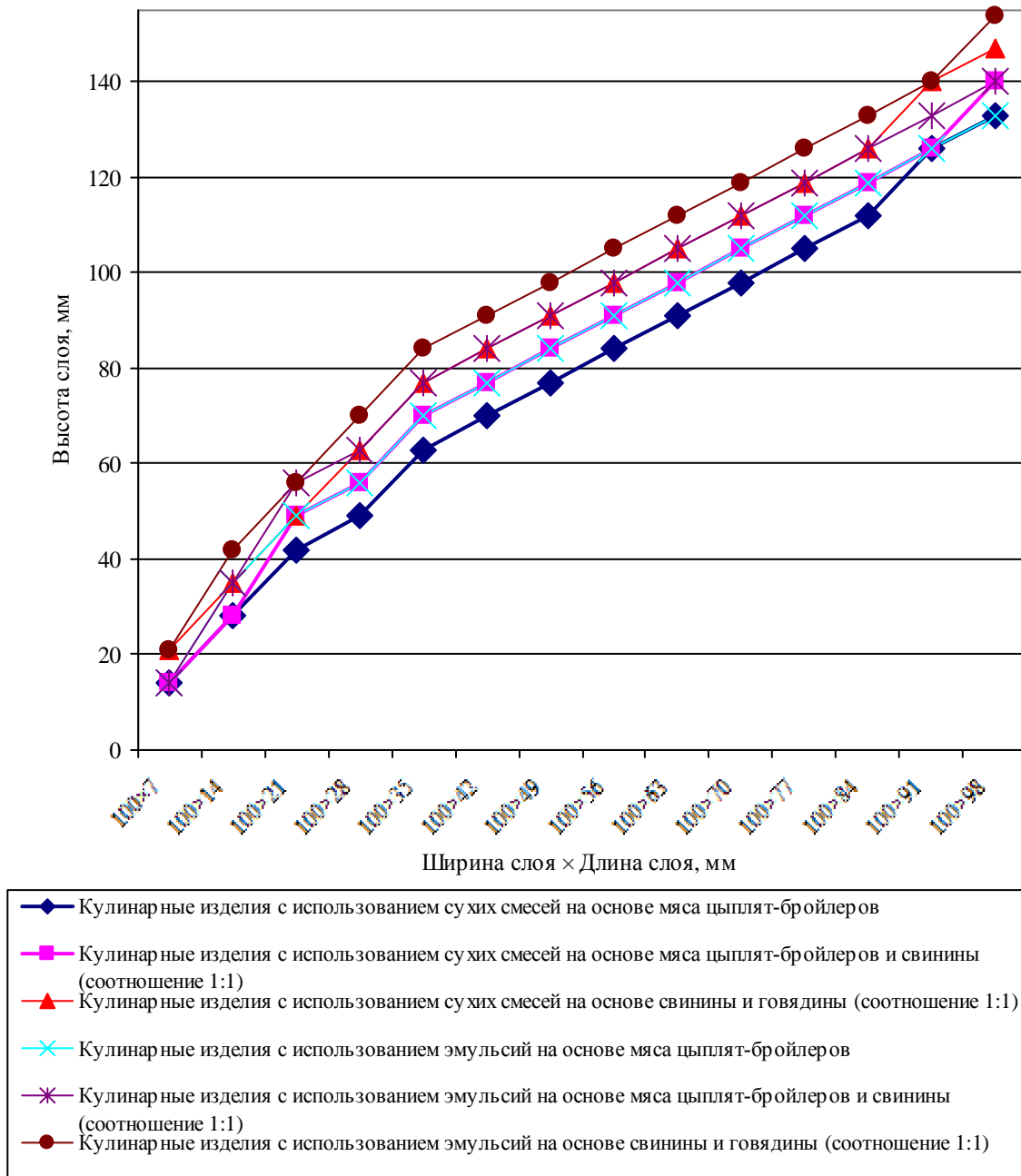


Рисунок 1 – Рациональные параметры изготовления кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм)

Источник данных: собственная разработка.

В то же время использование эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (в соотношениях 1:1) для изготовления кулинарных изделий позволяет обеспечить следующую рациональную высоту слоя (при фиксированной длине слоя 100 мм):

- при ширине слоя 7 мм – до 14–21 мм;
- при ширине слоя 14 мм – до 35–42 мм;
- при ширине слоя 21 мм – до 49–56 мм;
- при ширине слоя 28 мм – до 56–70 мм;
- при ширине слоя 35 мм – до 70–84 мм;



- при ширине слоя 42 мм – до 77–91 мм;
- при ширине слоя 49 мм – до 84–98 мм;
- при ширине слоя 56 мм – до 91–105 мм;
- при ширине слоя 63 мм – до 98–112 мм;
- при ширине слоя 70 мм – до 105–119 мм;
- при ширине слоя 77 мм – до 112–126 мм;
- при ширине слоя 84 мм – до 119–133 мм;
- при ширине слоя 91 мм – до 126–140 мм;
- при ширине слоя 98 мм – до 133–154 мм (рисунок 1).

При этом изготовленные кулинарные изделия характеризуются оптимальными функционально-технологическими и структурно-механическими показателями:

- на основе мяса *цыплят-бройлеров*: предельное напряжение сдвига – 1091,6–1092,8 Па, влагоудерживающая способность – 96,6–97,5%;

- на основе мяса *цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1097,5–1099,4 Па, влагоудерживающая способность – 94,2–95,3%;

- на основе *свинины и говядины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1099,1–1099,9 Па, влагоудерживающая способность – 93,1–94,3%.

На рисунках 2 и 3 представлены структурно-механические и функционально-технологические показатели кулинарных изделий на основе мяса *цыплят-бройлеров*, а также комбинации мяса *цыплят-бройлеров* и *свинины*, *свинины* и *говядины* (соотношение 1:1) с использованием сухих смесей и эмульсий при рациональной фиксированной длине слоя (100 мм) и максимальной высоте слоя, обеспечивающей устойчивость и сохранность формы изделия, определенной на предыдущем этапе исследования (133–154 мм).

Выявлено, что наиболее прочной консистенцией отличаются кулинарные изделия с использованием эмульсий и сухих смесей из *свинины* и *говядины* (соотношение 1:1) – 1099,9 Па и 1099,7 Па, в то время как значение данного показателя для изделий из мяса *цыплят-бройлеров* и *свинины* (соотношение 1:1) составляет 1099,4 Па и 1098,1 Па, а из мяса *цыплят-бройлеров* – 1092,8 Па и 1090,7 Па соответственно (рисунок 2).

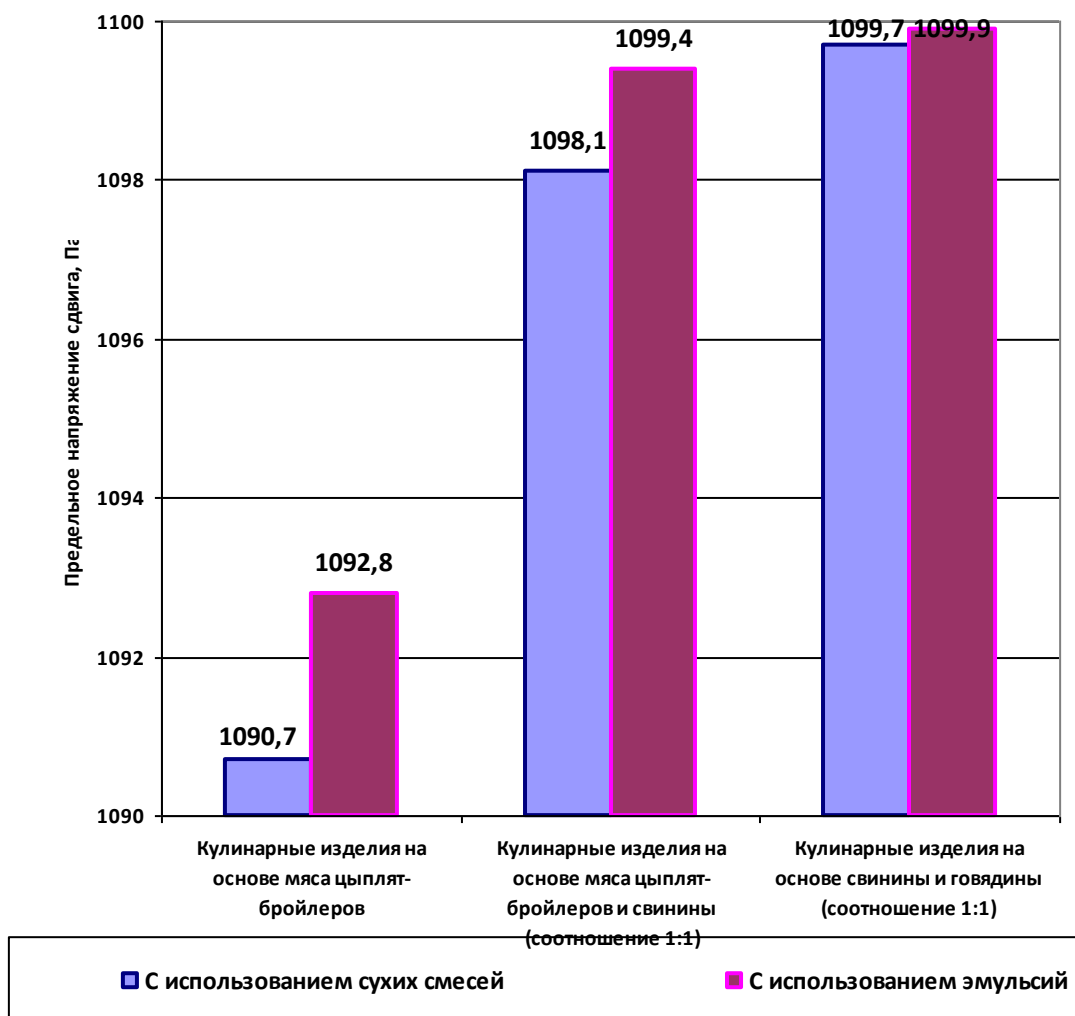


Рисунок 2 – Предельное напряжение сдвига кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм и максимальной высоте слоя)  
 Источник данных: собственная разработка.

Определено, что при рациональной длине слоя (100 мм) и максимальной высоте слоя (133–154 мм) наиболее высокими значениями влагоудерживающей способности отличаются кулинарные изделия с использованием эмульсий и сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров (97,5% и 96,1%), что превышает значения данных показателей для изделий на основе комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) на 2,2–3,2% и 2,2–3,4% соответственно (рисунок 3).

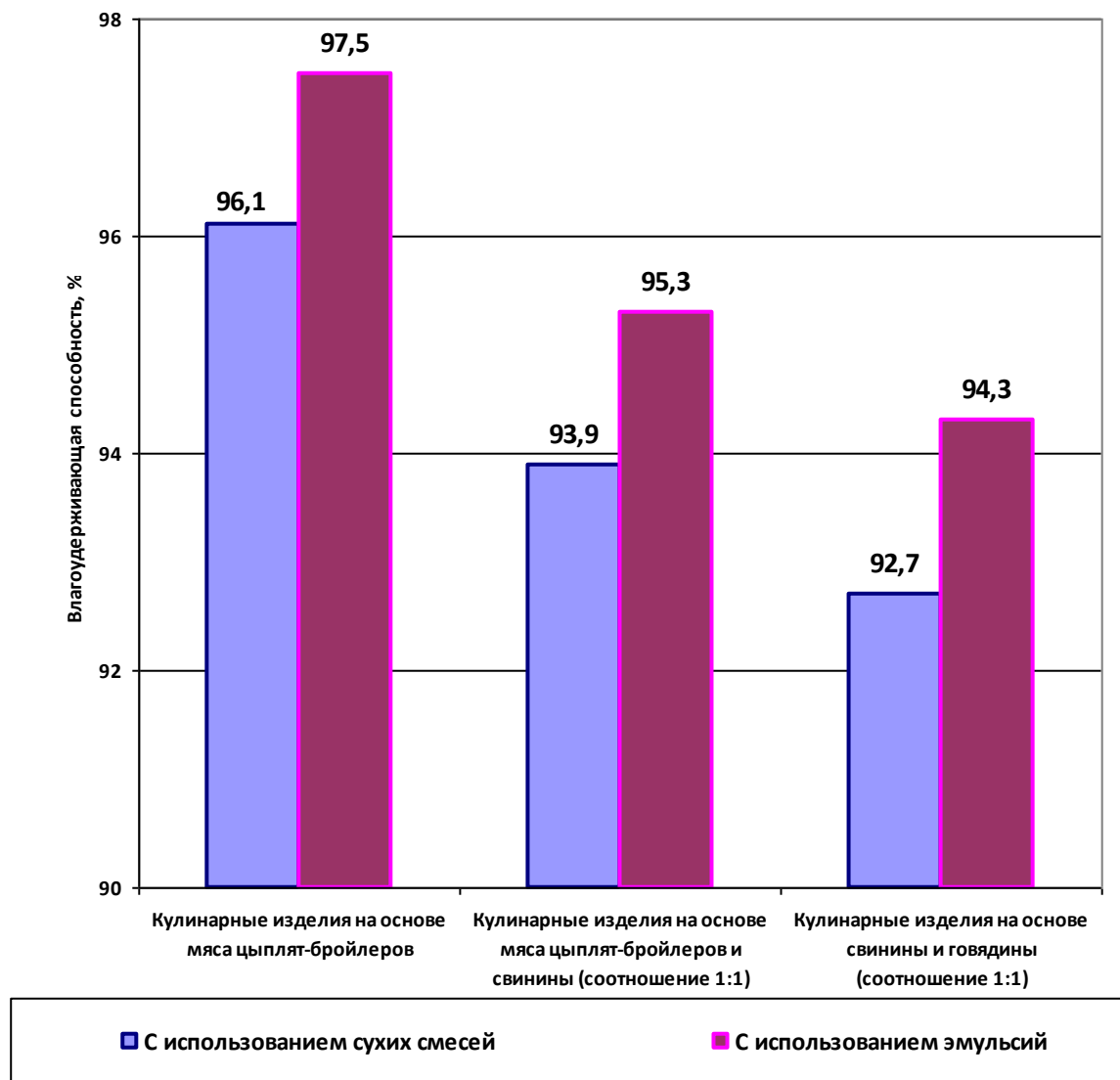


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм и максимальной высоте слоя)

Источник данных: собственная разработка.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема изготовления кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1), учитывающая последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления, степень гидратации и температуру воды для восстановления сухих смесей, а также рациональные параметры изделий (длина, ширина и высота слоя), обеспечивающие устойчивость и сохранность их формы.

**Заключение.** Установлено, что при изготовлении кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональная высота слоя, позволяющая обеспечить устойчивость и сохранность формы (при фиксированном диаметре отверстия кулинарного шприца – 7 мм и оптимальной длине слоя – 100 мм), а также улучшенные структурно-механические и функционально-технологические показатели изделий, составляет от 14–21 мм (при ширине слоя 7 мм) до 133–154 мм (при ширине слоя 98 мм).

Определена последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий для кулинарных изделий:

- *из мяса цыплят-бройлеров* (общая продолжительность – 4 минуты): мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 6 минут): свинина вареная (2 мин) → мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из свинины и говядины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 8 минут): говядина вареная (3 мин) → свинина вареная (2 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин).

Установлена рациональная продолжительность составления сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления кулинарных изделий с использованием аддитивных технологий (3 минуты), а также степень гидратации сухих смесей (1:2 – 1:3) и температура воды ( $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ), обеспечивающие оптимальные показатели качества данных изделий.

Разработана технологическая схема производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения, учитывающая рациональные параметры изготовления изделий, позволяющие обеспечить улучшенные структурно-механические (предельное напряжение сдвига – 1090,7–1099,9 Па) и функционально-технологические показатели данных продуктов (влагоудерживающая способность – 92,7–97,5%).

### Список использованных источников

1. Колмыкова, О.Н. Научно-технический прогресс как фактор повышения уровня жизни населения / О.Н. Колмыкова, Т.В. Кудрявцева // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 5–6. – С. 127–129.

2. Морозов, А.В. Перспективы развития инновационного технологического уклада / А.В. Морозов, Р.Р. Низамов // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. – №20. – С. 331–334.

1. Kolmykova, O.N. Nauchno-tehnicheskij progress kak faktor povyshenija urovnja zhizni naselenija [Scientific and technological progress as a factor in improving the living standards of the population] / O.N. Kolmykova, T.V. Kudrjavceva // Social'no-jekonomicheskie javlenija i processy. – 2011. – № 5–6. – S. 127–129.

2. Morozov, A.V. Perspektivy razvitija innovacionnogo tehnologicheskogo uklada [Prospects for the development of an innovative technological order] / A.V. Morozov, R.P. Nizamov // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. — 2013. – №20. – S. 331–334.

3. Зубков, А. Третья промышленная революция [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revoljuciya/>. – Дата доступа. – 14.02.2020.
4. Ермаков, А.И. Применение 3D-принтера для формования изделий из шоколада / А.И. Ермаков, [и др.] // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 13-го междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 15-й междунар. научно-технической конференции «Наука, образование – производству, экономике, Минск, 26-28 января 2016 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2016. – С. 42–43.
5. Гришин, А.С. Новые технологии в индустрии питания – 3D-печать / А.С. Гришин [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2016.–Т.4. – №2. – С. 36–44.
6. Ермаков, А.И. Разработка конструкции 3D-принтера, печатающего пищевыми материалами / А.И. Ермаков, С.В. Чайко // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 13-го междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 15-й междунар. научно-технической конференции «Наука, образование – производству, экономике, Минск, 26-28 января 2017 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2017. – С. 255–256.
7. Крученецкий, В.З. К использованию трехмерной печати пищевых продуктов, одежды / В.З. Крученецкий [и др.] // Вестник Алматинского технологического университета. – 2016. – №3 (112). – С. 18–25.
8. Потеха, В.Л. Аддитивные технологии в пищевой отрасли / В.Л. Потеха, А.В. Потеха // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 окт. 2016 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 9–10.
9. Шварцев, С.Л. Есть ли будущее у аддитивных технологий? / С.Л. Шварцев // Вестник Российской академии наук. Серия «Дискуссионная трибуна». – 2017. – Т.87, №6. – С.538–547.
10. Шоколадные фигурки в Беларуси [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://pulsцен.by/price/400802—shokoladnye—figurki>. – Дата доступа: 21.01.2020.
11. 3d принтер, печатающий шоколадом [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://chocolader.hlml>. – Дата доступа: 23.01.2020.
3. Zubkov, A. Tret'ja promyshlennaja revoljucija [Third industrial revolution] [Jelektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revoljuciya/>. – Data dostupa. – 14.02.2020.
4. Ermakov, A.I. Primenenie 3D-printera dlja formovanija izdelij iz shokolada [Using a 3D printer to mold chocolate products] / A.I. Ermakov, [i dr.] // Mirovaja jekonomika i biznes-administrirovanie malyh i srednih predpriyatij: materialy 13-go mezhdunar. nauch. seminar, provodimogo v ramkah 15-j mezhd. Nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauka, obrazovanie – proizvodstvu, jekonomike, Minsk, 26-28 janvarja 2016 g. / BNTU; redkol.: B.M. Hrustalev [i dr.]. – Minsk, 2016. – S. 42–43.
5. Grishin, A.S. Novye tehnologii v industrii pitaniya – 3D-pechat' [New technologies in the food industry - 3D printing] / A.S. Grishin [i dr.] // Vestnik JuUrGU. Serija «Pishhevye biotehnologii». – 2016.–T.4. – №2. – S. 36–44.
6. Ermakov, A.I. Razrabotka konstrukcii 3D-printera, pechatajushhego pishhevymi materialami [Development of the design of a food-grade 3D printer] / A.I. Ermakov, S.V. Chajko // Mirovaja jekonomika i biznes-administrirovanie malyh i srednih predpriyatij: materialy 13-go mezhdunar. nauch. seminar, provodimogo v ramkah 15-j mezhd. Nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauka, obrazovanie proizvodstvu, jekonomike, Minsk, 26-28 janvarja 2017 g. / BNTU; redkol.: B.M. Hrustalev [i dr.]. – Minsk, 2017. – S. 255–256.
7. Krucheneckij, V.Z. K ispol'zovaniju trehmernoj pečati pishhevych produktov, odezhdyy [To the use of three-dimensional printing of food, clothing] / V.Z. Krucheneckij [i dr.] // Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2016. – №3 (112). – S. 18–25.
8. Poteha, V.L. Additivnye tehnologii v pishhevoj otrasli [Additive technologies in the food industry] / V.L. Poteha, A.V. Poteha // Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti : materialy HV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 5–6 okt. 2016 g. : v 2 ch. / Nac. akad. nauk Belarusi, Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po prodovol'stviju ; red.: V. G. Gusakov [i dr.]. – Minsk, 2016. – Ch. 1. – S. 9–10.
9. Shvarcev, S.L. Est' li budushhee u additivnyh tehnologij? [Is there a future for additive technologies?] / S.L. Shvarcev // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. Serija «Diskussionnaja tribuna». – 2017. – T.87, №6. – S.538–547.
10. Shokoladnye figurki v Belarusi [Chocolate figurines in Belarus] [Jelektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <http://pulsцен.by/price/400802—shokoladnye—figurki>. – Data dostupa: 21.01.2020.
11. 3d printer, pechatajushhij shokoladom [3d printer printing chocolate] [Jelektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <http://chocolader.hlml>. – Data dostupa: 23.01.2020.

12. Заико, А.Ф. Использование 3D-принтера на выставке / Заико А.Ф., Чайко С.В. / Материалы 71-й научно-технической конференции Белорусского национального технического университета. – Минск, 2015. – С. 314–315.

13. Ермаков, А.И. Применение аддитивных технологий при формовании изделий из шоколада / Ермаков А.И., Чайко СВ., Маркин К.В. / Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции. – Гродно, 2016. – с. 246–247.

12. Zaiko, A.F. Ispol'zovanie ZD-printera na vystavke [Using a 3D printer at the exhibition] / Zaiko A.F., Chajko S.V. / Materialy 71-j nauchno-tehnicheskoy konferencii Belorusskogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta. – Minsk, 2015. – S. 314–315.

13. Ermakov, A.I. Primenenie additivnyh tehnologij pri formovanii izdelij iz shokolada [The use of additive technologies in the molding of chocolate products] / Ermakov A.I., Chajko SV., Markin K.V. / Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnyh statej po materialam XIX Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. – Grodno, 2016. – s. 246–247.

*И.В. Калтович, к.т.н., доцент**Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь***РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ  
ПРОИЗВОДСТВА РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЭМУЛЬСИЙ ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ***I. Kaltovich**Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus***RATIONAL PROCESS PARAMETERS OF CHOPPED SEMI-FINISHED  
PRODUCTS PRODUCTION USING EMULSIONS FROM COLLAGEN-  
CONTAINING RAW MATERIALS***e-mail: irina.kaltovich@inbox.ru*

В статье представлены результаты исследований по определению рациональных технологических параметров производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*. Установлены дозировки воды в составе рубленых полуфабрикатов: 12% – с эмульсиями из свиной шкурки и хвостов и 11% – с эмульсией из соединительной ткани. Определена продолжительность перемешивания ингредиентов (5 минут), последовательность закладки сырья при изготовлении изделий, а также продолжительность термообработки рубленых полуфабрикатов: 25 минут – при приготовлении на пару ( $t=95-100^{\circ}\text{C}$ ), 20 минут – при запекании ( $t=180^{\circ}\text{C}$ ), 15 минут – при жарке ( $t=110^{\circ}\text{C}$ ), при этом рекомендуемыми способами доведения полуфабрикатов до кулинарной готовности являются обработка на пару и запекание, позволяющие обеспечить улучшенные функционально-технологические (ВУС – 79,3–81,8%, потери массы при термообработке – 5,1–7,9%), структурно-механические (ПНС – 1413,9–1470,4 Па) и органолептические показатели (сочность, внешний вид, консистенция, вкус, запах) данных изделий (9 баллов по 9-ти балльной системе).

**Ключевые слова:** эмульсии из коллагенсодержащего сырья; полуфабрикаты мясные рубленые; последовательность внесения ингредиентов; продолжительность составления фарша; дозировка воды; способы и режимы термообработки; функционально-технологические и структурно-механические показатели.

The article presents the results of research on the determination of rational technological parameters for the production of chopped semi-products using emulsions from collagen-containing raw materials fermented by bacteria of the genus *Lactobacillus*. Water dosages are installed in the composition of chopped semi-finished products: 12% – with emulsions from pork skin and tails and 11% - with emulsion from connective tissue. Duration of ingredients mixing (5 minutes), sequence of raw materials laying during manufacture of articles, as well as duration of heat treatment of chopped semi-products is determined: 25 minutes – during steaming ( $t = 95-100^{\circ}\text{C}$ ), 20 minutes – during baking ( $t = 180^{\circ}\text{C}$ ), 15 minutes – during frying ( $t = 110^{\circ}\text{C}$ ), while recommended methods of bringing semi-finished products to culinary readiness are steam treatment and baking, which allow for improved functional and technological (TUS – 79.3-81.8%, weight loss during heat treatment – 5.1-7.9%), structural and mechanical (PNS - 1413.9-1470.4 Pa) and organoleptic indicators (juiciness, appearance, consistency, taste, smell) of these products (9 points according to the 9-point system).

**Key words:** emulsions from collagen-containing raw materials; chopped meat semi-products; sequence of ingredients introduction; duration of mince preparation; water dosage; methods and modes of heat treatment; functional-technological and structural-mechanical parameters.

**Введение.** В настоящее время в мясоперерабатывающей промышленности наметилась тенденция отказа от применения белков растительного происхождения при производстве мясных изделий. При этом особую роль при изготовлении мясопродуктов занимают животные белки. Их содержание в готовом продукте определяет белковую и энергетическую ценность выпускаемых колбасных изделий и полуфабрикатов [1–3].

Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является натуральное коллагенсодержащее сырье – свиная шкурка, кожа птицы, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, коллагенсодержащие субпродукты и др., которые могут применяться в составе белково-жировых эмульсий. Коллагенсодержащее сырье является высокоресурсным, и объемы его производства варьируют от 10,5 до 18,5% к массе перерабатываемого мяса на кости [4–6].

Использование побочного коллагенсодержащего сырья в составе мясных изделий позволяет не только снизить существующий дефицит пищевого белка, но и способствует расширению ассортимента и увеличению объема выпуска высококачественных продуктов с низкой себестоимостью, а также улучшает экологическое состояние прилегающих территорий мясоперерабатывающих предприятий [7–9].

В то же время побочное коллагенсодержащее сырье в настоящее время недостаточно востребовано в пищевой индустрии в связи с малой изученностью отдельных его видов, несмотря на то, что составляет значительную долю от общей массы белоксодержащих ресурсов животного происхождения. Кроме того, использование коллагенсодержащего сырья при традиционном методе его подготовки и внесения в фаршевую систему приводит к ухудшению качества готовых мясных продуктов, в частности, к появлению постороннего привкуса, а также к снижению усвояемости готовых изделий [10–12].

В связи с вышесказанным актуальным вопросом является разработка научно-практических основ технологической подготовки коллагенсодержащего сырья для использования в составе мясных изделий с улучшенными показателями качества, что позволит повысить объемы использования биологически ценного вторичного сырья в мясной промышленности, а также расширить ассортимент мясных продуктов, характеризующихся улучшенными показателями качества и в то же время обладающих сниженной себестоимостью.

**Цель исследований** – определение технологических параметров производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья – свиной шкурки и хвостов, соединительной ткани, прошедших технологическую подготовку.

**Материалы и методы исследований.** Материалы исследований – последовательность внесения рецептурных ингредиентов и продолжительность составления фарша, дозировка воды в составе рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, способы и режимы термообработки рубленых полуфабрикатов, структурно-механические и функционально-технологические показатели изделий.

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате выполнения НИР установлены технологические параметры производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья – свиной шкурки и хвостов, соединительной ткани, прошедших ферментацию бактериями рода *Lactobacillus*.



На основании динамики функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей качества проведены исследования по определению оптимального количества воды в составе полуфабрикатов, продолжительности перемешивания и порядке составления фарша, режимов термообработки рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку.

Эмульсии из коллагенсодержащего сырья изготовлены на основании рациональных технологических параметров их производства, включающих ферментацию бактериями рода *Lactobacillus* (с *Lb.plantarum*: *Lb.casei*)= $1 \times 10^7$  КОЕ/г,  $t=18$  часов,  $t=34^\circ\text{C}$ , гидромодуль 1:2), внесение КСБ-УФ-80 (3%) и воды (снега) (60% – в эмульсии из свиной шкурки и хвостов, 50% – в эмульсии из соединительной ткани), куттерование в течение 3–4 мин (для эмульсий из свиной шкурки и хвостов) и 5–6 мин (для эмульсий из соединительной ткани).

В качестве рациональной дозировки эмульсий из коллагенсодержащего сырья приняты следующие: 12% - из свиной шкурки и хвостов и 10% – из соединительной ткани, установленные на основании динамики функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей модельных фаршевых систем, подвергнутых измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, и позволяющие обеспечить рациональные значения влагосвязывающей (85,4–86,6%) и влагоудерживающей способностей (81,6–82,6%) и предельного напряжения сдвига до и после термообработки данных систем (996,3–1034,3 Па и 1501,1–1539,6 Па соответственно).

Динамика функционально-технологических и структурно-механических показателей рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из свиной шкурки и хвостов, соединительной ткани и включением в рецептуру от 8 до 13% воды с шагом 1% представлена на рисунках 1 и 2. В качестве контрольных образцов использованы рубленые полуфабрикаты с включением в их состав эмульсий из негидролизованного коллагенсодержащего сырья.

Установлено, что опытные образцы рубленых полуфабрикатов с включением в рецептуру эмульсии из свиной шкурки, прошедшей технологическую подготовку, и от 8 до 12% воды характеризуются более высоким уровнем влагосвязывающей способности (85,5–85,7%) по сравнению с полуфабрикатами, содержащими 13% воды (85,1%). Вместе с тем, по показателю влагосвязывающей способности опытные образцы рубленых полуфабрикатов с эмульсией из свиной шкурки превосходят контрольные на 2,2–2,6% (рисунок 1).

Определено, что при включении в состав опытных образцов рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из свиных хвостов и соединительной ткани 8–13% воды происходит снижение влагосвязывающей способности данных образцов с 85,2 до 84,6% и с 84,5 до 83,6%, в то время как для контрольных образцов данный показатель снижается с 83,1 до 82,2% и с 82,8 до 81,5% соответственно. Выявлено, что опытные образцы рубленых полуфабрикатов превышают контрольные по показателю влагосвязывающей способности на 1,7–2,5% (рисунок 1).

Установлено, что опытные образцы рубленых полуфабрикатов с эмульсиями из свиной шкурки и хвостов, содержащие 8–12% воды, а также с эмульсией из соединительной ткани, содержащие 8–11% воды, отличаются более высокими значениями влагоудерживающей способности (80,7–81,9%) по сравнению с опытными образцами с включением большего количества воды в рецептуру (до 13%). Кроме того, данные образцы характеризуются более высокими значениями влагоудерживающей способности по сравнению с контрольными.

Определено, что с увеличением количества воды в рецептуре рубленых полуфабрикатов с 8 до 13% происходит снижение значений предельного напряжения сдвига до термообработки рубленых полуфабрикатов:

- для опытных образцов:
    - с использованием эмульсии из свиной шкурки – с 950,4 до 921,7 Па;
    - с использованием эмульсии из свиных хвостов – с 945,1 до 916,2 Па;
    - с использованием эмульсии из соединительной ткани – с 978,4 до 951,8 Па;
  - для контрольных образцов:
    - с использованием эмульсии из свиной шкурки – с 971,3 до 940,3 Па;
    - с использованием эмульсии из свиных хвостов – с 962,3 до 932,3 Па;
    - с использованием эмульсии из соединительной ткани – с 1004,9 до 977,3 Па
- (рисунок 2).

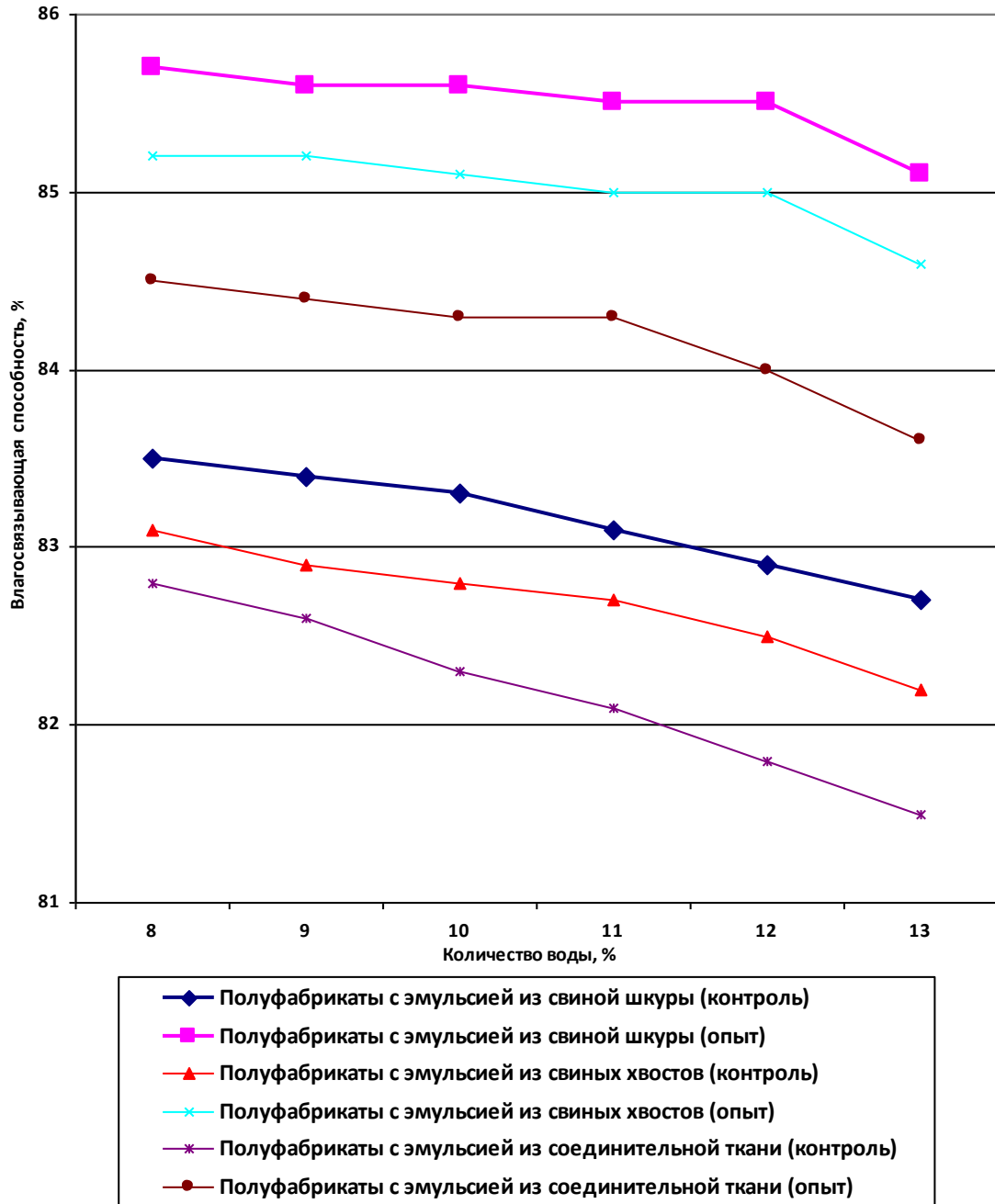


Рисунок 1 – Влагосвязывающая способность рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья  
 Источник данных: собственная разработка.

При этом опытные образцы рубленых полуфабрикатов отличаются более нежной консистенцией по сравнению с контрольными, о чем свидетельствует сниженное на 14,9–26,5 Па значение предельного напряжения сдвига. Вместе с тем, консистенция опытных полуфабрикатов с использованием в рецептуре эмульсий из свиной шкурки и хвостов и 13% воды является немного размягченной – 916,2–921,7 Па.

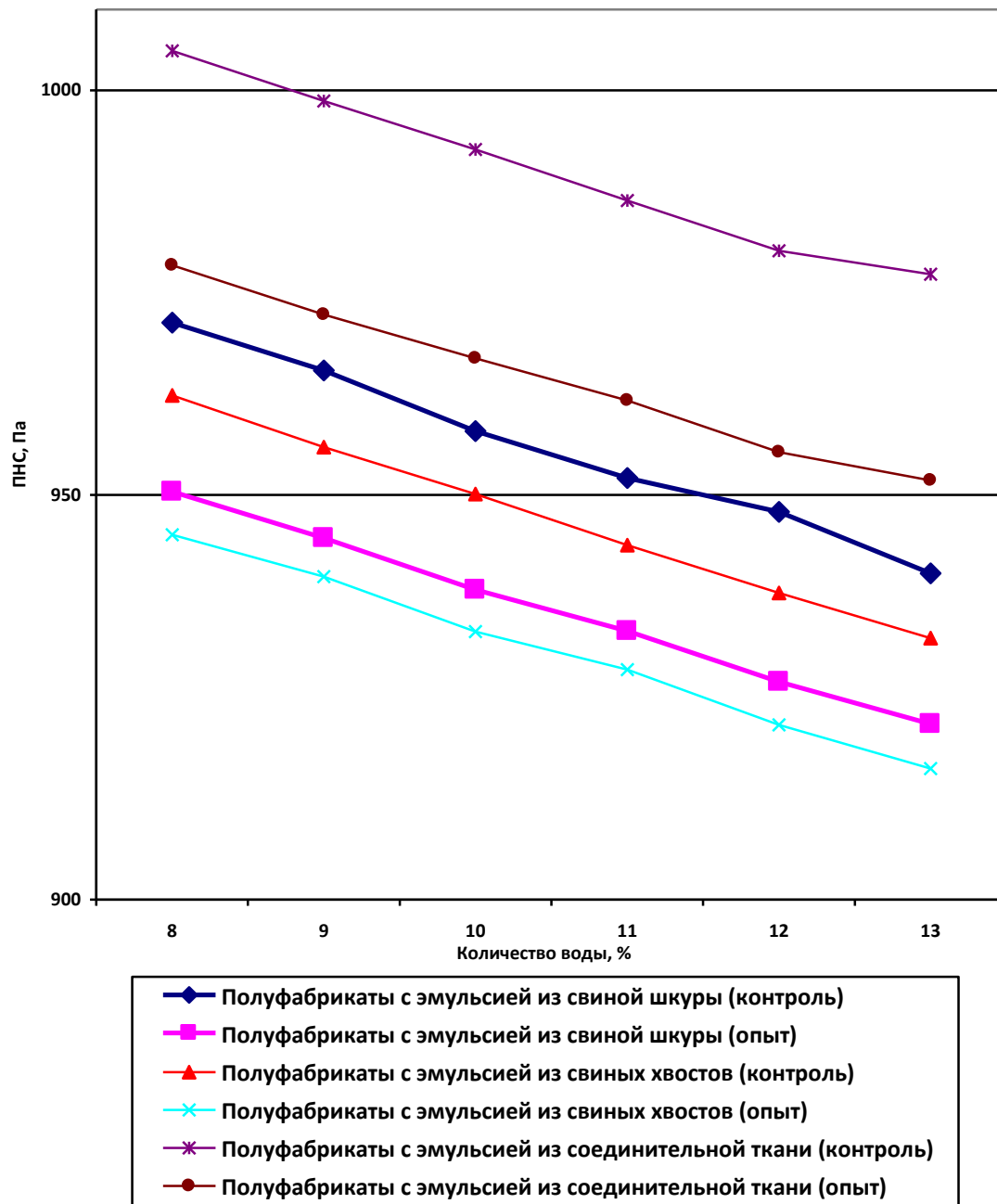


Рисунок 2 – Предельное напряжение сдвига до термообработки рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья  
 Источник данных: собственная разработка.

Определено, что рубленые полуфабрикаты с включением в рецептуру от 8 до 13% воды характеризуются следующими значениями предельного напряжения сдвига после термообработки:  
 - опытные образцы:

- с использованием эмульсии из свиной шкурки – 1422,9–1461,3 Па;
- с использованием эмульсии из свиных хвостов – 1417,1–1456,9 Па;
- с использованием эмульсии из соединительной ткани – 1447,2–1487,2 Па;

- контрольные образцы:

- с использованием эмульсии из свиной шкурки – 1448,7–1488,4 Па;
- с использованием эмульсии из свиных хвостов – 1435,9–1475,8 Па;
- с использованием эмульсии из соединительной ткани – 1466,1–1508,1 Па.

Кроме того, после термообработки рубленых полуфабрикатов консистенция опытных образцов является более нежной (ПНС до 1417,1 Па), в то время как контрольные образцы отличаются более жесткой консистенцией (ПНС до 1508,1 Па).

Вместе с тем, установлено, что оптимальной консистенцией отличаются опытные образцы рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из свиной шкурки и хвостов и 11–12% воды, а также эмульсий из соединительной ткани и 10–11% воды (9 баллов), в то время как значение данного показателя для контрольных образцов составило 7–8 баллов (по 9-ти балльной системе).

Определено, что наиболее сочными являются опытные образцы, содержащие 11–13% воды (9 баллов), в то время как при включении в рецептуры рубленых полуфабрикатов с эмульсиями из свиной шкурки, хвостов и соединительной ткани, подвергнутых технологической подготовке, от 8 до 10% воды значение данного показателя составило 7–8 баллов, а для контрольных образцов рубленых полуфабрикатов при использовании от 8 до 13% воды – 6–8 баллов (по 9-ти балльной системе).

Выявлено, что наиболее привлекательным внешним видом характеризуются следующие опытные образцы рубленых полуфабрикатов (9 баллов по 9-ти балльной системе):

- с использованием эмульсий из свиной шкурки и хвостов и 9–12% воды;
- с использованием эмульсии из соединительной ткани и 9–11% воды.

Установлено, что опытные образцы рубленых полуфабрикатов являются более вкусными и ароматными по сравнению с контрольными (9 баллов), т.к. в контрольных образцах присутствует посторонний привкус и запах (7–8 баллов по 9-ти балльной системе).

Таким образом, на основании комплексного анализа функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей рубленых полуфабрикатов установлены рациональные дозировки включения воды в рецептуры: 12% – в состав полуфабрикатов с эмульсиями из свиной шкурки и хвостов и 11% – с эмульсией из соединительной ткани, прошедшей технологическую подготовку, что позволяет обеспечить значения влагосвязывающей и влагоудерживающей способности 84,3–85,5% и 80,7–81,6%, предельного напряжения сдвига до и после термообработки – 921,6–961,7 Па и 1425,3–1463,2 Па соответственно, свидетельствующего об оптимальной консистенции данных образцов, и оказывает положительное влияние на другие органолептические показатели данных изделий – сочность и внешний вид (9 баллов по 9-ти балльной системе).

На дальнейшем этапе исследований определена оптимальная продолжительность составления фарша для рубленых полуфабрикатов с использованием коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, на основании динамики функционально-технологических показателей модельных фаршевых систем, подвергнутых перемешиванию от 3 до 7 минут с интервалом в 1 минуту.

Установлено, что наиболее высокой влагосвязывающей способностью характеризуются модельные фаршевые системы с использованием эмульсий из

коллагенсодержащего сырья, подвергнутого технологической подготовке, при продолжительности перемешивания 5 минут – 84,4–85,7%. При увеличении продолжительности перемешивания опытных образцов до 6–7 минут происходит снижение их влагосвязывающей способности до 83,6–85,3%. Вместе с тем, значение влагосвязывающей способности модельных фаршевых систем, подвергнутых перемешиванию в течение 3–4 минут, составило 83,8–85,5% (рисунок 3).

Определено, что опытные образцы модельных фаршевых систем превосходят контрольные по показателю влагосвязывающей способности на 2,2–2,8%.

Выявлено, что наиболее высокой эмульгирующей способностью характеризуются следующие образцы модельных фаршевых систем:

- с использованием эмульсии из свиной шкурки, подвергнутой технологической подготовке, при продолжительности перемешивания 5 минут – 95,8%;

- с использованием эмульсии из свиных хвостов, подвергнутых технологической подготовке, при продолжительности перемешивания 5 минут – 95,5%;

- с использованием эмульсии из соединительной ткани, подвергнутой технологической подготовке, при продолжительности перемешивания 5 минут – 95,3%.

Установлено, что снижение продолжительности перемешивания модельных фаршевых систем до 3–4 минут, а также увеличение до 6–7 минут приводит к уменьшению эмульгирующей способности образцов – до 94,8–95,6% и 94,6–95,5% соответственно. Кроме того, опытные образцы модельных фаршевых систем характеризуются увеличенной эмульгирующей способностью при одинаковой продолжительности перемешивания – на 2,9–3,2%.

При изучении стабильности эмульсий модельных фаршевых систем выявлена аналогичная тенденция, как и при изучении влагосвязывающей и эмульгирующей способности данных образцов. Так, перемешивание модельных фаршевых систем в течение 5 минут позволяет обеспечить высокий уровень стабильности эмульсий – 95,1–95,7%, что превышает контрольные образцы на 4,6–5,5%. Вместе с тем, при увеличении продолжительности перемешивания модельных фаршевых систем с 3 до 5 минут происходит повышение стабильности эмульсий:

- с включением эмульсии из свиной шкурки – с 95,1 до 95,7%;

- с включением эмульсии из свиных хвостов – с 94,9 до 95,5%;

- с включением эмульсии из соединительной ткани – с 94,5 до 95,1%.

Однако дальнейшее увеличение продолжительности перемешивания модельных систем до 6–7 минут приводит к снижению данного показателя:

- до 94,9–95,3% - в образцах с эмульсией из свиной шкурки;

- до 94,7–95,1% - в образцах с эмульсией из свиных хвостов;

- до 94,3–94,7% - в образцах с эмульсией из соединительной ткани.

Таким образом, на основании динамики функционально-технологических показателей модельных фаршевых систем установлено, что рациональная продолжительность перемешивания при приготовлении фарша рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, составляет 5 минут, что позволяет обеспечить увеличенные значения влагосвязывающей (84,2–85,7%) и эмульгирующей способности (95,1–95,8%), а также стабильности эмульсий (95,0–95,7%).

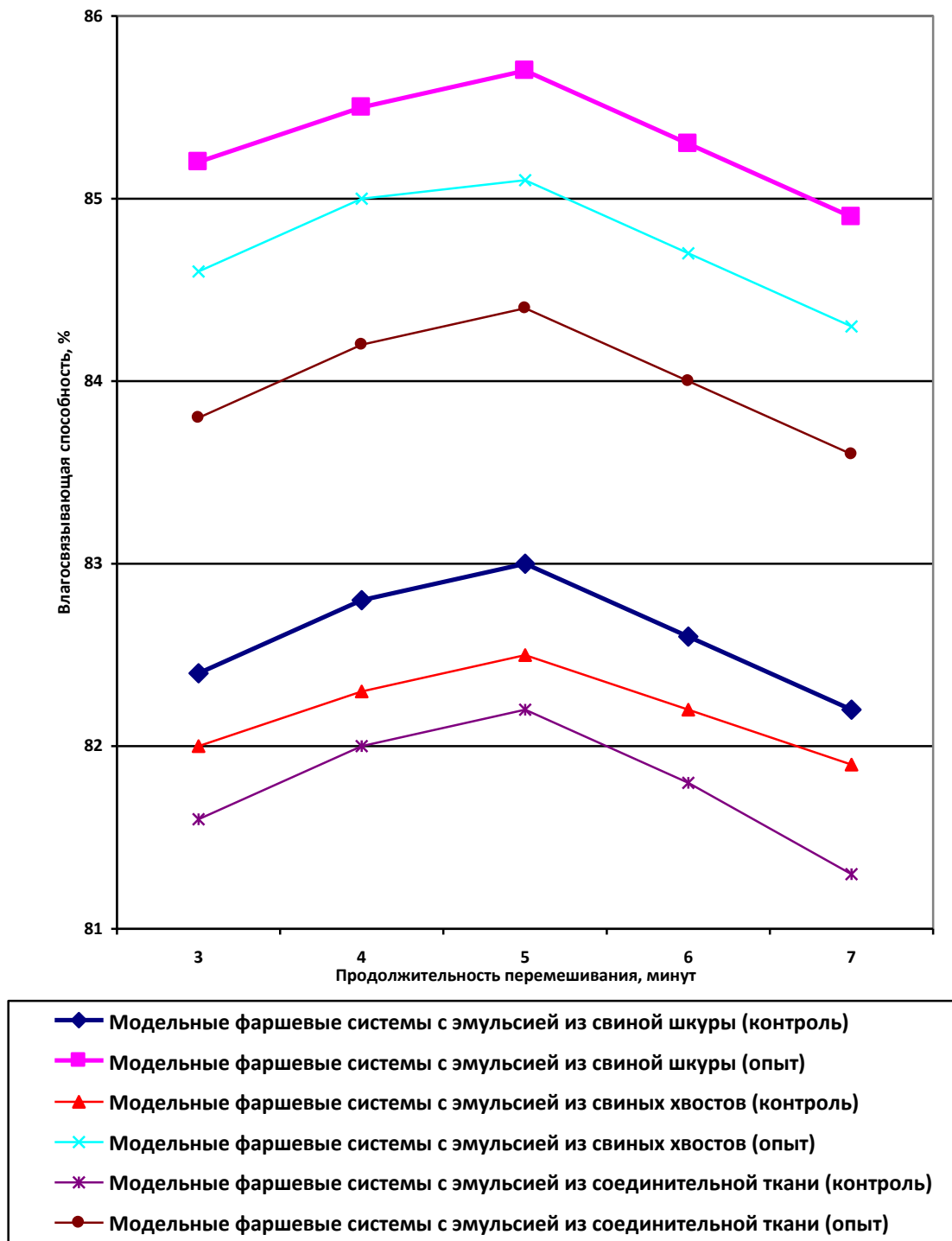


Рисунок 3 – Влагосвязывающая способность модельных фаршевых систем с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сыра при различной продолжительности перемешивания  
 Источник данных: собственная разработка.

Вместе с тем, для обеспечения улучшенных функционально-технологических показателей необходимо соблюдать следующую последовательность закладки сырья при перемешивании фарша рубленых полуфабрикатов: мясное сырье → эмульсия из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого технологической подготовке → соль → вода небольшими дозами → вспомогательное сырье.

На дальнейшем этапе исследований определена рациональная продолжительность термообработки рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку. Для этого проведено изучение предельного напряжения сдвига и влагоудерживающей способности рубленых полуфабрикатов:

- при приготовлении на пару – в течение 20–30 минут с интервалом 5 минут при температуре 95–100°C;

- при запекании – в течение 20–30 минут с интервалом 5 минут при температуре 180°C;

- при жарке – в течение 15–25 минут с интервалом 5 минут при температуре 110°C.

Установлено, что оптимальной продолжительностью термообработки рубленых полуфабрикатов, позволяющей обеспечить улучшенные значения влагоудерживающей способности и предельного напряжения сдвига после термообработки, являются следующие:

- 25 минут при приготовлении на пару ( $t=95-100^{\circ}\text{C}$ ) (ВУС – 81,0–81,8%, ПНС – 1413,9–1451,8 Па);

- 20 минут – при запекании ( $t=180^{\circ}\text{C}$ ) (ВУС – 79,3–80,5%, ПНС – 1432,6–1470,4 Па);

- 15 минут – при жарке ( $t=110^{\circ}\text{C}$ ) (ВУС – 75,9–76,7%, ПНС – 1466,9–1504,6 Па).

С целью установления рекомендуемых способов термообработки рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, проведен сравнительный анализ влагоудерживающей способности и предельного напряжения сдвига, а также потерь массы при термообработке полуфабрикатов при установленной рациональной продолжительности запекания, жарки и обработки на пару. Результаты исследований представлены на рисунках 4, 5.

Установлено, что опытные образцы рубленых полуфабрикатов, подвергнутые доведению до кулинарной готовности путем обработки на пару ( $t=95-100^{\circ}\text{C}$ ,  $t=25$  минут) отличаются более высокой влагоудерживающей способностью (81,0–81,8%) и превышают запеченные образцы на 1,3–1,7%, а жареные – на 5,1–5,2% (рисунок 4).

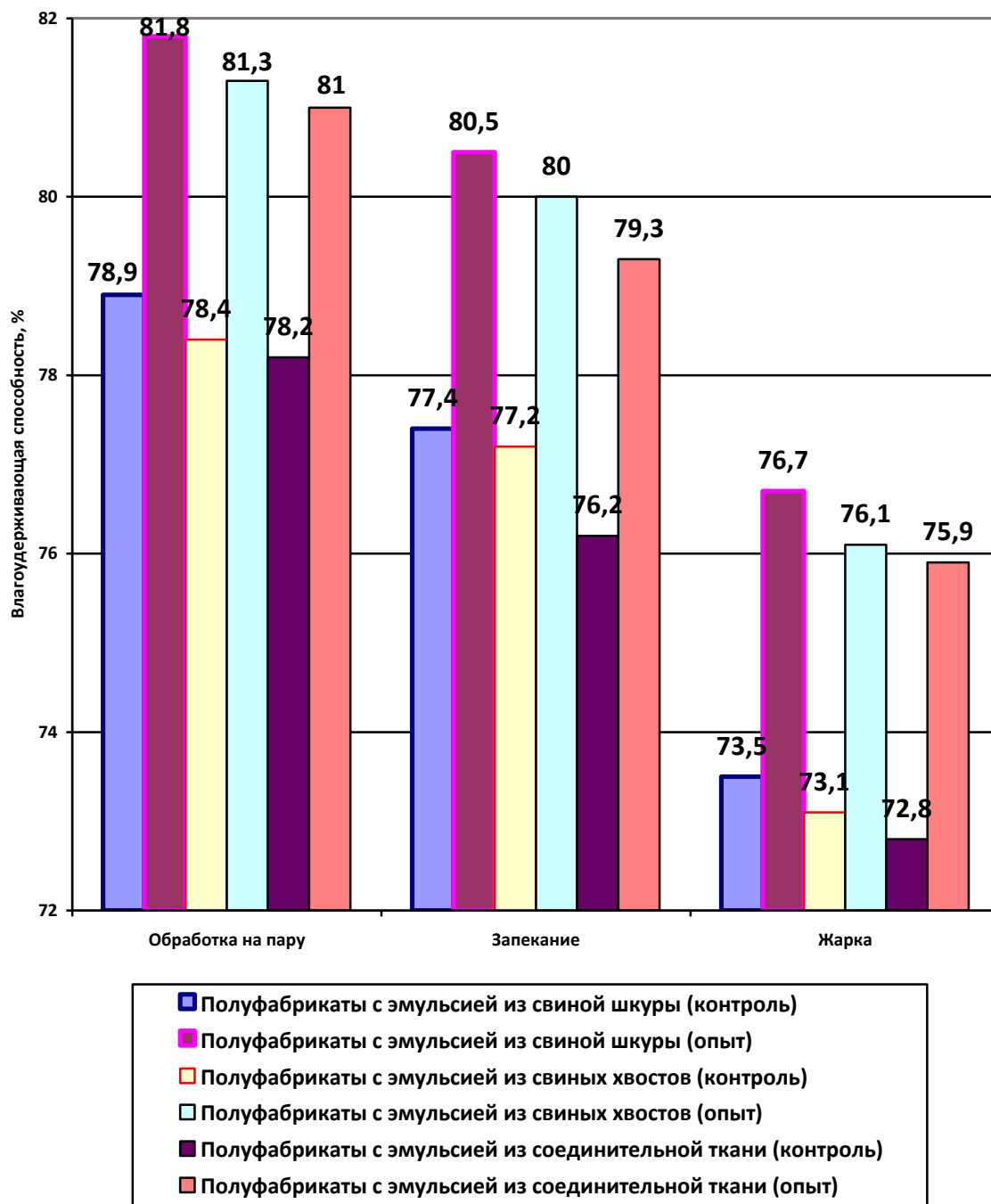


Рисунок 4 – Влагодерживающая способность рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья при различных способах термообработки  
 Источник данных: собственная разработка.

Вместе с тем, опытные образцы рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого технологической подготовке, превосходят контрольные по показателю влагодерживающей способности – на 2,8–2,9% при обработке на пару, на 2,8–3,1% при запекании, на 3,0–3,2% при жарке.

Определено, что наиболее нежной консистенцией отличаются опытные образцы рубленых полуфабрикатов, приготовленные на пару (1413,9–1451,8 Па), в



то время как при запекании значение данного показателя увеличивается на 18,6–20,5 Па, а при жарке – на 52,8–54,7 Па (рисунок 5).

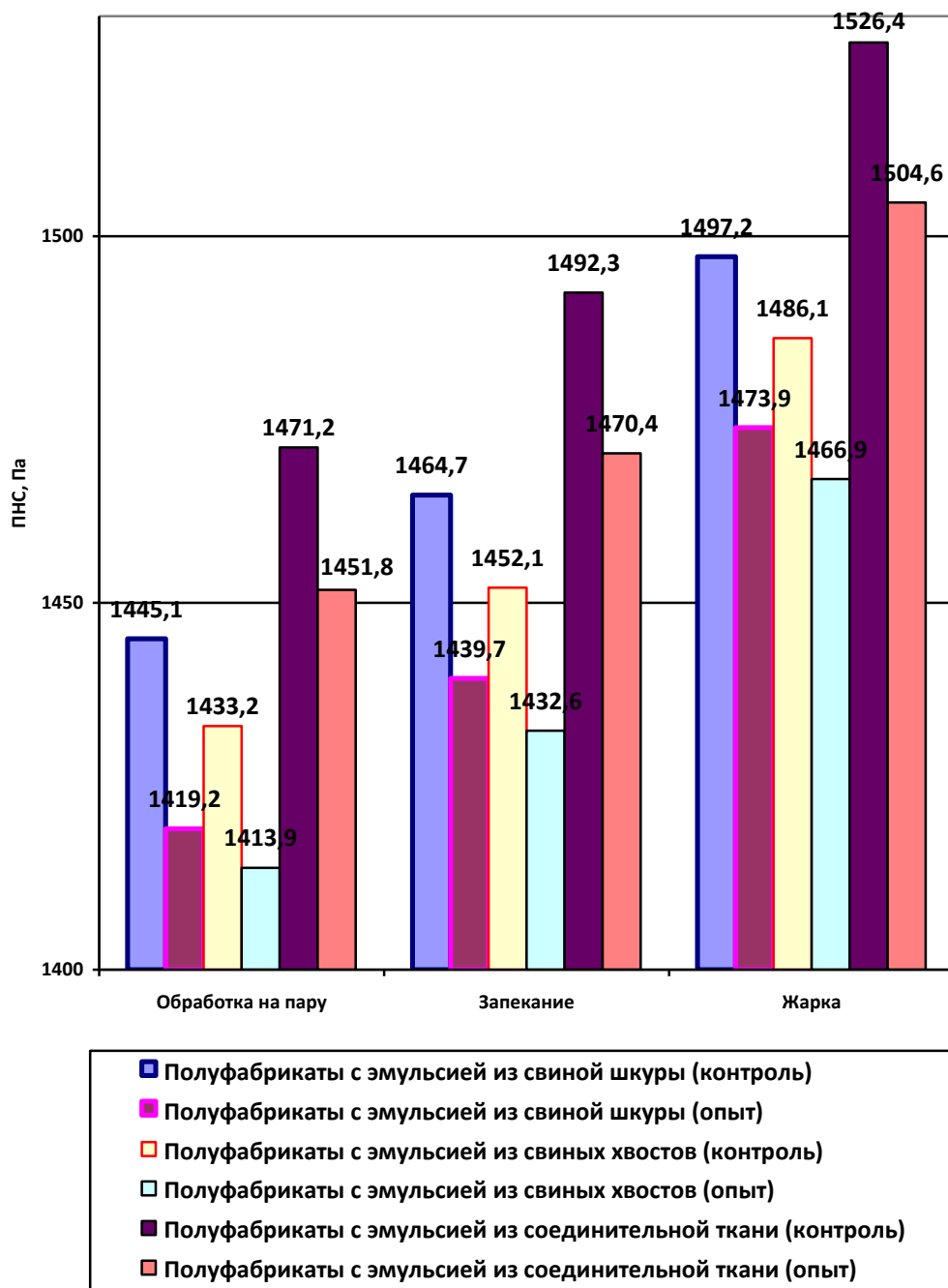


Рисунок 5 – Предельное напряжение сдвига рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья при различных способах термообработки  
 Источник данных: собственная разработка.

В то же время контрольные образцы характеризуются более жесткой консистенцией, о чем свидетельствует более высокое значение предельного напряжения сдвига (1433,2–1471,2 Па – при обработке на пару, 1452,1–1492,3 Па – при запекании, 1486,1–1526,4 Па – при жарке).

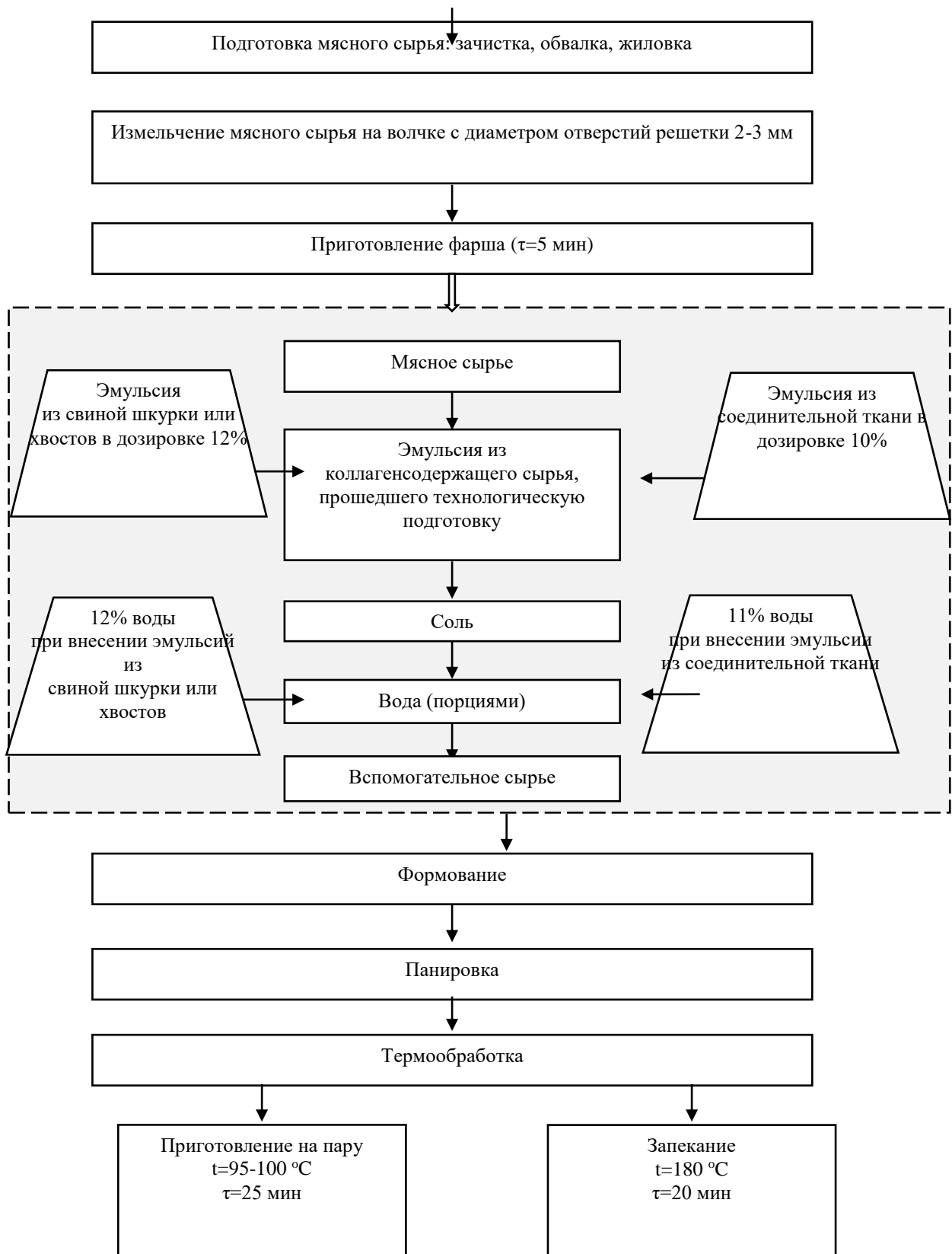


Рисунок 6 – Технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья  
 Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что наиболее низкими потерями массы при термообработке рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, отличаются полуфабрикаты, приготовленные на пару (5,1–6,1%), в то время как при запекании потери массы составляют 7,3–7,9%, а при жарке – 18,4–19,1%. Вместе с тем, опытные образцы рубленых полуфабрикатов отличаются сниженными потерями массы при термообработке по сравнению с контрольными образцами:

- на 2,8–3,2 – при обработке на пару;
- на 4,9–5,0% - при запекании;
- на 2,9–3,1% - при жарке.

При изучении органолептических показателей рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, установлено, что оптимальной сочностью отличаются опытные образцы, подвергнутые обработке на пару и запеканию (9 баллов), в то время как при жарке сочность образцов оценена на 7 баллов. Кроме того, по внешнему виду, консистенции и вкусу опытные образцы рубленых полуфабрикатов, подвергнутые обработке на пару и запеканию, также превосходят образцы, подвергнутые жарке, на 1 балл (по 9-ти балльной системе).

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку (рисунок 6).

**Заключение.** Установлены рациональные дозировки воды в составе рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку: 12% – с эмульсиями из свиной шкурки и хвостов и 11% – с эмульсией из соединительной ткани, что позволяет обеспечить значения влагосвязывающей и влагоудерживающей способности 84,3–85,5% и 80,7–81,6%, предельного напряжения сдвига до и после термообработки – 921,6–961,7 Па и 1425,3–1463,2 Па соответственно, свидетельствующего об оптимальной консистенции данных образцов, и оказывает положительное влияние на другие органолептические показатели данных изделий – сочность и внешний вид (9 баллов по 9-ти балльной системе).

Определено, что оптимальная продолжительность перемешивания при приготовлении фарша рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, составляет 5 минут, что позволяет обеспечить увеличенные значения влагосвязывающей (84,2–85,7%) и эмульгирующей способности (95,1–95,8%), а также стабильности эмульсий (95,0–95,7%). При этом для обеспечения улучшенных функционально-технологических показателей необходимо соблюдать следующую последовательность закладки сырья при изготовлении данных изделий: мясное сырье → эмульсия из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого технологической подготовке → соль → вода небольшими дозами → вспомогательное сырье.

Установлена рациональная продолжительность термообработки рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку: 25 минут – при приготовлении на пару ( $t=95-100^{\circ}\text{C}$ ), 20 минут – при запекании ( $t=180^{\circ}\text{C}$ ), 15 минут – при жарке ( $t=110^{\circ}\text{C}$ ), при этом рекомендуемыми способами доведения полуфабрикатов до кулинарной готовности являются обработка на пару и запекание, позволяющие обеспечить улучшенные функционально-технологические (ВУС – 79,3–81,8%, потери массы при термообработке – 5,1–7,9%), структурно-механические (ПНС – 1413,9–1470,4 Па) и органолептические показатели (сочность, внешний вид, консистенция, вкус, запах) данных изделий (9 баллов по 9-ти балльной системе).

Разработана технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, с учетом рациональной последовательности внесения рецептурных ингредиентов и продолжительности составления фарша (5 мин), оптимального количества эмульсий (12% - из свиной шкурки и хвостов и 10% – из соединительной ткани) и воды (11–12%), рекомендуемых способов и режимов термообработки (приготовление на пару ( $t=95-100^{\circ}\text{C}$ ,  $t=25$  мин), запекание ( $t=180^{\circ}\text{C}$ ,  $t=20$  мин)).

### Список использованных источников

1. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности: учеб. пособие / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.
1. Antipova, L. V. Glotova I.A. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti [Use of secondary collagen-containing raw materials of meat industry]. SPb, GIORD, 2006. – 384 p.
2. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. Antipova, L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya mjasa i mjasnyh produktov [Methods of meat and meat products research]. – М.: Kolos, 2001. – 376 p.
3. Антипова, Л.В. Перспективы использования вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных на пищевые цели и получение коллагеновых субстанций / Л.В. Антипова, С.А. Сторублёвцев // Аграр. наука и образование на соврем. этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения / Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2009. – т.2. – С. 151–153.
3. Antipova, L.V., Storubl'jovcev S.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnyh produktov uboja sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh na pishhevye celi i poluchenie kollagenovyh substancij [Prospects for the use of secondary slaughter products of agricultural animals for food purposes and the production of collagen substances]. Agrar. nauka i obrazovanie na sovrem. jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija [Agrarian science and education in modern times development phase: experiences, challenges and solutions]. Ul'jan. gos. s.-h. akad. – 2009. – vol. 2. – pp. 151–153.
4. Апраксина, С.К. Повышение пищевой адекватности коллагенсодержащего сырья ферментативной обработкой / С.К. Апраксина, Р.В. Кашенко // Все о мясе. – 2006. – № 4. – С. 11–12.
4. Apraksina, S.K., Kashhenko R.V. Povyshenie pishhevoj adekvatnosti kollagensoderzhashhego syr'ja fermentativnoj obrabotkoj [Increased nutritional adequacy of collagen-containing raw materials by enzymatic treatment]. Vse o mjase. – 2006. – no. 4. – pp. 11–12.
5. Баблюли, О.О. Модификация коллагена, создание и освоение новых технологических процессов его переработки. Автореф. дисс. д-ра техн. наук. – М.:1984. – 50 с.
5. Bablioli, O.O. Modifikacija kollagena, sozdanie i osvoenie novyh tehnologicheskikh processov ego pererabotki. Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk [Modification of collagen, creation and development of new technological processes of its processing. Avtoref. diss. dr. techn. sciences]. – М.: – 1984. – 50 p.
6. Белитов, В.В. Совершенствование технологии вареных колбас с белково-жировыми композициями: Дис. канд. техн. наук. – М.: МГУ прикладной биотехнологии, 2002. – 143 с.
6. Belitov, V.V. Sovershenstvovanie tehnologii varenyh kolbas s belkovo-zhirovymi kompozicijami. Dis. kand. tehn. nauk [Improvement of technology of boiled sausages with protein-fat compositions. Cand. tech. sciences]. – М.: MGU prikladnoj biotehnologii, 2002. – 143 p.
7. Битуева, Э.Б. Использование выйной связки крупного рогатого скота на пищевые цели / Э.Б. Битуева, Т.Ф. Чиркина // Мясная индустрия. – 1999. – №2. – С.24–25.
7. Bitueva, Je. B. Ispol'zovanie vyjnoy svjazki krupnogo rogatogo skota na pishhevye celi [Use of cattle ligament for food purposes]. Mjasnaja industrija. – 1999. – no. 2. – pp. 24–25.
8. Битуева, Э.Б. Эластин и перспективы его использования в технологии продуктов питания со специальными свойствами/ Э.Б. Битуева, С.Д. Жамсаранова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №2. – С.47–49.
8. Bitueva, Je. B., Zhamsaranova S.D. Jelastin i perspektivy ego ispol'zovaniya v tehnologii produktov pitaniya so special'nymi svojstvami [Elastin and prospects for its use in food technology with special properties]. Hranenie i pererabotka

9. Боресков, В.Г. Теоретические и практические основы использования комплекса современных способов воздействия на биологические системы при производстве мясопродуктов. Дисс. д-ра техн. наук. – М. – 1990. – 316 с.

10. Борисенко, Л.А. Использование биомодификации для улучшения функционально-технологических свойств мясного сырья / Л.А. Борисенко, Р.И. Курилов // Материалы IV международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения». – М.: МГУПБ, 2005. – С. 136–138.

11. Горбатов, А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 383с.

12. Гушин, В.В. Возможность нетрадиционного использования некоторых малоценных продуктов при промышленной переработке птицы / В.В. Гушин, Л.А. Соколова // Птица и птицепродукты. – 2009. – № 6. – С. 29–30.

13. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. М.Ф. Нестерина и др. М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.

sel'hozsy'r'ja= Storage and processing of agricultural raw materials. – 2004. – no. 2. – pp. 47–49.

9. Boreskov V.G. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy ispol'zovanija kompleksa sovremennyh sposobov vozdejstvija na biologicheskie sistemy pri proizvodstve mjasoproduktov. Diss. d-ra tehn. Nauk [Theoretical and practical foundations of using a set of modern methods of influencing biological systems in the production of meat products. Dr. techn. sciences diss.]. – М.: – 1990. – 316 p.

10. Borisenko, L.A., Kurilov R.I. Ispol'zovanie biomodifikacii dlja uluchshenija funkcional'no-tehnologicheskikh svojstv mjasnogo syr'ja [Use of biomodification to improve functional and technological properties of meat raw materials]. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh "Zhivye sistemy i biologicheskaja bezopasnost' naselenija" [Proceedings of the IV International Scientific Conference of Students and Young Scientists "Living Systems and Biological Safety of the Population"]. М.: – MGUPB, 2005. – pp. 136–138.

11. Gorbatov, A.V. Reologija mjasnyh i molochnyh produktov, M, Pishhevaja promyshlennost', 1979. – 383 p.

12. Gushhin V.V., Sokolova L.A. Vozmozhnost' netradicionnogo ispol'zovanija nekotoryh malocennyh produktov pri promyshlennoj pererabotke pticy [Possibility of unconventional use of some low-value products in industrial poultry processing]. Ptica i pticeprodukty. – no. 6. – pp. 29–30.

13. Himicheskij sostav pishhevyh produktov. Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikrojelementov, organicheskikh kislot i uglevodov [Chemical composition of food products. Reference tables of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and trace elements, organic acids and carbohydrates]. Pod red. M.F. Nesterina i dr. M, Pishhevaja promyshlennost'. – 1979. – 247 p.

*О.Н. Германович*

*Пинский мясокомбинат, Пинск, Республика Беларусь*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

*O. Germanovich*

*Pinsk meat-packing plant, Pinsk, Republic of Belarus*

## THE STUDY OF ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SMOKED SAUSAGES WITH THE USE OF DIFFERENT DIETARY FIBER

*e-mail: anisk84@mail.ru*

*Растительные волокна из фруктов и злаков все чаще используются в пищевой промышленности. Пищевые волокна имеют характеристику нерастворимых компонентов клетчатки, которые технологически и питательно эффективны. В данной работе найдено отражение использования растительных волокон в сырокопченых колбасах, описываются возможные изменения свойств продукта и дана оценка целесообразности использования волокон. Установлено, что пшеничная клетчатка, по сравнению с клетчаткой овса, персиковой клетчаткой, яблочной клетчаткой, апельсиновой клетчаткой, морковной клетчаткой, клетчаткой тигрового ореха, позволяет производить обогащенные клетчаткой продукты, по вкусу, запаху и текстуре не отличающиеся от стандартных продуктов, а также способствует увеличению влагосвязывающей способности, снижению потерь и увеличению выхода готового изделия. Продукт характеризуется более плотной и упругой консистенцией.*

**Ключевые слова:** сырокопченые колбасные изделия; технологические режимы; современная технология изготовления; пищевые волокна.

*Vegetable fibers from fruits and cereals are increasingly used in the food industry. Dietary fiber has the characteristic of insoluble fiber components that are technologically and nutritionally effective. This paper reflects the use of vegetable fibers in raw smoked sausages, describes possible changes in the properties of the product and assesses the feasibility of using fibers. It was found that wheat fiber in comparison with oat fiber, peach fiber, Apple fiber, orange fiber, carrot fiber, tiger nut fiber – allows you to produce fiber-rich products that taste, smell and texture do not differ from standard products, and also helps to increase the moisture-binding capacity, reduce losses and increase the yield of the finished product. The product is characterized by a more dense and elastic consistency.*

**Keywords:** raw smoked sausage products; technological modes; modern manufacturing technology; food fibers.

**Введение.** На современном этапе производственной деятельности, применение пшеничной клетчатки в мясопереработке достаточно хорошо известно и уже применяется в течение нескольких лет. Целью использования клетчатки в данной сфере является не только пищевая ценность и функциональные свойства клетчатки, но и увеличение выхода готового изделия. Поскольку использование такого пищевого волокна, как пшеничная клетчатка в составе вареных, полукопченых, варено-копченых колбас и паштетов достаточно изучено [1], и показало эффективность её применения, то целью данных исследований явилось

изучение возможности использования в том числе и других пищевых клетчаток (клетчатка овса, персиковая клетчатка, яблочная клетчатка, апельсиновая клетчатка, морковная клетчатка, клетчатка тигрового ореха) в производстве сырокопченых колбас с функциональной направленностью.

Основной задачей при разработке новых продуктов с пищевыми волокнами является балансирование между удовлетворением потребностей организма человека в пищевых волокнах как в функциональном ингредиенте и сохранением традиционного качества обогащенного продукта.

**Объект исследования:** колбаса сырокопченая салями «Мюнхенская пикант» высшего сорта с различными видами клетчатки (пшеничная клетчатка, клетчатка овса, персиковая клетчатка, яблочная клетчатка, апельсиновая клетчатка, морковная клетчатка, клетчатка тигрового ореха).

**Материалы и методы исследований.** Сырье и материалы, применяемые для изготовления колбасных изделий соответствовали требованиям ТНПА, санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №52 от 21.06.2013 г, ТР ТС 021/2011 и (или) ТР ТС 034/2013 и разрешены к применению в установленном порядке и сопровождаются документами, удостоверяющими их качество и безопасность и разрешены к применению и ввозу на территорию Республики Беларусь уполномоченными органами в установленном порядке.

Содержание радионуклидов в используемом сырье не превышало республиканские допустимые уровни, установленные в ГН 10-117, утвержденные в установленном порядке и в ТР ТС 021/2011.

Пищевые добавки и их применение соответствуют требованиям санитарных норм и правил «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам», гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека применения пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №195 от 12.12.2012 г, ТР ТС 029/2012 и сопровождаются документами, удостоверяющими их качество и безопасность.

Показания температуры и pH снимались контроллером «Checktemp».

По органолептическим характеристикам, физико-химическим и микробиологическим показателям колбасные изделия должны соответствовать требованиям, указанным в ТНПА, санитарных нормах и правилах «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и гигиеническом нормативе «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №52 от 21.06.2013 г, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013.

Для определения показателей качества и безопасности опытных образцов сырокопченых колбасных изделий использовали следующие *методы* исследований:

- органолептические показатели:
  - ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения проведения органолептической оценки;
- физико-химические показатели :
  - ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги;
- микробиологические показатели:
  - ГОСТ ISO 21807-2015. Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды;

- ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*;

- ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*;

- ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий);

- ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*;

- ГОСТ 29185-91. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий,

- ГОСТ 30726.2-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*.

**Результаты и их обсуждение.** Использование растительных волокон способствует производству низкоколорийных и нежирных продуктов. Они действуют как биологический заменитель загустителей и эмульгаторов и оказывают положительное влияние на прочность и консистенцию продуктов. Кроме того, растительные волокна могут продлить минимальный срок годности за счет замедления перекисного окисления липидов. Наиболее эффективно для обогащения мясopодуKтов использовать добавки нерастворимых пищевых волокон, выделенных из различного растительного сырья. Выделяют пищевые волокна из пшеничных и ржаных отрубей, оболочек какао-бобов, соевых бобов, овощей и других видов растительного сырья [2].

Пищевые волокна являются эффективным ингредиентом благодаря волокнистой структуре и способности связывать воду и жир внутри волокон. Это происходит благодаря капиллярному эффекту. Благодаря своей волокнистой структуре клетчатка может применяться не только как наполнитель, но и как структурообразователь в колбасных изделиях.

#### *Подготовка мясного сырья.*

Входной контроль мясного сырья, пищевых ингредиентов и материалов, используемых для изготовления колбасных изделий, осуществляют в соответствии с ГОСТ 24297, СТП МК 23.020 и схемой производственного лабораторного контроля качества сырья, готовой продукции, материалов, утвержденной в установленном порядке. Мясное сырье, направляемое на производство колбасных изделий, должно сопровождаться разрешением отдела производственно-ветеринарного контроля.

Температура мяса в зависимости от термического состояния должна быть:

- для охлажденного мяса – температура в любой точке измерения от минус 1,5°C до плюс 4°C;

- для замороженного мяса – температуры от минус 3°C до минус 5°C на глубине 1 см от поверхности;

- для замороженного мяса температура в любой точке измерения не выше минус 8°C.

#### *Приготовление фарша.*

В ходе выполнения работы разработаны следующие варианты рецептур приготовления фарша:

- контроль (без клетчатки: говядина первого сорта 54%, шпик 46%);

- опыт № 1 (говядина первого сорта 54%, шпик 44,5%, клетчатка овса в сухом виде 1,5%);

- опыт № 2 (говядина первого сорта 54%, шпик 43%, клетчатка овса в сухом виде 3,0%);

- опыт № 3 (говядина первого сорта 54%, шпик 44,5%, персиковая клетчатка в сухом виде 1,5%);



- опыт № 4 (говядина первого сорта 54%, шпик 43%, персиковая клетчатка в сухом виде 3,0%);
- опыт № 5 (говядина первого сорта 54%, шпик 44,5%, яблочная клетчатка в сухом виде 1,5%);
- опыт № 6 (говядина первого сорта 54%, шпик 44,5%, апельсиновая клетчатка в сухом виде 1,5%);
- опыт № 7 (говядина первого сорта 54%, шпик 43%, морковная клетчатка в сухом виде 3,0%);
- опыт № 8 (говядина первого сорта 54%, шпик 40%, морковная клетчатка в сухом виде 6,0%);
- опыт № 9 (говядина первого сорта 54%, шпик 37%, морковная клетчатка в сухом виде 9,0%);
- опыт № 10 (говядина первого сорта 54%, шпик 34%, морковная клетчатка в сухом виде 12,0%);
- опыт № 11 (говядина первого сорта 54%, шпик 44,5%, пшеничная клетчатка в сухом виде 1,5%);
- опыт № 12 (говядина первого сорта 54 %, шпик 43,5 %, пшеничная клетчатка в сухом виде 2,5 %);
- опыт № 13 (говядина первого сорта 54%, шпик 43,0%, пшеничная клетчатка в сухом виде 3,0%);
- опыт № 14 (говядина первого сорта 54%, шпик 41,2%, пшеничная клетчатка в сухом виде 4,8%);
- опыт № 15 (говядина первого сорта 54%, шпик 41,0%, пшеничная клетчатка в сухом виде 5,0%);
- опыт № 16 (говядина первого сорта 54%, шпик 38,5%, пшеничная клетчатка в сухом виде 7,5%).

Также в состав каждой рецептуры входили: соль поваренная пищевая йодированная, комплексная пищевая добавка «Смесь посолочная-нитритная», комплексная пищевая добавка «Салями Пармская»

Перед приготовлением фарша мясное сырье взвешивали в соответствии с рецептурой на напольных электронных весах среднего класса точности по ГОСТ OIML R76-1-2011.

Приготовление фарша осуществляли непосредственно в куттере марки SM–200.1 с использованием замороженного и охлажденного сырья.

Говядину куттеровали 3 мин с добавлением пищевой добавки, посолочно-нитритной смеси, клетчатки, шпика. Затем куттерировали еще 2 мин до получения фарша необходимой структуры. Окончание процесса куттерования определяли по рисунку фарша, предусмотренному для данного наименования колбасы, согласно рецептуре. Общая продолжительность измельчения составила 5,0 мин. Температура фарша после куттерования – от минус 1°С до минус 3°С.

В случае использования замороженных блоков рекомендуется, для выравнивания температуры фарша, добавлять до 50% охлажденного мясного сырья. При этом в куттер вначале загружают предварительно измельченное замороженное сырье, а затем охлажденное в кусках. Общая продолжительность куттерования составляет (8–10) минут.

#### *Формовка.*

Наполнение оболочек фаршем производили на роторном шприце марки Handtman 628-VS, с одновременным наложением скрепок на оба конца батона и вводом петли.

#### *Термическая обработка.*

При изготовлении опытных образцов сырокопченых колбас термическая обработка включала следующие этапы:

- **осадку** – в камере осадки при температуре от 4°C, постепенно повышая температуру до 15°C, и относительной влажности (85–90)% в течение (1–3) суток;
- **копчение и сушку** – в термокамерах «INTERMIK» по определенной программе;
- **сушку** – в камере сушки при температуре не выше 15°C и относительной влажности не более 75% в течение 14 суток.

Для определения физико-химических и органолептических показателей были отобраны образцы колбас. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

В ходе исследований установлено, что сырокопченая колбаса с использованием фруктовой клетчатки, отличалась более высоким содержанием влаги (на 2–4%), чем контрольный продукт без добавления клетчатки. Этот эффект обусловлен высокой водосвязывающей способностью клетчатки. Из-за уменьшения содержания шпика сенсорный анализ показал отрицательную корреляцию со структурой.

Наибольшие изменения в органолептических показателях были обнаружены при использовании клетчатки овса. Наихудшее качество отмечено в сырокопченых колбасных изделиях с 3% клетчатки. Добавление клетчатки в количестве 1,5% не изменило структуру по сравнению с контрольным образцом.

К наибольшим отклонениям вкусовых свойств приводило использование фруктовой клетчатки. При этом наиболее значительные отклонения были выявлены при использовании персиковой клетчатки в количестве 1,5% или 3%.

Использование в большом количестве фруктовой клетчатки привело к снижению степени твердости, в то время как использование зерновых клетчаток привело к увеличению этого показателя. Этот эффект был отмечен во всех опытах с фруктовой клетчаткой за исключением опыта с использованием 1,5% яблочной клетчатки. Было установлено, что волокна из фруктов способны уменьшить снижение потерь влаги во время процесса созревания, что соответственно приводит к снижению плотности готового продукта.

Наилучшая сенсорная оценка была получена при использовании апельсиновой клетчатки в количестве 1,5%. Использование морковной клетчатки в количествах 3%, 6%, 9% и 12% взамен шпика привело к снижению влаги. Контрольный образец (сырокопченая колбаса «Мюнхенская пикант» высшего сорта) с начальным содержанием влаги 30,3% хранили в течение 50 дней и в конце срока хранения этот показатель составил 20,9%. Для сравнения, отдельные образцы с использованием морковной клетчатки имели начальную влажность 29,7%, 29,1%, 28,5% и 27,9%, а через 50 дней – 19,3%, 18,2%, 17,6% и 17,0 %, соответственно.

Следует подчеркнуть, что активность воды была тем ниже, чем выше количество вносимой клетчатки. По показателю рН сырокопченной колбасы не наблюдалось никаких существенных изменений в процессе созревания. Только в сырокопченной колбасе с использованием морковной клетчатки в количестве 3% наблюдалось значительное снижение рН с первоначальных 5,76 до 5,11.

Сенсорный анализ выявил значительные отклонения в отношении вкуса, запаха, внешнего вида и общего восприятия сырокопченной колбасы при использовании морковной клетчатки более 6%. Применение 3% морковной клетчатки наиболее близко соответствовало контрольному образцу.

Использование волокон пшеничной клетчатки в количестве 2,5% или 4,8% в сырокопченной колбасе, приводило к повышенному снижению значения рН по мере созревания. Уже через 3–5 дней он достиг показателя 5,11. Этот эффект был оправдан ускоренной метаболической активностью.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели сырокопченых колбас с использованием различных видов клетчатки

Вид клетчатки	Номер опыта	Доза внесения, %	Результаты органолептических показателей опытных образцов сырокопченых колбас															
			влажность		цвет			структура				сенсорные качества						
			влажность	влага	светлый	красный	желтый	твердый	эластичный	жесткий	упругий	тягучий	вкус	запах	вид	восприятие		
Клетчатка овса	1	1,5%							↑	↓	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	2	3,0%							↑↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑↑
Персиковая клетчатка	3	1,5%							↑↑	↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑
	4	3,0%							↑↑	=	↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑	↑	↑↑
Яблочная клетчатка	5	1,5%							↑↑	↓	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑↑
Апельсиновая клетчатка	6	1,5%							↑	↓	↓↓	↑	=	↑	↑	↓	↑	↑
Морковная клетчатка	7	3,0%	↑	↓					↓							=	↓	↑
	8	6,0%	↑	↓					=							↓	↓	↓
	9	9,0%	↑↑	↓↓					↑↑							↓↓	↓↓	↓↓
	10	12%	↑↑	↓↓					↑↑							↓↓	↓↓	↓↓
Пшеничная клетчатка	11	1,5%							↑	=	↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↓	↑	↑
	12	2,5%	↑						↑							↑	↑	↑
	13	3,0%							↑↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓
Клетчатка тигрового ореха	14	4,8%	↑↑						↑↑									↑
	15	5,0%	↑	↑					↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	16	7,5%	↑	↑					↑↑	↑	↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↓	↓	↑↑
Контрольный образец								=	=						=	=	=	=

По сравнению с контролем параметры анализируемой выборки либо увеличились (↑), уменьшились (↓), либо остались неизменными (=). Свободное поле означает, что соответствующий параметр имел совсем незначительное отклонение от контрольного образца, поэтому не был частью исследования.  
 Средняя длина волокон пшеничной клетчатки составляет 190–310 мкм [3].  
 О длине волокон клетчатки овса, персиковой клетчатки, яблочной клетчатки, апельсиновой клетчатки, морковной клетчатки, клетчатки тигрового ореха нет данных в научных литературных источниках.  
 Источник данных: собственная разработка.

Чем выше содержание клетчатки в образцах, тем ниже активность воды. Соответственно, образцы с использованием пшеничной клетчатки были плотнее, чем контрольный продукт, причем используемое количество пшеничной клетчатки не играло существенной роли. Сенсорный анализ показал явное предпочтение сырокопченых колбас с пшеничной клетчаткой по сравнению с контрольным продуктом.

Использование клетчатки тигрового ореха (5%, 7,5%) в сырокопченой колбасе «Мюнхенская пикант» высшего сорта привело к более высокому показателю активности воды во время процесса созревания в течение 28 дней по сравнению с контрольным образцом. Клетчатка тигрового ореха в сырокопченой колбасе «Мюнхенская пикант» высшего сорта способствовала к значительному увеличению яркости продукта. Это можно обосновать тем фактом, что волокна обладают лучшей способностью связывать воду, что, в свою очередь, приводит к более яркому цвету. Анализ текстуры показал увеличение твердости, вязкости, эластичности и упругости с увеличением количества использования клетчатки тигрового ореха.

Установлено, что по микробиологическим показателям сырокопченые колбасы, изготовленные с применением различных клетчаток соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013, Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 №52.

**Заключение.** В результате работы были изучены и испробованы семь видов клетчатки в производстве сырокопченых колбас салями «Мюнхенская пикант» высшего сорта. Установлено, что пшеничная клетчатка по сравнению с клетчаткой овса, персиковой клетчаткой, яблочной клетчаткой, апельсиновой клетчаткой, морковной клетчаткой, клетчаткой тигрового ореха – позволяет производить обогащенные клетчаткой продукты, по вкусу, запаху и текстуре не отличающиеся от стандартных продуктов. К тому же, благодаря технологическим свойствам – влагоудерживающей и жирудерживающей способности, улучшению текстуры и т.п. пшеничная клетчатка позволяет также снизить себестоимость производимой продукции.

#### Список использованных источников

1. Фатьянов, Е.В. Производство сырокопченых и сыровяленых колбас / Е.В. Фатьянов, Ч.К. Авылов. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 168 с.
1. Fat'janov, E.V. Proizvodstvo syrokopecnyh i syrovjalenyh kolbas [Production of raw smoked and dried sausages] / E.V. Fat'janov, Ch.K. Avylov. – М.: Jeditorial servis, 2008. – 168 s.
2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов Книга 2. Технология мясных продуктов / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М.: КолосС. – 2009. – 712 с.
2. Rogov, I.A. Tehnologija mjasna i mjasnyh produktov Kniga 2. Tehnologija mjasnyh produktov [Technology of meat and meat products Book 2. Technology of meat products] / I. A. Rogov, A. G. Zabashta, G. P. Kazjulin. – М.: KolosS. – 2009. – 712 s.
3. 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.
3. Keniyz N.V. Intensification of technology of raw smoked sausages [Intensification of raw sausage technology] / N.V. Keniyz, A.A. Nesterenko, D.K. Nagarokova//Polythematic network online scientific magazine of the Kuban state agricultural university (Scientific magazine of KUBGAU) [Electronic resource]. - Krasnodar: КубГАУ, 2014. - No. 09 (103). C. 1016 - 1039. - IDA [article ID]: 1031409066. - Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/66.pdf>, 1.5 p.l.

*О.Н. Германович*

*Пинский мясокомбинат, Пинск, Республика Беларусь*

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С КОПЧЕНИЕМ ВЛАЖНЫМ ДЫМОМ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*O. Germanovich*

*Pinsk meat-packing plant, Pinsk, Republic of Belarus*

## MODERN TECHNOLOGICAL FEATURES OF MAKING SAUSAGE PRODUCTS WITH SMOKING WITH WET SMOKE AT HIGH TEMPERATURES

*e-mail: anisk84@mail.ru*

*Изучены особенности современного технологического процесса изготовления сырокопченых колбасных изделий. В промышленных условиях проведена отработка оптимальных режимов термической обработки сырокопченых колбас с копчением влажным дымом при высоких температурах. Проведены исследования показателей качества и безопасности изготовленных образцов. На основании проведенных исследований разработана типовая технологическая инструкция по изготовлению сырокопченых колбасных изделий по техническим условиям.*

**Ключевые слова:** сырокопченые колбасные изделия; технологические режимы; современная технология изготовления; термическая обработка.

*The features of the modern technological process of making smoked sausage products are studied. In industrial conditions was carried out the adjustment of optimum modes of heat treatment of raw smoked sausages with Smoking with wet smoke at high temperatures was carried out. Studies of quality and safety indicators of manufactured samples were conducted. On the basis of the conducted research, a standard technological instruction is being developed for the production of raw smoked sausage products according to the technical conditions.*

**Keywords:** raw smoked sausage products; technological modes; modern manufacturing technology; heat treatment.

**Введение.** Сырокопченые колбасы относятся к классу уникальных мясных продуктов, не подвергающихся высокотемпературной обработке при изготовлении. Они обладают высокой пищевой и биологической ценностью, имеют ярко выраженные специфические органолептические показатели: приятный с кислинкой вкус, тонкий аромат и своеобразную текстуру. Кулинарная готовность и микробиологическая безопасность таких продуктов достигается комплексом биохимических, микробиологических и физико-химических изменений, происходящих в колбасном полуфабрикате под воздействием тканевых и микробных ферментов при соблюдении определенных термовлажностных условий. В последнее время как в европейских странах, так и в Беларуси существенно возрос интерес к сырокопченым колбасам, вырабатываемым по ускоренным технологиям и имеющим в достаточной степени обоснованные экономические перспективы производства. Следует учитывать технологическую сложность производства мясопродуктов данного класса, которая обусловлена наличием многоплановых и тонких связей между различными процессами, происходящими под воздействием внешних и внутренних факторов в сырье, колбасном полуфабрикате и готовом продукте на всех этапах изготовления, хранения и транспортирования.

Интенсификация технологического процесса изготовления сырокопченых колбасных изделий заключается в сокращении цикла термической обработки.

Сырокопченые колбасы различаются по многим признакам: по способу подготовки и степени измельчения сырья; по виду осадки и особенностям созревания-сушки; по способу копчения; по конечной влажности, длительности созревания-сушки и продолжительности хранения; по консистенции; по калибру оболочки.

**Цель исследований.** Изготовление сырокопченых колбас и последующая разработка типовой технологической инструкции изготовления сырокопченых колбасных изделий по ускоренной технологии.

**Материалы и методы исследований.** Сырье и материалы, используемые для изготовления колбасных изделий, соответствовали требованиям ТНПА, санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №52 от 21.06.2013 г, ТР ТС 021/2011 и (или) ТР ТС 034/2013 и разрешены к применению в установленном порядке и сопровождаются документами, удостоверяющими их качество и безопасность, и разрешены к применению и ввозу на территорию Республики Беларусь уполномоченными органами в установленном порядке.

Используемые пищевые добавки соответствовали требованиям санитарных норм и правил «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам», гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека применения пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь №195 от 12.12.2012 г, ТР ТС 029/2012 и сопровождаются документами, удостоверяющими их качество и безопасность.

Для определения показателей качества и безопасности опытных образцов сырокопченых колбасных изделий использовали следующие методы исследований:

- физико-химические показатели :
  - ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка;
  - ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира;
  - ГОСТ 9793-2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги;
  - ГОСТ 9957-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия;
  - СТБ ГОСТ Р 51482-2001. Мясо и мясные продукты. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора
  - ГОСТ 8558.1-2015. Продукты мясные. Методы определения нитрита.
- микробиологические показатели:
  - ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*,
  - ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*;
  - ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий);
  - ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*;
  - ГОСТ 29185-91. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий,
  - ГОСТ 30726.2-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*.

**Результаты и их обсуждение.** Согласно проведенному анализу производства сырокопченых колбас, современные технологии позволяют сократить продолжительность технологического процесса изготовления сырокопченых колбасных изделий до 7–10 суток. При этом основное отличие современного технологического процесса заключается в различных режимах термической обработки, а также режимах осадки и процессах подготовки мясного сырья и приготовления фарша.

*Подготовка мясного сырья.*

Входной контроль мясного сырья, пищевых ингредиентов и материалов, используемых для изготовления колбасных изделий, осуществляют в соответствии с ГОСТ 24297, СТП МК 23.020 и схемой производственного лабораторного контроля качества сырья, готовой продукции, материалов, утвержденной в установленном порядке. Мясное сырье, направляемое на производство колбасных изделий, должно сопровождаться разрешением отдела производственно-ветеринарного контроля.

Температура мяса в зависимости от термического состояния должна быть:

- для охлажденного мяса – температура в любой точке измерения от минус 1,5°C до плюс 4°C;
- для замороженного мяса – температуры от минус 3°C до минус 5°C на глубине 1 см от поверхности;
- для замороженного мяса температура в любой точке измерения не выше минус 8°C.

Хранение охлажденного сырья осуществляют в камере хранения охлажденного сырья при температуре в камере не выше 4°C и относительной влажности воздуха не более 90% не более 48 ч.

При использовании замороженного сырья подмораживание осуществляют до температуры минус 3°C – минус 5°C на глубине 1 см от поверхности. После подмораживания сырье направляют в камеру хранения замороженного сырья. Длительность хранения замороженного сырья не должна превышать 20 суток при температуре воздуха в камере минус 3°C и относительной влажности воздуха не менее 90%.

При использовании замороженных блоков из жилованного мяса, грудинки, шпика их предварительно выдерживают при температуре от 0°C до 4°C до достижения температуры в центре блока не ниже минус 1,5°C, затем измельчают на оборудовании, предназначенном для измельчения замороженных блоков (ИБ-8 или оборудовании других марок).

*Приготовление фарша.*

Перед приготовлением фарша мясное сырье взвешивают в соответствии с рецептурой на настольных электронных весах среднего класса точности по ГОСТ OIML R76-1-2011.

Приготовление фарша осуществляется непосредственно в куттере марки SM–200.1 с использованием замороженного, подмороженного, а также охлажденного сырья.

Говядину куттеруют (2–3) минуты с добавлением пищевой добавки, посолочно-нитритной смеси, затем добавляют свинину, шпик, пряности. Обработывают еще (2–3) минуты до получения фарша необходимой структуры. Окончание процесса куттерования определяют по рисунку фарша, предусмотренного для данного наименования колбасы, согласно рецептуре. Составляющие равномерно распределены в фарше. Общая продолжительность измельчения (2,5–5,0) мин. Температура фарша после куттерования от минус 1°C до минус 3°C.

В случае использования замороженных блоков рекомендуется, для выравнивания температуры фарша, добавлять до 50% охлажденного мясного сырья. При этом в куттер вначале загружают предварительно измельченное замороженное

сырье, а затем охлажденное в кусках. Общая продолжительность куттерования составляет (8–10) минут.

*Формовка.*

Наполнение оболочек фаршем производили на роторном шприце марки Handtman 628-VS, с одновременным наложением скрепок на оба конца батона и вводом петли.

*Термическая обработка.*

Термовлажностная обработка, при изготовлении изделий колбасных сырокопченых салями, проводится на всех стадиях производства от осадки до сушки. От особенностей проведения этих процессов в значительной мере зависит качество конечного продукта.

Следует отметить, что границы между стадиями осадки, копчения, созревания и сушки в большинстве случаев имеют условный характер. Это обусловлено тем, что с одной стороны, все стадии обработки колбасного полуфабриката сопровождаются обезвоживанием продукта, в основном за счет конвективного теплообмена, а с другой стороны, ферментативные процессы (созревание) тоже происходят на всех стадиях термовлажностной обработки. Однако интенсивность ферментации и сушки на разных производственных стадиях различна и во многом зависит от ряда внутренних (состав, влажность, активность воды, кислотность и окислительно-восстановительный потенциал) и внешних (состав, температура, относительная влажность, давление и скорость движения парогазовой среды) факторов.

Копчение является одним из древнейших способов повышения микробиологической стабильности пищевых продуктов при хранении. При производстве изделий колбасных сырокопченых салями используется холодное копчение, но в последнее время применяются повышенные температуры до 30°C в европейских технологиях и до 40°C в американских. В нашем опыте будет предложена температура до 50°C.

В результате работы отработаны два метода термической обработки по ускоренной технологии:

- опыт №1 (обработка в климокамерах сырокопченых колбас с применением стартовых культур);

- опыт №2 (обработка копчением влажным дымом при повышенных температурах сырокопченых колбас с применением стартовых культур).

Опыт №1 включал следующие операции: созревание, копчение, сушка в климокамере КДК-12 и дополнительная сушка в климокамере КДК-50. Режимы представлены в таблице 1.

Таким образом, общая продолжительность обработки колбасных изделий в климокамере КДК-12 составляет 3 суток.

Дальнейшая термообработка (сушка) колбасных изделий производилась в климокамере КДК-50 при температуре не выше 15°C и относительной влажности не более 75%. Общая продолжительность сушки составила 16 суток в оболочке диаметром 45 мм. Окончание процесса сушки определяли по показателям качества и безопасности, регламентированные в ТНПА и ТД.



Таблица 1 – Режимы обработки сырокопченых колбас в климакамере КДК – 12.

№	Наименование процесса	Продолжительность процесса		Температура в камере, °С		Влажность в камере, %	
		Значение по программе	Допустимое отклонение	Значение по программе	Допустимое значение	Значение по программе	Допустимое отклонение
1	2	3	4	5	6	7	8
1	созревание	2 ч	±10 мин	19	±3	92	±2
2	созревание	13 ч	±10 мин	26	±3	92	±2
3	сушка	1 ч	±5 мин	26	±3	90	±2
4	копчение	20 мин	±5 мин	26	±3	90	±2
5	созревание	4 ч	±10 мин	26	±3	89	±2
6	копчение	30 мин	±5 мин	24	±3	88	±2
7	сушка	2 ч	±10 мин	22	±3	85	±2
8	созревание	1 ч	±5 мин	22	±3	85	±2
9	сушка	2 ч	±10 мин	22	±3	85	±2
10	созревание	1 ч	±5 мин	22	±3	83	±2
11	сушка	2 ч	±10 мин	22	±3	83	±2
12	созревание	1 ч	±5 мин	22	±3	82	±2
13	сушка	2 ч	±10 мин	22	±3	82	±2
14	созревание	1 ч	±5 мин	22	±3	82	±2
15	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	82	±2
16	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	81	±2
17	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	81	±2
18	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	81	±2
19	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	81	±2
20	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	81	±2
21	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	81	±2
22	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	80	±2
23	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	80	±2
24	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	80	±2
25	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	79	±2
26	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	79	±2
27	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	79	±2
28	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	79	±2
29	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	78	±2
30	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	78	±2
31	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	78	±2
32	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	78	±2
33	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	78	±2
34	сушка	2 ч	±10 мин	20	±3	78	±2
35	копчение	30 мин	±5 мин	20	±3	78	±2
36	созревание	1 ч	±5 мин	20	±3	78	±2
37	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	78	±2
38	созревание	1 ч	±5 мин	18	±3	78	±2
39	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	78	±2
40	созревание	1 ч	±5 мин	18	±3	78	±2
41	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	76	±2
42	созревание	1 ч	±5 мин	18	±3	76	±2
43	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	76	±2
44	созревание	1 ч	±5 мин	18	±3	76	±2
45	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	75	±2
46	копчение	30 мин	±5 мин	18	±3	75	±2
47	сушка	2 ч	±10 мин	18	±3	75	±2

Источник данных: собственная разработка.

Опыт №2 включал следующие операции:

- **осадку** в камере осадки при температуре от 4°C, постепенно повышая температуру до 15°C, при относительной влажности (85–90)% в течение 1 суток;
- **копчение влажным дымом** в термокамере «INTERMIK» 4P по режимам, описанным в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы обработки сырокопченых колбас с копчением влажным дымом в термокамере «INTERMIK»

Процесс	Температура, °C		Продолжительность процесса, мин
	В камере	В центре батона	
Сушка	27	6-16	60
Копчение	30	20-22	10-15
Копчение влажным дымом	50	36-38	15 (до достижения 40 °C внутри продукта)
Сушка	30	Не более 40	20-25
Проветривание	-	-	10

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, общая продолжительность обработки колбасных изделий в термокамерах «INTERMIK» составила 2 часа.

Дальнейшая термообработка (сушка) колбасных изделий производилась в климокамере КДК-50 при температуре не выше 15°C и относительной влажности не более 75%. Общая продолжительность сушки составила 8 суток в оболочке диаметром 45 мм. Окончание процесса сушки определяли по показателям качества и безопасности, регламентированным в ТНПА и ТД.

Оценка качества готовых изделий основывалась на результатах определения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. Для этого были отобраны образцы колбас.

Результаты испытаний по определению физико-химических показателей, микробиологических показателей, органолептических показателей приведены ниже (таблицы 3–5).

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества изделий колбасных сырокопченых салями высшего сорта

Наименование показателя	Нормируемое значение*	Результат испытаний (фактическое значение)	
		опыт №1	опыт №2
Массовая доля влаги, %	не более 42	41,05	41,01
Массовая доля белка, %	не менее 12	23,14	23,50
Массовая доля жира, %	не более 60	35,12	35,12
Массовая доля хлористого натрия, %	не более 6,0	4,90	4,90
Массовая доля нитрита натрия, %	не более 0,005	0,004	0,004
Массовая доля общего фосфора в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	не более 0,8	0,60	0,62

\* В качестве нормируемого значения приведены значения показателей для изделий колбасных сырокопченых салями высшего сорта согласно ТУ ВУ 200301991.047-2017 ОАО «Пинский мясокомбинат».

Источник данных: собственная разработка.

Таблица 4 – Микробиологические показатели изделий колбасных сырокопченых салями высшего сорта

Наименование показателя	Нормируемое значение	Результат испытаний (фактическое значение)	
		опыт №1	опыт №2
Salmonella	не допускается в 25 г	в 25 г не обнаружено	в 25 г не обнаружено
Listeria monocytogenes	не допускается в 25 г	в 25 г не обнаружено	в 25 г не обнаружено
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не допускается в 0,1 г	в 0,1 г не обнаружено	в 0,1 г не обнаружено
S.aureus в 1,0 г	не допускается	в 1,0 г не обнаружено	в 1,0 г не обнаружено
Сульфредуцирующие клостридии	не допускается в 0,01 г	в 0,01 г не обнаружено	в 0,01 г не обнаружено
E. coli	не допускается в 1,0 г	в 0,1 г не обнаружено	в 0,1 г не обнаружено

Источник данных: собственная разработка.

Таблица 5 – Органолептические показатели качества опытных образцов изделий колбасных сырокопченых салями высшего сорта

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид, форма	Батоны прямые с чистой, сухой поверхностью, без пятен, повреждения оболочки и слипов.
Внешний вид нарезанных изделий колбасных	Поверхность среза ровная, без вмятин, изломов, «бахромы», незаветренная
Цвет и вид на разрезе	Равномерно перемешанный фарш темно-красного цвета, без серых пятен и пустот. Цвет шпика белый.
Запах и вкус	Свойственные данному виду продукта, с ароматом специй, копчения; вкус солоноватый, слегка острый, без посторонних привкуса и запаха.

Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что по показателям качества колбаса сырокопченая салями, изготовленная как по программе обработки сырокопченых колбас в климакамере КДК-12, так и по программе обработки сырокопченых колбас с копчением влажным дымом при высоких температурах соответствовала установленным требованиям.

При этом, в случае изготовления по программе обработки сырокопченых колбас с копчением влажным дымом при высоких температурах, процесс изготовления сокращается до 8 суток.

**Заключение.** В результате работы были изучены и опробированы два способа изготовления сырокопченых колбас салями принципиально отличающиеся друг от друга режимами термической обработки. Первый метод – обработка в климакамерах сырокопченых колбас с применением стартовых культур; второй метод – обработка сырокопченых колбас с копчением влажным дымом при высоких температурах с применением стартовых культур). Первый метод является традиционным; второй же относится к интенсивным методам обработки, так как разница в сроках производства по сравнению с первым методом составляет 8 суток. С учетом полученных результатов была разработана технологическая инструкция ТИ ВУ 200301991.075-2019.

### Список использованных источников

1. Фатьянов, Е.В. Производство сырокопченых и сыровяленых колбас / Е.В. Фатьянов, Ч.К. Авылов. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 168 с.

2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов Книга 2. Технология мясных продуктов / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М.: КолосС. – 2009. – 712 с.

1. Fat'janov, E.V. Proizvodstvo syrokopchenyh i syrovjalenyh kolbas [Production of raw smoked and dried sausages] / E.V. Fat'janov, Ch.K. Avylov. – М.: Jeditorial servis, 2008. – 168 s.

2. Rogov, I.A. Tehnologija mjasa i mjasnyh produktov Kniga 2. Tehnologija mjasnyh produktov [Technology of meat and meat products Book 2. Technology of meat products] / I. A. Rogov, A. G. Zabashta, G. P. Kazjulin. – М.: KolosS. – 2009. – 712 s.

*В.Я. Груданов, д.т.н., профессор, А.А. Бренч, к.т.н., доцент, И.Е. Дацук  
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

## **РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ ШНЕКОВЫМ УЗЛОМ ОТЖАТИЯ**

*V. Grudanov, A. Brench, I. Datsuk*

*Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

## **RHEOLOGICAL BASES OF THE PROCESS OF SEPARATION OF MEAT AND BONE RAW MATERIALS BY THE SCREW PRESSING UNIT**

*e-mail: gvyu.pererab@bsatu.by, abrench@mail.ru, datsukigor@gmail.com*

*Рассмотрен процесс разделения мясокостного сырья с помощью шнековых устройств. Разработана реологическая модель полноты выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья шнековым узлом отжатия. Спроектирован и изготовлен лабораторный стенд со шнековым узлом отжатия для разделения мясокостного сырья. Представлены результаты экспериментальных исследований влияния режимно-конструктивных параметров лабораторного шнекового обвалочного пресса на полноту выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья.*

*The process of separating meat and bone raw materials using screw devices is considered. A rheological model of the fullness extraction of the meat fraction during the separation of meat and bone raw materials by the screw pressing unit has been developed. A laboratory stand with a screw pressing unit for separating meat and bone raw materials was designed and manufactured. The results of experimental studies of the influence of modal constructive parameters of a laboratory deboning press on the fullness extraction of meat fraction during the separation of meat and bone raw materials are presented.*

**Ключевые слова:** разделение мясокостного сырья; шнековый пресс; мясная фракция; костный остаток; шнек; перфорированная втулка; полнота выделения мясной фракции; экспериментальный стенд.

**Key words:** separation of meat and bone raw materials; screw press; meat fraction; bone residue; screw; perforated sleeve; fullness extraction of meat fraction; experimental stand.

**Введение.** Мясо и мясные продукты, как один из основных источников поступления белка в организм, имеет большое значение в питании человека. По пищевой ценности мясо птицы практически не отличается от мяса сельскохозяйственных животных – говядины, свинины, баранины, так что все эти виды мяса являются вполне взаимозаменяемыми. Но с экономической стороны мясо птицы гораздо предпочтительнее: из-за физиологических различий животных и птиц, вряд ли могут быть достигнуты более высокие результаты при выращивании крупного и мелкого рогатого скота или свиней.

Широкие возможности для роста производства мяса птицы открывает глубокая переработка мяса птицы.

Во время механического разделения мясокостного сырья в сепарирующей головке пресса развивается большое давление (до  $3 \cdot 10^7$  Па), что вызывает разрушение костной ткани и выход костного мозга в мясную фракцию (мясо механической обвалки) и приводит к изменению химического состава мяса. При этом, мясо птицы после механического разделения остается мясным продуктом со

свойствами, характерными для обычного тонкоизмельченного мяса. Мясную фракцию, после механической обвалки, можно реализовывать как полуфабрикат, но экономически целесообразно использовать ее в виде компонента рецептуры более дорогих продуктов: рубленых полуфабрикатов, колбасных изделий, ветчины и др. [1]

**Цель исследований** – разработка реологической математической модели полноты выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья шнековым узлом отжатия в зависимости от технических параметров применяемого оборудования и технологических свойств обрабатываемого сырья.

**Материалы и методы исследований.** Анализ конструкций прессов для механического разделения мясокостного сырья ведущих производителей оборудования для птицеперерабатывающих предприятий.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований предложены математические зависимости, позволяющие определить полноту выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья шнековым узлом отжатия еще на стадии проектирования оборудования с учетом геометрических параметров его рабочих органов и технологических свойств обрабатываемого сырья.

Для практической апробации полученных зависимостей и дополнительных исследований процесса разделения мясокостного сырья шнековым узлом отжатия в обвалочных прессах, определения влияния конструктивных особенностей рабочих органов и режимных параметров работы на качество полученной мясной фракции разработан и смонтирован экспериментальный стенд и изготовлены образцы рабочих органов.

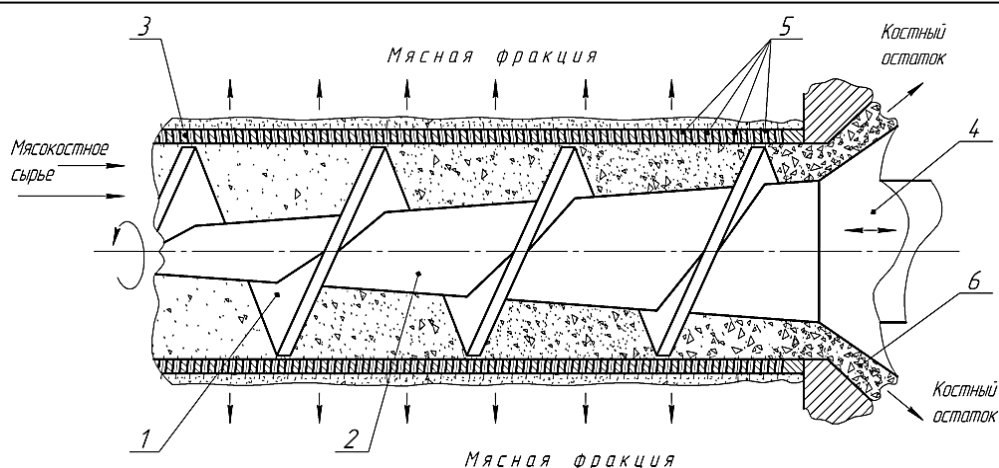
*Предварительные сведения. Процесс разделения мясокостного сырья в шнековых обвалочных прессах.*

Наибольшее распространение среди устройств для разделения мясокостного сырья птицы получили шнековые прессы, которые применяют для обвалки тушек, частей тушек и птицы после ручной обвалки, а также дообвалки мяса с костного остатка, полученного при использовании установок барабанного типа. [2]

Разделение мясокостного сырья в шнековых прессах (рисунок 1) происходит при его сдавливании между винтовыми поверхностями шнека 1, его вала 2 и перфорированной втулки 3 (сепаратора). Сдавливание происходит за счет уменьшения объема межвиткового пространства и применения специального запирающего конуса 4, установленного на выходном конце шнека. При этом давление прессования в каждой последующей винтовой канавке увеличивается, и мясная фракция, имеющая коллоидную структуру, начинает течь и отводится через большое количество мелких отверстий в сепараторе, а твердая костная часть, как менее текучая, остается не продавленной и удаляется через кольцевой зазор между цилиндрическим корпусом и запирающим конусом.

Следует отметить, что качество удаляемой фракции в зависимости от давления не одинаково. Вначале выделяется чистая мышечная ткань, а затем, при росте давления, начинает выделяться костный мозг и более грубые ткани, в том числе соединительные. Это позволяет производить разделение конечной продукции в зависимости от качества по длине перфорированной втулки шнекового обвалочного пресса.[3]

Несмотря на то, что шнековые обвалочные прессы широко применяются при переработке птицы, в настоящее время в научной, методической и учебной литературе крайне недостаточно освещены вопросы, связанные с техническими расчетами обвалочных прессов.



1 – винтовая поверхность шнека; 2 – вал шнека; 3 – перфорированная втулка;  
4 – запирающий конус; 5 – отверстия перфорации; 6 – кольцевой зазор

Рисунок 1 – Схема разделения мяскокостного сырья в шнековом обвалочном прессе  
Источник данных: собственная разработка.

*Построение реологической математической модели полноты выделения мясной фракции при разделении мяскокостного сырья шнековым узлом отжатия.*

Полнота выделения мясной фракции при разделении мяскокостного сырья прессованием зависит от геометрических параметров рабочих органов шнекового узла отжатия, давления сжатия и соотношения мясной и костной фракций в исходном сырье. При этом следует отметить, что данный способ разделения мяскокостного сырья не обеспечивает стопроцентного отделения мясной фракции от кости. Это можно объяснить тем, что костные включения при их сжатии и разрушении не представляют собой однородный компонент, а пространство между включениями заполнено мясной фракцией.

Уплотнение мяскокостного сырья в шнековой камере обеспечивается за счет уменьшения шага навивки шнека, уменьшения наружного диаметра шнека, увеличения диаметра вала шнека, а также комбинации указанных вариантов.

Представим пространство, образованное шнеком и перфорированной втулкой узла отжатия, в виде сужающегося желоба трапецеидального сечения, при этом глубина желоба также уменьшается. Сужение желоба свидетельствует об уменьшении шага навивки шнека, а уменьшение глубины – об уменьшении диаметра шнека или увеличении диаметра вала шнека, что ведет к повышению давления на мяскокостное сырье по мере его продвижения.

Длина желоба  $L$  выбрана по зависимости

$$L = \pi \frac{d_{cp}^{1/2}}{2} z_{\theta}, \quad (1)$$

где  $d_{cp}^{1/2}$  – средний диаметр шнека в средней по длине канала части, м;

$z_{\theta}$  – количество витков шнека расположенных в зоне отверстий перфорированной втулки.

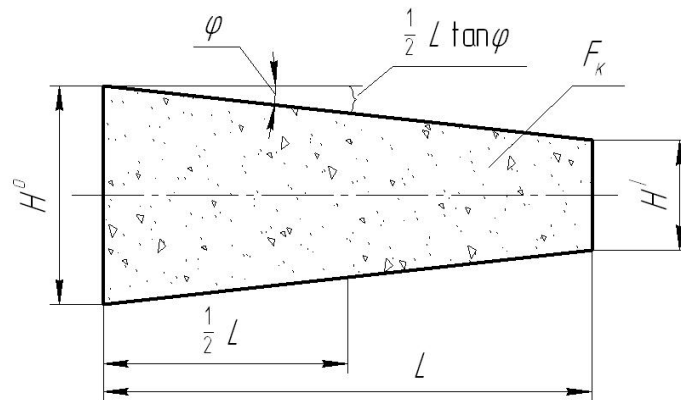
При рассмотрении такой модели следует сделать допущения, что линейная скорость движения мяскокостной массы вдоль желоба постоянна в каждой его точке.

Масса мясной фракции  $M_m$ , полученная при разделении мясокостного сырья, занимающего объем межвиткового пространства прессующих витков шнека равна, кг

$$M_m = G_{cen} F_{cen} t_{разд} \rho_m, \quad (2)$$

где  $G_{cen}$  – скорость выделения мясной фракции сквозь отверстия перфорированной втулки, м/с;  
 $F_{cen}$  – эффективная площадь перфорированной втулки, м<sup>2</sup>;  
 $t_{разд}$  – время выделения мясокостного сырья сквозь отверстия перфорированной втулки, с;  
 $\rho_m$  – плотность мясной фракции, выходящей из отверстий перфорированной втулки, кг/м<sup>3</sup>.

Для определения эффективной площади перфорированной втулки рассмотрим пятно контакта мясокостной массы с внутренней поверхностью перфорированной втулки (рисунок 2).



$H^0$  – ширина канала по наружному диаметру шнека в плоскости начала разделения мясокостного сырья;  $H^1$  – ширина канала по наружному диаметру шнека в конце канала;  
 $L$  – длина канала шнека в зоне разделения мясокостного сырья;  
 $\varphi$  – угол образующийся при уменьшении шага навивки шнека

Рисунок 2 – Схема к определению пятна контакта мясокостной массы с внутренней поверхностью перфорированной втулки  
 Источник данных: собственная разработка.

Из геометрических соображений площадь пятна контакта мясокостной массы  $F_k$  с внутренней поверхностью втулки равна

$$F_k = H^0 \cdot L - L^2 \cdot \text{tg } \varphi = L(H - L \text{tg } \varphi), \quad (3)$$

где  $H^0$  – ширина канала в плоскости начала разделения мясокостного сырья, м;  
 $L$  – длина канала шнека в зоне разделения мясокостного сырья, м;  
 $\varphi$  – угол образующийся при уменьшении шага навивки шнека.

Тогда с учетом (3) эффективная площадь перфорированной втулки  $F_{cen}$  определится из равенства

$$F_{cen} = k_{жс} L(H - L \text{tg } \varphi), \quad (4)$$

где  $k_{жс}$  – коэффициент живого сечения перфорированной втулки.



Время разделения представим как отношение пути пройденного элементарным слоем мясокостного сырья к скорости его движения

$$\tau_{разд} = \frac{L}{g_{ш}}, \quad (5)$$

где  $g_{ш}$  – линейная скорость витков шнека по среднему его диаметру, м/с.

$$g_{ш} = \frac{\pi n d_{cp}^{1/2}}{30 \cdot 2} = \frac{\pi d_{cp}^{1/2} n}{60} \quad (6)$$

где  $n$  – частота вращения шнека, об/мин;

$d_{cp}^{1/2}$  – средний диаметр шнека в средней по длине его части, м.

Так при работе шнековых устройств мясокостная масса проскальзывает относительно поверхности шнека, то для учета реальной частоты вращения шнека может быть применен эмпирический коэффициент, учитывающий эту особенность.

Тогда зависимость (5) примет вид

$$\tau_{разд} = \frac{60L}{\pi n k_{ск} d_{cp}^{1/2}}, \quad (7)$$

где  $k_{ск}$  – эмпирический коэффициент учитывающий влияние проскальзывания мясокостной массы относительно поверхности витков шнека.

Представим полноту разделения  $\eta$  как отношение масс

$$\eta = \frac{M_{ш}}{M_{МК} K}, \quad (8)$$

где  $M_{МК}$  – масса мясокостного сырья, занимающая объем межвиткового пространства шнека структурой в начальный момент разделения, кг;

$K$  – коэффициент учитывающий отношение массы мясной фракции к костным включениям в исходном мясокостном сырье.

$$M_{МК} = V_{МК} \rho_{МК}, \quad (9)$$

где  $V_{МК}$  – условный объем мясокостного сырья в зоне разделения при одинаковой его плотности, м<sup>3</sup>;

$\rho_{МК}$  – плотность мясокостного сырья в зоне разделения, кг/м<sup>3</sup>.

Объем, который занимает мясокостное сырье в шнековой камере представим как произведение площади поперечного сечения канала шнека в средней по длине его части на длину канала, расположенного в зоне разделения. С учетом того, что поперечное сечение канала шнека представляет форму трапеции, уравнение примет вид

$$V_{МК} = H_{cp}^{1/2} t^{1/2} L, \quad (10)$$

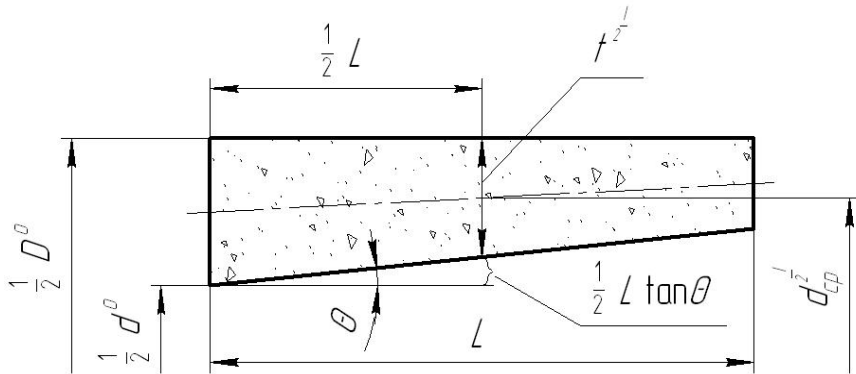
где  $H_{cp}^{1/2}$  – средняя ширина сечения канала шнека в средней по длине его части, м;

$t_{cp}$  – высота сечения канала шнека в средней по длине его части, м.

3) Найдем высоту сечения канала шнека в средней по длине его части (рисунок 3)

$$t^{\frac{1}{2}} = \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \quad (11)$$

где  $D^o$  – наружный диаметр шнека в зоне начала разделения, м;  
 $d^o$  – диаметр вала шнека в зоне начала разделения, м;  
 $\theta$  – угол подъема дна желоба.



$D^o$  – наружный диаметр шнека в зоне начала разделения;  $d^o$  – диаметр вала шнека в зоне начала разделения;  $t^{\frac{1}{2}}$  – высота сечения канала шнека в средней по длине его части;  $L$  – длина канала шнека в зоне разделения мясокостного сырья;  $\theta$  – угол подъема дна желоба;  $d_{cp}^{\frac{1}{2}}$  – средний диаметр шнека в средней части канала

Рисунок 3 – Схема к определению высоты сечения канала шнека в средней по длине его части

Источник данных: собственная разработка.

Используя рисунок 3 найдем средний диаметр шнека в средней части канала

$$d_{cp}^{\frac{1}{2}} = D^o + \left( D^o - \frac{1}{2} L \right) \operatorname{tg} \theta. \quad (12)$$

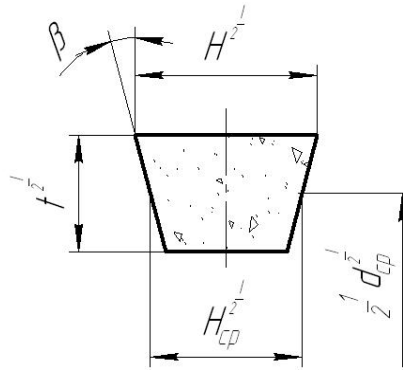
С учетом выражений (12), (7) и (4) найдем массу мясной фракции, полученную при разделении мясокостного сырья,

$$M_{.m} = \frac{60 g_{cen} L^2 (H - L \operatorname{tg} \varphi) k_{жс} \rho_{.m}}{\pi n k_{ск} \left( D^o + \left( D^o - \frac{1}{2} L \right) \operatorname{tg} \theta \right)}. \quad (13)$$

Ширина канала желоба в средней по длине его части по наружному диаметру шнека определится как

$$H^{\frac{1}{2}} = H^o - L \operatorname{tg} \varphi. \quad (14)$$

Составим схему к определению средней ширины сечения канала шнека и его площади в средней по длине канала части (рисунок 4).



$H^{1/2}$  – ширина канала желоба в средней по длине его части по наружному диаметру шнека;  $H_{cp}^{1/2}$  – средняя ширина сечения канала шнека в средней по длине его части;  $d_{cp}^{1/2}$  – средний диаметр шнека в средней по длине его части;  $t^{1/2}$  – высота сечения канала шнека в средней по длине его части;  $\beta$  – угол наклона поверхности витка шнека

Рисунок 5 – Схема поперечного канала шнека в средней по длине его части  
Источник данных: собственная разработка.

Следовательно, средняя ширина сечения канала шнека в средней по длине его части запишется в виде выражения

$$H_{cp}^{1/2} = H^{1/2} - t^{1/2} \operatorname{tg} \beta, \quad (15)$$

где  $\beta$  – угол наклона поверхности витка шнека.

Подставив (11) и (14) в выражение (15) получим

$$H_{cp}^{1/2} = H^o - L \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta. \quad (16)$$

С учетом (16) и (11) формула для определения объема мясокостного сырья в зоне разделения примет вид

$$V_{\text{мк}} = \left( H^o - L \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta \right) \times \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) L, \quad (17)$$

Тогда

$$M_{\text{мк}} = \left( H^o - L \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta \right) \times \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) L \rho_{\text{мк}}. \quad (18)$$

Подставив полученные выражения (13) и (18) в отношение (8) определим степень полноты разделения шнекового узла отжатия обвалочного пресса

$$\eta = \frac{609L(H^o - L \operatorname{tg} \varphi) k_{\text{жс}} \rho_m}{\pi n k_{\text{ск}} \left( D^o + \left( D^o - \frac{1}{2} L \right) \operatorname{tg} \theta \right)} \times \frac{1}{\left( H^o - L \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta \right) \cdot \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \rho_{\text{мк}} K} \quad (19)$$

В работе [4] для корректировки влияния частоты вращения шнека на степень полноты разделения введен эмпирический коэффициент  $K_n$ , при этом сам коэффициент  $K_n$  зависит от приложенного давления на выходе  $p_{\text{вых}}$ .

Тогда уравнение полноты выделения мясной фракции  $\eta$  при разделении мясокостного сырья шнековым узлом отжатия будет иметь вид

$$\eta = \frac{609L(H^o - L \operatorname{tg} \varphi) k_{\text{жс}} \rho_m}{\pi (n k_{\text{ск}} + K_n p_{\text{вых}}^c) \left( D^o + \left( D^o - \frac{1}{2} L \right) \operatorname{tg} \theta \right)} \times \frac{1}{\left( H^o - L \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta \right) \cdot \left( \frac{D^o - d^o}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \rho_{\text{мк}} K} \quad (20)$$

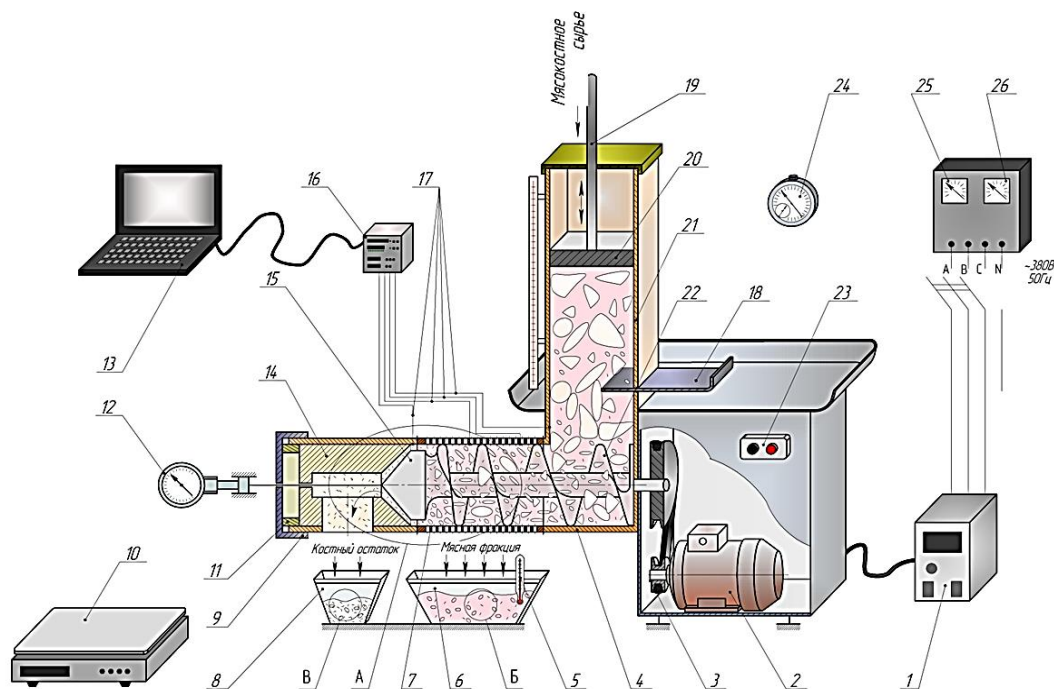
где  $K_n$  – эмпирический коэффициент, корректирующий степень влияния частоты вращения шнека, зависящий от прикладываемого давления на выходе, Па<sup>c</sup>;  
 $p_{\text{вых}}$  – давление на выходе, Па;  
 $c$  – эмпирический коэффициент, устанавливающий степень влияния давления на выходе на коэффициент  $K_n$ .

Следует отметить, что полученная зависимость справедлива для равномерного изменения шага навивки шнека и глубины его канавки, а также при постоянстве угла наклона поверхности витка шнека.

Представленная модель значительно упрощается для шнековых узлов отжатия со шнеком постоянного шага или постоянной глубины его канала.

#### *Практическая часть. Экспериментальные исследования.*

Для исследования процесса разделения мясокостного сырья шнековым узлом отжатия в обвалочных прессах, определения влияния конструктивных особенностей рабочих органов и режимных параметров работы на качество конечной продукции на кафедре технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» разработан и смонтирован экспериментальный стенд, представленный на рисунке 5 и изготовлены опытные образцы рабочих органов обвалочного пресса, общий вид которых представлен на рисунке 6.



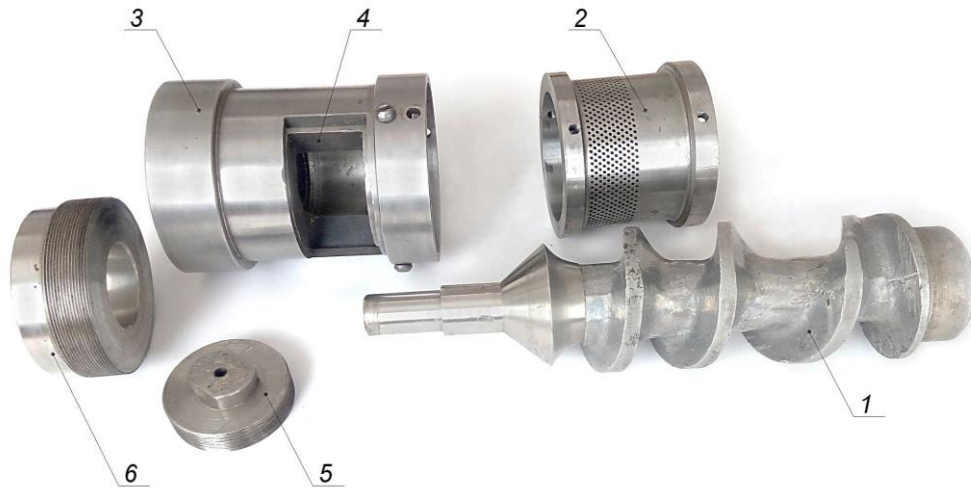
- 1 – векторный преобразователь частоты E2-8300; 2 – электродвигатель; 3 – клиноременная передача; 4 – корпус; 5 – термометр; 6 – емкость для сбора мясной фракции; 7 – сепарирующая втулка; 8 – емкость для сбора костного остатка; 9 – гайка зажимная; 10 – весы электронные SC 4010; 11 – втулка; 12 – тахометр АКИП-9202; 13 – персональный компьютер; 14 – запирающий клапан; 15 – конус; 16 – измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ-148; 17 – термопары ТХА; 18 – заслонка; 19 – шток поршня; 20 – поршень; 21 – корпус питателя; 22 – шнек; 23 – пускатель; 24 – секундомер; 25 – вольтметр; 26 – амперметр

Рисунок 5 – Принципиально-конструктивная схема экспериментальной установки для разделения мясокостного сырья  
Источник данных: собственная разработка.

Привод машины, состоящий из электродвигателя 2 и клиноременной передачи 3, приводит во вращение шнек 22, скорость вращения которого контролируется тахометром 12, и регулируется с помощью векторного преобразователя частоты 1. Предварительно крупноизмельченное сырье загружается в корпус питателя 21 и поршнем 20 подаётся к шнеку. Шнек захватывает сырье, дополнительно измельчает его за счет уменьшения межвиткового пространства и продавливает мясную фракцию через отверстия сепарирующей втулки 7, а костная фракция проходит сквозь зазор образованный гильзой 14 и конусом 15 и попадает в емкость для сбора костного остатка 8. Мясная ткань отделенная от кости поступает в емкость для сбора мясной фракции 6, где измеряют ее конечную температуру с помощью термометра 5.

Выход костного остатка регулируется зажимной гайкой 9 и втулкой 11 которая перемещает гильзу 14 в корпусе и тем самым изменяет зазор между поверхностями конуса и гильзы.

Показания температуры сырья, по ходу его продвижения по рабочей камере установки, для разделения мясокостного сырья определяются при помощи установленных термопар 17 подключенных к микропроцессорному измеритель-регулятору 16, который, в свою очередь, подключен к персональному компьютеру 13, с целью одновременного отслеживания изменения температуры в каждой из измеряемых точек. Для определения затрачиваемой мощности на процесс разделения мясокостного сырья птицы используются вольтметр 25 и амперметр 26 [5].



1 – шнек нагнетающего типа; 2 – перфорированная втулка (сепаратор); 3 – опорный корпус; 4 – запирающий конус (клапан); 5, 6 – винты регулировки кольцевого зазора

Рисунок 6 – Внешний вид узла сепаратора в разобранном виде  
Источник данных: собственная разработка.

*Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение.*

Для определения влияния режимно-конструктивных параметров лабораторного шнекового обвалочного пресса на полноту выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья проведены эксперименты, для которых управляемыми параметрами выбраны частота вращения шнека обвалочного пресса, ширина кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном, отношение костной части к мясной в исходном сырье.

На рисунке 7 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции от ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном при частоте вращения шнека  $n=115 \text{ мин}^{-1}$  и отношении массы мясной фракции к костным включениям в исходном мясокостном сырье  $K=53\%$ .

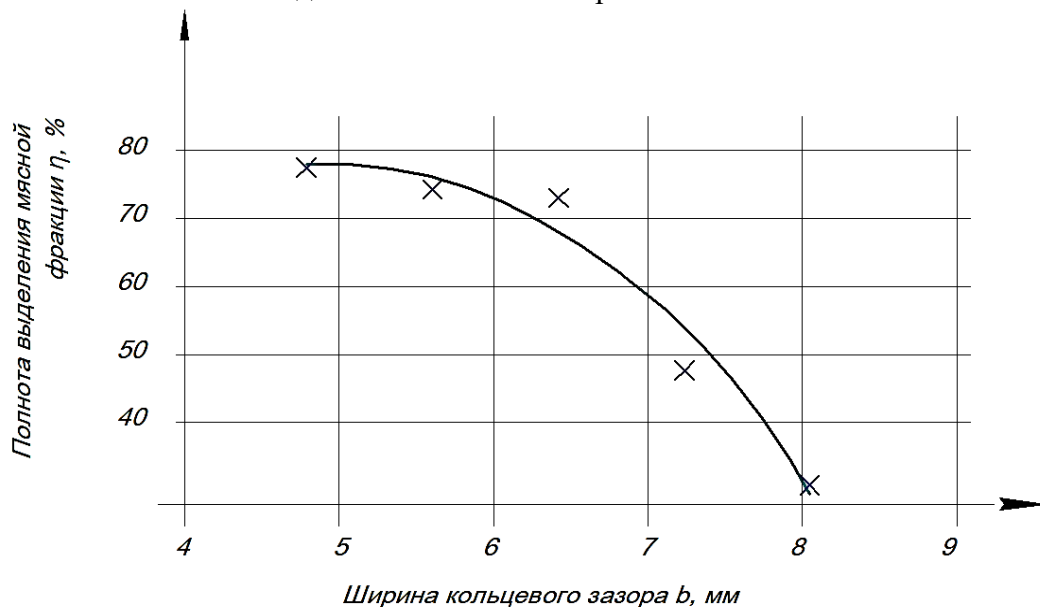


Рисунок 7 – Зависимость полноты выделения мясной фракции от ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном  
Источник данных: собственная разработка.

Из графика видно, что с увеличением ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном полнота выделения мясной фракции уменьшается. Связано это с тем, что с увеличением ширины кольцевого зазора снижается давление в камере прессования, что в свою очередь уменьшение давления в камере прессования позволяет меньшей части мясной фракции переходить в текучее состояние, от чего все больше мясной составляющей удаляется с костным остатком, а это снижает эффективность разделения.

На рисунке 8 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции от соотношения масс мясной фракции к костным включениям в исходном сырье при ширине кольцевого зазора  $b=6,5$  мм и частоте вращения шнека  $n=115$  мин<sup>-1</sup>.

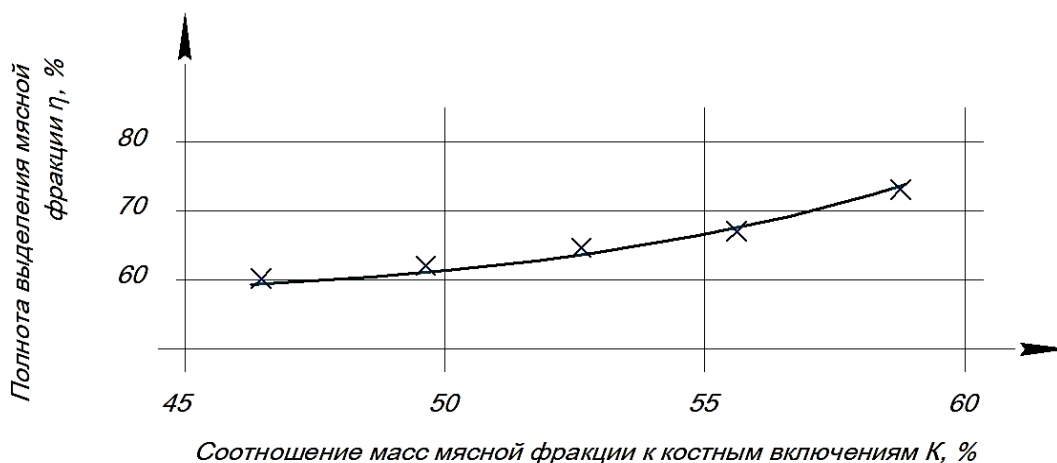


Рисунок 8 – Зависимость полноты выделения мясной фракции от соотношения масс мясной фракции к костным включениям в исходном сырье  
Источник данных: собственная разработка.

Увеличение костной части в исходном сырье при неизменных остальных режимно-конструктивных параметрах негативно сказывается как на степени полноты выделения мясной фракции, так и на производительности лабораторного шнекового обвалочного пресса. Снижение полноты выделения мясной фракции с ростом содержания костных включений в исходном сырье, объясняется увеличением пути движения мясной фракции по межкостным каналам, для чего необходимо затратить больше времени.

На рисунке 9 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции в зависимости от частоты вращения шнека при ширине кольцевого зазора  $b=6,5$  мм и отношении массы мясной фракции к костным включениям в исходном мясокостном сырье  $K=53\%$ .

В диапазоне частоты вращения от 65 мин<sup>-1</sup> до 130 мин<sup>-1</sup> полнота выделения мясной фракции уменьшается, а от 130 мин<sup>-1</sup> до 165 мин<sup>-1</sup> происходит ее увеличение. Однако следует отметить, что изменение полноты выделения мясной фракции невелико.

Так как общим критерием эффективной работы шнекового обвалочного пресса является максимально возможная полнота выделения мясной фракции, то при оптимизации процесса необходимо будет определить режимно-конструктивные параметры, удовлетворяющие этому условию.

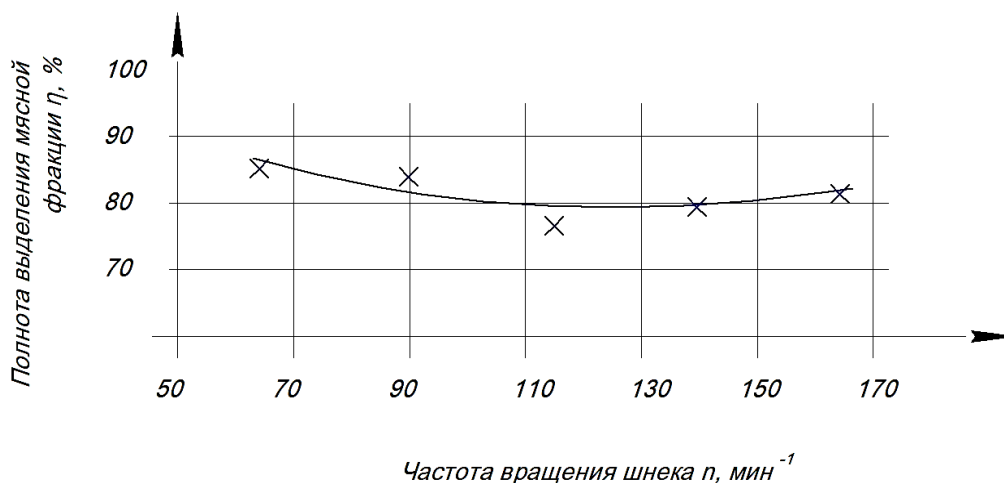


Рисунок 9 – Зависимость полноты выделения мясной фракции в зависимости от частоты вращения шнека

Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Одним из критериев эффективной работы шнекового обвалочного пресса является максимальная полнота выделения мясной фракции при сохранении технологических параметров сырья. Получены графические и аналитические зависимости полноты выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья лабораторного шнекового обвалочного пресса от режимно-конструктивных параметров, которые наглядно доказывают возможность применения шнековых установок для механического разделения мясокостного сырья. После оценки точности полученных экспериментально аналитических уравнений зависимости полноты выделения мясной фракции можно сделать вывод, что данные расчетные зависимости адекватно описывают реальный процесс разделения мясокостного сырья на лабораторном шнековом обвалочном прессе.

Следует отметить, что на эффективность работы шнекового обвалочного пресса влияют не конкретные численные значения режимно-конструктивных факторов, а их сочетание. Поэтому для определения оптимальных параметров работы шнекового обвалочного пресса следует провести более глубокий анализ.

#### Список использованных источников

1. Сэмс, Р.А. Переработка мяса птицы / Р.А. Сэмс. – Спб.: Профессия, 2007. – 432 с.
1. Sjemis, R.A. Pererabotka mjaso pticy [Poultry meat processing] / R.A. Sjemis. – Spb.: Professija, 2007. – 432 s.
2. Мясо птицы механической обвалки / В.А. Гоноцкий [и др.]; под ред. А.Д. Давлеева. – М.: Альфа-Дизайн, 2004. – 200 с.
2. Mjaso pticy mehanicheskoj obvalki [Mechanical baking poultry meat] / V.A. Gonockij [i dr.]; pod red. A.D. Davleeva. – M.: Al'fa-Dizajn, 2004. – 200 s.
3. Бренч, А.А. Анализ средств механизации процесса разделения мясокостного сырья птицы / А.А. Бренч, И.Е. Дацук // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: докл. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21-22 марта 2013 г. / УО «Белорус. гос. аграрный техн. ун-т»; редкол.: А.А. Бренч [и др.]. – Минск, 2013. – С. 63–66.
3. Brench, A.A. Analiz sredstv mehanizacii processa razdelenija mjasokostnogo syr'ja pticy [Analysis of means of mechanization of poultry meat-and-bone raw material separation process] / A.A. Brench, I.E. Datsuk // Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcii: dokl. mezhdunar. nauch. prakt. konf., Minsk, 21–22 marta 2013 g. / UO «Belorus. gos. agrarnyj tehn. un-t»; redkol.: A.A. Brench [i dr.]. – Minsk, 2013. – S. 63–66.
4. Яковлев, Д.А. Обоснование конструктивно-кинематических параметров шнекового рабочего органа для механического
4. Jakovlev, D.A. Obosnovanie konstruktivno-kinematiceskix parametrov shnekovogo rabocheho organa dlja mehanicheskogo obezvozhivanija



обезвоживания зеленой массы рапса: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Д. А. Яковлев; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов н/Д., 2012. – 19 с.

5. Дацук, И.Е. Разработка экспериментального стенда и совершенствование конструкции установки для разделения мясокостного сырья / И.Е. Дацук // Инновационные технологии в пищевой промышленности: доклады VIII междунар. науч.-практ. конфер. (8–9 октября 2009 г.) / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». - Минск, 2009. - С. 458–462.

zelenoj massy rapsa [Substantiation of structural-kinematic parameters of screw working member for mechanical dehydration of green rapeseed mass] : avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.20.01 / D. A. Jakovlev; Donskoj gos. tehn. un-t. – Rostov n/D., 2012. – 19 s.

5. Datsuk, I.E. Razrabotka jeksperimental'nogo stenda i sovershenstvovanie konstrukcii ustanovki dlja razdelenija mjasokostnogo syr'ja [Development of an experimental bench and improvement of the structure of the plant for separation of meat and bone raw materials] / I.E. Datsuk // Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlen-nosti: doklady VIII mezhdunar. nauch.-prakt. konfer. (8–9 oktjabrja 2009 g.) / Nacional'naja akademija nauk Belarusi, RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po prodovol'stviju». - Minsk, 2009. - S. 458–462.

*Р.А. Чудак д.с.-х.н., профессор  
Винницкий национальный аграрный университет, Винница, Украина*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО БЕТАИНА В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ

*R. Chudak  
Vinnitsa National Agrarian University, Vinnitsa, Ukraine*

### THE PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF HYBRID PIGLETS AT GROWING WHEN USING BETAINES

*e-mail: roman.chudak@ukr.net*

*Приведены результаты исследований показателей продуктивности гибридных кабанчиков на доращивании при введении в рацион разного количества кормовой добавки бетаин. Во время сравнительного периода показатели продуктивности животных опытных групп были близки к животным контрольной группы, а их среднесуточные привесы в пределах 248–250 г и абсолютный привес от 71,6 до 72,3 кг. Однако, введение в рацион бетаина в количестве 1 кг на 1 т комбикорма повышало потребление комбикорма у животных третьей опытной группы на 4,18%. Установлено, что при использовании в кормлении свиней кормовой добавки бетаин, высокие показатели роста наблюдались у животных третьей опытной группы, где среднесуточный привес составил 743 г и абсолютный – 378,8 кг. В течение всего периода исследований сохранность поросят составила 100%.*

*Экспериментально установлено оптимальное количество бетаина для скармливания поросятам на доращивании, которое составляет 1 кг на 1 т комбикорма.*

**Ключевые слова:** бетаин; рацион; гибридные поросята; скармливание; среднесуточный привес; абсолютный привес; комбикорм.

*The results of studies of the productive characteristics of hybrid piglets at growing with the addition of different amount of the feed additive betaine into the diet are given. During the equalizing period the productive characteristics of animals in research groups were close to the animals in the control group, their average daily gains range of 248-250 g and the absolute gain is from 71.6 to 72.3 kg. However, the introduction of betaine into the diet in the amount of 1 kg per 1 ton of feed increased the consumption of feed by 4.18% in the third research group of animals. It is established that when using the feed additive betaine in the pigs' diet, the highest characteristics of growth were observed in the third research group of animals, where the average daily gain was 743 g and the absolute one - 378.8 kg. Throughout the period of research the piglets' survival was 100%.*

*The optimal amount of betaine for feeding piglets at growing is established. It is 1 kg per 1 ton of feed.*

**Keywords:** betaine; ration; hybrid piglets; feeding; daily gain; absolute gain; feed.

**Введение.** Эффективность свиноводства зависит от генетики, технологии выращивания, кормления, здоровья животных и качества кормов. В структуре себестоимости свинины наибольшую долю составляют расходы на корма (до 70–80%).

Полноценное и сбалансированное кормление животных обеспечивает проявления их генетического потенциала продуктивности. Недостаток питательных веществ, особенно белка, а также аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, вызывает снижение приростов, увеличение сроков откорма, перерасходов кормов и, как следствие, себестоимость свинины. Недостаток или избыток в рационе даже одного необходимого компонента снижает эффективность

других, вызывает уменьшение коэффициента полезного действия корма. Питательные и биологически активные вещества дают положительный эффект только в том случае, когда они поступают в организм в строго определенном количестве и в соотношении с потребностью в них животных [1].

Сокращение затрат кормов на единицу продукции в значительной степени зависит от организации полноценного кормления свиней с учетом новейших данных зоотехнической науки.

Производство животноводческой продукции в Украине требует поиска новых, более дешевых и доступных кормовых добавок, способных обеспечить потребность в питательных веществах.

Кормовые добавки – это кормовые средства, которые применяются для улучшения питательной ценности основного корма. Перечень кормовых добавок насчитывает сейчас сотни различных кормовых средств, которые постоянно пополняются. Среди перечня протеиновых добавок особенное место занимает бетаин (бетафин) – вещество, выделяемое из патоки сахарной свеклы [2, 3].

Бетаин – натуральный экстракт сахарной свеклы, который используется в кормлении животных с целью улучшения продуктивных показателей. Он помогает животным регулировать водный баланс в клетках, поддерживая функцию ионных насосов, и улучшает работу печени, способствуя гомеостазу [4].

Для процессов метилирования бетаин может отдавать только одну метильную группу, остальные две подвергаются окислению, в результате чего образуется глицин, который смягчает негативное воздействие белкового перекорма или избыточного поступления отдельных аминокислот, обезвреживает конечные продукты азотистого обмена. Холин, бетаин и метионин могут функционально заменять друг друга на эквивалентной основе только как доноры метильных групп [2].

После отъема у поросят чаще всего наблюдаются следующие проблемы: 1) обезвоживание; 2) изменения структуры желудка, вследствие чего может ухудшиться усвояемость питательных веществ, которые остаются для бактерий; 3) высвобождение токсинов желудочными патогенами, нарушается водный баланс; 4) повышенный риск инфицирования кокцидиями, которые вызывают ухудшение производственных показателей. Ученые университета Лидз (Великобритания) наблюдали существенные улучшения адсорбирующей способности желудка и его структуры у поросят, в рационы которых добавляли бетаин в течение первых двадцати дней после отлучения. Результаты еще восьми исследований показали большие среднесуточные приросты и среднесуточное потребление кормов, эффективную конверсию корма у молодняка свиней. В результате свиньи быстрее росли, раньше достигая убойного веса, что позволяет хозяйству получать дополнительную прибыль [3, 4].

Следовательно, очень важно определить оптимальное количество бетаина в рационе поросят на доращивании, чтобы повысить эффективность использования питательных веществ корма. Данный вопрос требует дальнейшего изучения и совершенствования.

Поэтому, целью наших исследований было установить влияние бетаина на показатели производительности гибридных поросят на доращивании и определить оптимальное количество бетаина в рационе.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в условиях племенной фермы ООО "Серволукс-Генетик" Оратовского района Винницкой области на четырех группах-аналогах гибридных кабанчиков, по 17 голов в каждой. Средний возраст поросят на момент отлучения достигал 24,2 суток. Поросята-аналоги были подобраны с учетом происхождения, возраста, массы, пола и энергии

роста. При постановке на опыт средняя живая масса поросят была 7,46 кг и выращивали их до живой массы 33 кг [5].

Животные содержались группами в свинарнике с автоматизированной системой микроклимата. При проведении исследований технологический процесс выращивания поросят включал в себя концентратный тип кормления. Кормление животных осуществлялось вволю, доступ к воде в течение суток был тоже свободным. Взвешивание проводилось в начале уравнительного, основного и в конце основного периодов в определенные даты. Ежедневно проводили учет потребленных кормов. Для выравнивания энергии роста поросят, провели уравнительный период, который составлял 17 суток. Во время этого периода животные получали предстартерный комбикорм «Милкивин». Во время проведения основного периода животные потребляли стартерный комбикорм компании Trouw Nutrition International в соответствии со схемой опыта (таблица 1). Основной период опыта составлял 30 суток.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Продолжительность периода, суток		Количество животных в группе, гол	Условия кормления
	уравнительный	основной		
1 – контрольная	17	30	17	ОР* (полнорационный комбикорм)
2 – опытная	17	30	17	ОР + 0,5 кг Бетаина на 1т комбикорма
3 – опытная	17	30	17	ОР + 1 кг Бетаина на 1т комбикорма
4 – опытная	17	30	17	ОР + 1,5 кг Бетаина на 1т комбикорма

\*- основной рацион

Источник данных: собственная разработка.

Особенности роста поросят на доращивании изучали путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта.

Биометрическая обработка цифрового материала проведена методом Н.А. Плохинского [6].

**Результаты исследований.** Экономические показатели выращивания свиней в интенсивной технологии определяются двумя основными показателями. Это среднесуточный прирост живой массы свиней и затраты корма на 1 кг прироста. Интенсивность роста свиней и показатель конверсии корма, в первую очередь определяется породными особенностями животных, а также уровнем селекционной работы в хозяйстве. Использование гибридизации и эффекта гетерозиса позволяет увеличить среднесуточные привесы на 5–20%.

Показатели производительности гибридных поросят на доращивании в зависимости от условий кормления приведены в таблице 2, 3.

Прирост живой массы свиней часто определяется живой массой при рождении животного. Из таблицы 2 видно, что живая масса подопытных животных при рождении находилась в пределах от 1,34 до 1,38 кг.

Анализируя данные таблицы 2 можно отметить, что живой вес на начало периода по группам был в пределах от 126,7 до 127,2 кг и на конец периода колебался от 198,5 до 199,3 кг. В течение уравнительного периода наибольший абсолютный прирост был у животных третьей и четвертой группы, составил 72,3 кг, что на 0,41% больше чем, у животных 1-й группы и на 0,97% больше животных 2-й группы.

Таблица 2 - Показатели продуктивности поросят на дорастивании в уравнительный период

Показатель	Группа			
	1-контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Количество животных в группе, гол	17	17	17	17
Средняя живая масса 1 головы при рождении, кг	1,35±0,051	1,38±0,047	1,34±0,045	1,37±0,039
Живая масса группы на начало периода, кг	127,2	126,9	126,7	127
Средняя живая масса 1 головы на начало периода, кг	7,48±0,211	7,46±0,184	7,45±0,189	7,47±0,184
Живая масса группы на конец периода, кг	199,3	198,5	199	199,3
Средняя живая масса 1 головы на конец периода, кг	11,72±0,263	11,67±0,259	11,7±0,285	11,72±0,252
Продолжительность периода, суток	17			
Количество съеденного корма группой, кг	100,05	99,95	100,15	99,85
Абсолютный привес по группе, кг	72	71,6	72,3	72,3
Среднесуточный привес, г	249±9,74	248±11,44	250±13,19	250±14,97
Расход корма на 1 кг привеса	1,39	1,40	1,39	1,38
Сохранность	100	100	100	100

Источник данных: собственная разработка.

Затраты корма на килограмм прироста были наименьшие у животных четвертой опытной группы, где конверсия составила 1,38. Самая высокая конверсия в течении уравнительного периода была у животных второй опытной группы, составлявшая 1,40. Сохранность поросят во время уравнительного периода во всех четырех группах составила 100%. Потребление предстартерного комбикорма в первой половине опыта было почти одинаковым и находилось на уровне 99,85–100,05 кг. Динамика приростов подопытных поросят приведена на рисунке 1.

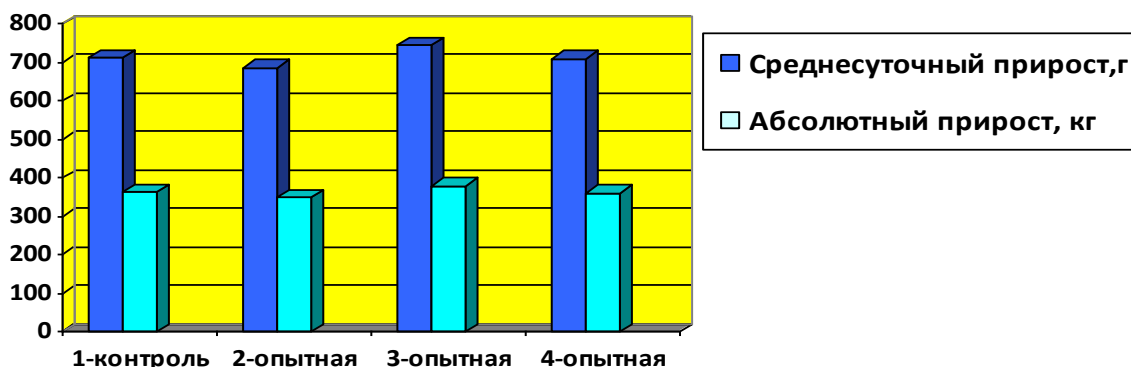


Рисунок 1 – Динамика приростов у подопытных поросят на дорастивании в уравнительный период

Источник данных: собственная разработка.

У животных третьей подопытной группы живой вес на начало основного опытного периода был меньше по сравнению с контрольными аналогами на 0,15%. В

результате скармливания пороссятам комбикорма с содержанием бетаина в пропорции 1 кг на 1 т комбикорма, живая масса животных в конце опыта преобладала контрольный показатель на 16,5 кг, что на 2,93% больше, чем контроль.

При введении в основной рацион бетаина у животных третьей опытной группы, потреблявших корм с содержанием бетаина 1 кг на 1 т комбикорма, наблюдалось повышение потребления комбикорма на 4,18%, что положительно отражается на показателях роста животных. Наибольших показателей среднесуточного и абсолютного привесов достигли животные третьей опытной группы, которые составляли 743 г и 378,8 кг соответственно, что на 4,64 и 4,64% больше по сравнению с контрольными аналогами.

Самые низкие показатели расхода кормов на 1 кг прироста были у животных четвертой опытной группы, где конверсия корма составила 1,60. Следует отметить, что животные всех четырех групп в течение всего периода опыта оставались клинически здоровыми и сохранность составила 100%.

Таблица 3 – Показатели продуктивности пороссят на доращивании в основной период

Показатель	Группа			
	1- контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Количество животных в группе, гол	17	17	17	17
Живой вес группы на начало периода, кг	199,3	198,5	199	199,3
Средний живой вес 1 головы на начало периода, кг	11,72±0,263	11,67±0,259	11,76±0,285	11,72±0,252
Живой вес группы на конец периода, кг	561,3	547,6	577,8	560,7
Живой вес 1 головы на конец периода, кг	33,01±0,750	32,21±1,334	33,98±1,197	32,98±0,816
Продолжительность периода, суток	30			
Количество съеденного корма группой, кг	602,95	578,15	628,2	577,25
Абсолютный привес по группе кг	362	349,1	378,8	361,4
Среднесуточный привес, г	710±10,3	685±13,5	743±7,4	709±7,5
Расход корма на 1 кг привеса	1,67	1,66	1,66	1,60
Сохранность, %	100	100	100	100

Источник данных: собственная разработка.

Динамика приростов подопытных пороссят на доращивании в основной период приведена на рисунке 2.

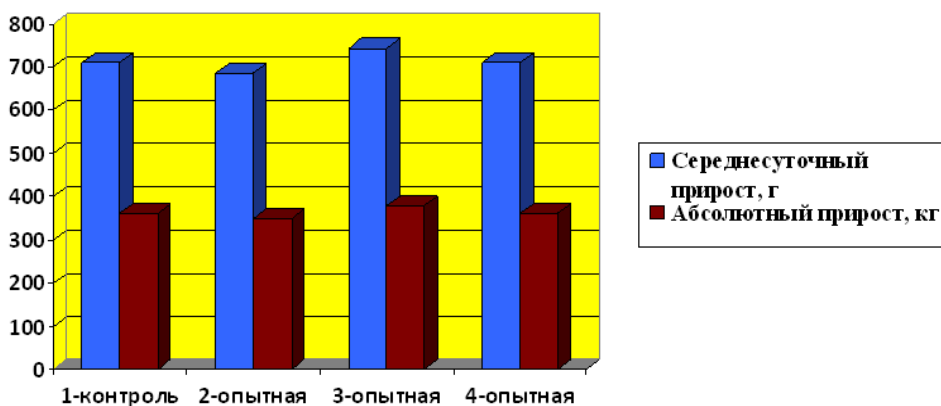


Рисунок 2 – Динамика привесов у подопытных пороссят на доращивании при скармливании стартера с различным содержанием бетаина

Источник данных: собственная разработка.

**Заключение.** Результаты исследований показали, что биологическую эффективность комбикорма можно существенно повысить за счет введения в основной рацион оптимального уровня бетаина в количестве 1 кг на 1 т комбикорма. Добавление в основной рацион оптимального уровня бетаина увеличивает потребление комбикорма у животных 3-й опытной группы на 4,18%. При скармливании бетаина, наибольших показателей среднесуточного и абсолютного привесов достигли животные третьей опытной группы, которые составляли 743 г и 378,8 кг. Скармливание бетаина, самые низкие показатели расхода кормов на 1 кг прироста были у животных четвертой опытной группы, где конверсия составляла 1,60. Использование бетаина в рационе поросят не имеет отрицательного влияния на рост и развитие, что отражает стопроцентное сохранение животных во всех группах.

### Список использованных источников

1. Огородничук, Г. М. Продуктивність та стан органів травлення у свиней за дії кормових добавок. Аграрна наука та харчові технології Вінницький національний аграрний університет, Академія сільськогосподарських наук Грузії. – 2016. Вип. 3. № с. 79–86.
1. Ogorodnichuk, G. M. Produktivnist' ta stan organiv travlennja u svinej za dii kormovih dobavok [Efficiency and digestive systems of pigs under the action of feed supplements]. Agrarna nauka ta harchovi tehnologii Vinnic'kij nacional'nij agrarnij universitet, Akademija sil'skogospodars'kih nauk Gruzii. – 2016. Vip. 3. № s. 79–86.
2. Rostagno, H.S. Does betaine have a sparing effect for supplemental DL-methionine in broiler diets? / H.S. Rostagno, M. Pack // Journal of Applied Poultry Research (in press). – 1995. – P. 35–76.
3. Ramis, G. Use of betaine in gilts and sows during lactation: effects on milk quality, reproductive parameters, and piglet performance / G. Ramis, N.B. Evangelista // Journal of Swine Health and Production – July and August 2011. – P. 226–227.
4. Jean Simon. Choline, betaine and methionine interactions in chickens, pigs and fish (including crustaceans). Worlds Poultry Science Journal, Vol. 55, Desember, – 1999. P. 353–374.
5. Metodologija ta organizacija naukovih doslidzhen' u tvarinnictvi / I.I. Ibatullin [ta in.]. – Київ: Аграр. наука, 2017. № 327 с.
5. Metodologija ta organizacija naukovih doslidzhen' u tvarinnictvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry] / I.I. Ibatullin [ta in.]. – Київ: Аграр. наука, 2017. № 327 с.
6. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. – 256 с.
6. Plohinskij, N. A. Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov [Biometrics guide for livestock breeders]. M.: Kolos, 1969. – 256 s.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПТИЦЕПЕРЕРАБОТКИ

УДК 636.087.6

Поступила в редакцию 2 марта 2020 года

<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-248-257>

С.А. Гордынец, к.с.-х.н., Л.А. Чернявская, к.т.н., Ж.А. Яхновец, Т.В. Ховзун  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

### ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ МОЮЩЕГО И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА МИКРОФЛОРУ ПОВЕРХНОСТИ СКОРЛУПЫ ЯИЦ

S. Gordynets, L. Charniauskaya, J. Yakhnovets, T. Hovzun  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

### STUDYING THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF DETERGENTS AND DISINFECTANTS ON THE MICROFLORA OF THE EGG SHELL SURFACE

e-mail: [otmp210@mail.ru](mailto:otmp210@mail.ru), [lilia-pavlova@mail.ru](mailto:lilia-pavlova@mail.ru), [otmp210@mail.ru](mailto:otmp210@mail.ru), [serebrjakova23@rambler.ru](mailto:serebrjakova23@rambler.ru)

В статье представлены результаты оценки антимикробного действия моющего и дезинфицирующих средств на микрофлору поверхности скорлупы яиц. Мойка и дезинфекция яиц проводилась методом ручной обработки погружением в моющий и дезинфицирующий растворы и последующей мойкой с помощью щеток.

Для мойки яиц использовали щелочное моющее средство с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО», а для дезинфекции – один из четырех отобранных дезинфектантов, относящихся к разным группам препаратов: дезинфицирующее средство «САНВЕЙ ДЕЗ» (пероксидное), дезинфицирующее средство «Сильверсил Дез» (серебросодержащее), дезинфицирующее средство «Ланекс» (на основе четвертичных аммониевых соединений), дезинфицирующее средство «Кателон 502» (содержащее надуксусную кислоту).

Установлено, что проведенная обработка яиц с целью уменьшения обсемененности поверхности их скорлупы, дезинфицирующими средствами «Санвей-Дез», «Кателон 502» и «Ланекс» методом ручной мойки подтвердила их эффективность и приводит к обеззараживанию скорлупы от условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, а также снижает общую микробную обсемененность. Санация скорлупы яиц куриных пищевых методом ручной мойки с применением дезинфицирующего средства «Сильверсил Дез» в отработанных режимах показала, что данное средство не эффективно при обеззараживании скорлупы яиц, так как сразу после обработки на их поверхности были обнаружены бактерии *Staphylococcus aureus*, *Salmonella s.p.p.* и *Listeria s.p.p.*

**Ключевые слова:** яйца куриные пищевые; моющее и дезинфицирующие средства; микробная обсемененность; санитарная обработка.

The article presents the results of evaluating the antimicrobial effect of detergents and disinfectants on the microflora of the eggshell surface. Washing and disinfection of eggs was carried out by manual treatment by immersion in washing and disinfecting solutions and subsequent washing with brushes.

For washing eggs, an alkaline detergent with a «Sanet BIO» disinfectant effect was used, and for disinfection, one of the four selected disinfectants belonging to different groups of drugs: «SUNWAY DES» disinfectant (peroxide), «Silversil Des» disinfectant (silver-containing), «Lanex» disinfectant (based on Quaternary ammonium compounds), and «Catelon 502» disinfectant (containing peracetic acid).

It was found that the treatment of eggs in order to reduce the contamination of the surface of their shells with «SUNWAY DES», «Catelon 502» and «Lanex» disinfectants by hand washing confirmed their effectiveness and leads to the disinfection of the shell from opportunistic and pathogenic microorganisms, as well as reduces the overall microbial contamination. Sanitization of egg shells of edible hen eggs by hand washing with the use of «Silversil Des» disinfectant in the spent modes showed that this tool is not effective in disinfecting egg shells, since immediately after processing, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella s.p.p.* and *Listeria s.p.p.* bacteria were found on their surface.

**Keywords:** edible hen eggs; detergents and disinfectants; microbial contamination; sanitary treatment.



**Введение.** Яйцо куриное пищевое – натуральный продукт питания, содержащий все необходимые человеку питательные вещества и большое количество биологически активных соединений. Полноценный белок куриного яйца отличается высоким содержанием и оптимальным соотношением незаменимых аминокислот (эталон для сравнения), а легкоусвояемые липиды – повышенным уровнем ненасыщенных жирных кислот и лецитина.

Одна из основных задач пищевой промышленности – производство продуктов, благополучных в санитарном отношении. Содержимое свежих яиц, полученных от здоровых птиц, является практически стерильным. Вместе с тем, в реальных условиях существует возможность эндогенного (при формировании яйца в яичнике) и экзогенного (при сборе, хранении и транспортировке) контаминирования яиц. Таким образом, широко используемые для питания людей яйца куриные пищевые, являются потенциальным носителем микроорганизмов, в том числе патогенных, и создают постоянную опасность для инфицирования людей.

Загрязнение скорлупы яиц патогенной и условно-патогенной микрофлорой происходит наиболее часто при напольной системе содержания кур в птичниках с плохо оборудованными гнездами, с подстилкой неудовлетворительного качества и нарушением микроклимата. При таком способе содержания птиц загрязненными оказываются до 20–25% пищевых яиц [1]. Они не могут быть реализованы без предварительной санитарной обработки. Кроме того, яйца, используемые при приготовлении блюд на объектах общественного питания, а также для изготовления продукции на предприятиях хлебопекарной и масложировой промышленности, обязательно должны быть мытыми и дезинфицированными. Для этого используют ряд моющих, дезинфицирующих и моюще-дезинфицирующих средств, разрешенных для целей санитарной обработки яиц на предприятиях пищевой промышленности.

На предприятиях по производству яиц куриных пищевых в среднем оказываются загрязненными 5–7% яиц, которые не могут быть реализованы без предварительной санитарной обработки.

В связи с этим, для разработки эффективной технологии санитарной обработки яиц куриных пищевых мытых дезинфицированных необходимо изучение антимикробного действия различных групп дезинфектантов на микрофлору поверхности скорлупы яиц куриных пищевых при их обработке.

Цель работы – подбор дезинфектантов и изучение их влияния на микрофлору поверхности скорлупы яиц.

Материалы, объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись яйца куриные пищевые, моющее и дезинфицирующие средства, яйца куриные пищевые мытые дезинфицированные.

С целью изучения антимикробного действия моющих и дезинфицирующих средств были сформированы одна контрольная и четыре опытные группы яиц, произведенных на ОАО «Солигорская птицефабрика».

Санитарная обработка яиц проводилась в лабораторных условиях отдела технологий мясных продуктов и отдела санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности» методом ручной мойки.

Для оценки фактической контаминации поверхности скорлупы яиц, сотрудниками отдела санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности» был произведен отбор проб смывов до и после дезинфекции. Взятие смывов производилось с поверхности скорлупы каждого яйца (одна проба составляет смыв с поверхности 10 яиц) в упаковке, до проведения санитарной обработки, после проведения санитарной обработки и по истечении 35 суток хранения в холодильнике при температуре  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ . Изучались следующие микробиологические показатели: КМАФАнМ (количество

мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов); БГКП (бактерии группы кишечной палочки); *Staphylococcus aureus*; *Salmonella s.p.p.*; *Listeria s.p.p.*

Исследование проб смывов на присутствие санитарно-показательных, условно-патогенных и патогенных микроорганизмов на определенные тест-культуры проводили с использованием подложек в соответствии с инструкцией № 074-0210 от 19.03.2010 г. «Оптимизированные методы количественного выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов» [2].

На протяжении исследований все образцы яиц хранили при температуре 18–20°C в стандартных картонных коробах для яиц без доступа света.

Результаты и их обсуждение. Все яйцо, взятое для исследований, имело различную степень загрязнения (рисунок 1) яичным белком, желтком или пометом кур.



Рисунок 1 – Загрязненное яйцо контрольной группы  
Источник данных: собственная разработка.

Для мойки поверхности скорлупы яиц от загрязнений выбрано щелочное моющее беспенное средство с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО», которое представляет собой водный раствор натрия метасиликата и трилона Б. В качестве активное действующего вещества используется бензалкония хлорид. Препарат обладает бактерицидной и фунгицидной активностью. По параметрам острой токсичности при внутрижелудочном введении и нанесении на кожу относится к умеренно опасным композициям (3 класс опасности), не представляет опасных острых ингаляционных отравлений и не обладает сенсибилизирующим действием [3].

Из всех известных дезинфицирующих средств, разрешенных к применению в пищевой промышленности, для санитарной обработки поверхности скорлупы яиц можно выделить следующие группы препаратов.

НУК-содержащие дезинфектанты (НУК – надуксусная кислота) – это средства эффективные против широкой гаммы микроорганизмов. Они не дезактивируются ферментами каталазой и пероксидазой, дезактивирующими пероксид водорода. Данные препараты легко разрушаются в пище в безопасные остатки (уксусная кислота и пероксид водорода). Могут быть использованы в широком интервале температур (0–40°C) и широком значении pH (3,0–7,5), а также для мытья в жесткой воде.

Эти препараты убивают микроорганизмы, окисляя и впоследствии разрушая мембрану клетки, через гидроксил. Если диффузия гидроксила медленнее, чем период его полураспада, то он реагирует с любой способной окисляться частицей. Он может разрушить практически любую макромолекулу связанную с микроорганизмом: углеводы, нуклеиновые кислоты, липиды и аминокислоты, что немедленно ведет к распаду клетки и ее гибели.

Хлорсодержащие дезинфектанты – обладают широким спектром противомикробного действия, пагубно воздействуя на все виды бактерий (в том числе спорообразующие), вирусы и грибы.

Современные хлорсодержащие препараты – производные циануровых кислот – как правило, имеют либо композиционный состав, либо модернизированную форму выпуска, что позволяет значительно нивелировать их отрицательные качества. Однако в ряде случаев применение хлорактивных веществ ограничено. Антимикробное действие хлорсодержащих препаратов снижается в присутствии органических веществ.

Пероксиды, в частности перекись водорода, являются сильными окислителями, основой действия которых является образование свободных радикалов, повреждающих липиды клеточной мембраны, ДНК и другие важные компоненты микробной клетки.

Перекись водорода обладает широким спектром активности, включающим споры бактерий, способностью растворять многие биологические вещества, отсутствием запаха, быстрым разложением во внешней среде на нетоксичные продукты. Перекись водорода в современных дезинфектантах часто используют в комбинации с органическими кислотами (надуксусная, молочная, муравьиная и т.д.), обладающих антимикробным синергизмом при более щадящих режимах.

Серебросодержащие препараты. Серебро, в отличие от органических (химических) консервантов и дезинфектантов, – природный элемент, не загрязняющий природу. Это – экологически чистый, «зеленый» продукт. Являясь сильным биоцидом для микробов и вирусов, серебро, в отличие от других металлов, в то же время гораздо менее токсично для многоклеточных организмов. Однако разные виды серебра в разных формах обладают и разными свойствами. Наиболее широко известны препараты на основе катионного серебра ( $Ag^+$ ), в том числе, в составе оксида серебра, солей серебра (нитратов, сульфатов, фосфатов), комплексов серебра (цитратов или лактатов), свободных аквакатионов серебра.

Четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) – это соли с четвертичным атомом азота. Бензалкония хлорид и метронила этилсульфат – два типичных примера этой группы. ЧАС являются поверхностно-активными веществами, они пенятся. ЧАС очень эффективны против грам-положительных бактерий, и менее эффективны против грам-отрицательных бактерий. Достаточно часто они используются в комбинации с глутаровым альдегидом. Микробиологическая активность достигается путем адсорбции клеточной мембраной.

На основании проведенного анализа дезинфицирующих средств, реализуемых на рынке Республики Беларусь, для проведения исследований выбраны следующие препараты:

– Из группы дезинфектантов на основе пероксидов: дезинфицирующее средство «Санвей Дез» – представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, состоящую из перекиси водорода, молочной и лимонной кислот, продуктов их каталитического взаимодействия, системы стабилизаторов, вспомогательных реагентов и воды. Массовая доля перекиси водорода составляет 18–25%, надкислотных групп – 1–4%. В нативном виде средство относится к 3 классу умеренно опасных веществ при введении в желудок, а его рабочие растворы – к 4 классу малоопасных веществ. Средство малотоксично при парентеральном введении, при ингаляционном воздействии в виде паров неопасно, оказывает умеренное местно-раздражающее действие на кожу и выраженное – на слизистые оболочки глаз, не обладает сенсibiliзирующими свойствами, имеет специфический запах, не содержит хлора, альдегидов, фенола и их производных [4].

– Из группы НУК-содержащих дезинфектантов: дезинфицирующее средство «Кателон 502» – содержит воду, надуксусную кислоту (15–17%), водорода пероксид,

уксусную кислоту, стабилизатор. По параметру острой внутрижелудочной токсичности средство относится к 4 классу опасности (малоопасное), не обладает канцерогенным, мутагенным, сенсибилизирующим действиями, не накапливается в окружающей среде [5].

– Из группы серебросодержащих дезинфектантов: средство дезинфицирующее «Сильверсил Дез» – представляет собой прозрачную или полупрозрачную бесцветную жидкость в виде концентрата, состоящего из перекиси водорода (массовая доля не менее 20%) и раствора цитрата серебра (массовая концентрация активного серебра не менее 0,11 г/л), полученного с помощью нанотехнологий физическим способом. По параметрам острой токсичности препарат относится к 3 классу опасности (умеренно опасные композиции), обладает слабым местно-раздражающим действием, слабой кумулятивной активностью. В максимальной концентрации рабочего раствора не вызывает симптомов раздражения и сенсибилизирующих эффектов [6].

– Из группы ЧАСов: концентрат дезинфицирующего средства «Ланекс» – состоит из воды, алкилдиметилбензиламмония хлорида и комплексообразователя. Средство по параметрам острой внутрижелудочной токсичности относится к 3 классу умеренно опасных веществ [7].

Процесс санитарной обработки яиц в лабораторных условиях отдела технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» методом ручной мойки представлен на рисунке 2.



а) б) в)  
а) мойка; б) ополаскивание; в) дезинфекция

Рисунок 2 – Санитарная обработка яиц в лабораторных условиях

Источник данных: собственная разработка.

Яйца погружали сначала в 1%-ный раствор моющего средства с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО», выдерживали в нем в течение 15 мин, осуществляли мойку с помощью щеток, ополаскивали в чистой воде температурой 38–43°C, опускали в дезинфицирующий раствор (параметры индивидуальны для каждого средства), ополаскивали в чистой воде температурой 38–43°C и сушили естественным путем при температуре окружающей среды 20–25°C.

Дезинфицирующие средства использовали в следующих режимах (исходя из рекомендаций, изложенных в инструкциях по применению):

– дезинфицирующее средство «Санвей Дез» – концентрация раствора 0,2%, экспозиция 15 минут, температура раствора 10–25°C (образец № 1);

– дезинфицирующее средство «Сильверсил Дез» – концентрация 2,0%, экспозиция 15 минут, температура раствора 20–25°C (образец № 2);

– дезинфицирующее средство «Ланекс» – концентрация 0,7%, экспозиция 15 минут, температура раствора 20–25°C (образец № 3);

– дезинфицирующее средство «Кателон 502» – концентрация 0,1%; экспозиция 60 с, температура раствора 20–25°C (образец № 4).

После мойки и обработки дезинфектантами внешних признаков органического загрязнения яиц не наблюдалось (рисунок 3).



Рисунок 3 – Чистое яйцо после мойки и дезинфекции одной из опытных групп  
 Источник данных: собственная разработка.

Результаты микробиологических исследований смывов с поверхности скорлупы яиц при проведении санитарной обработки по определенным технологическим режимам с применением различных групп дезинфицирующих препаратов представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, контаминация поверхности скорлупы яиц до проведения санитарной обработки по показателю КМАФАнМ составила от 1,0.103 КОЕ до 1,3.103 КОЕ; по показателю БГКП – выявлены единичные колонии во всех пробах; по показателю *Staphylococcus aureus* – количество обнаруженных колоний составило несколько десятков во всех пробах; единичные колонии *Listeria s.p.p.* обнаружены в 10 из 20 исследованных проб и *Salmonella s.p.p.* в 6 из 20 исследованных проб.

После проведения мойки и дезинфекции с использованием средства «Санвей Дез» контаминация поверхности скорлупы яиц составила: по показателю КМАФАнМ – от 0,9.101 до 1,3.101 КОЕ/см<sup>2</sup>, колонии БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Listeria s.p.p.* и *Salmonella s.p.p.* не обнаружены.

Санитарная обработка препаратом «Сильверсил Дез» показала следующие результаты: контаминация по показателю КМАФАнМ составила от 1,0.102 до 1,3.102 КОЕ/см<sup>2</sup>, колонии БГКП не обнаружены, процент обнаружения единичных колоний бактерий вида *Staphylococcus aureus* составил 20%, бактерий рода *Salmonella s.p.p.* – 40%, бактерий рода *Listeria s.p.p.* – 60%.

После проведения санитарной обработки препаратом «Ланекс» контаминация поверхности скорлупы яиц составила: по показателю КМАФАнМ – от 2,8.101 до 3,8.101 КОЕ/см<sup>2</sup>, колонии БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Listeria s.p.p.* и *Salmonella s.p.p.* не обнаружены.

Санитарная обработка дезинфектантом «Кателон 502» позволила получить saniрованную поверхность яиц по исследованным микроорганизмам.

После 35 суток хранения при температуре 5±1°C во всех образцах колонии БГКП обнаружены не были. Бактерии *Staphylococcus aureus*, *Listeria s.p.p.* и *Salmonella s.p.p.* были обнаружены только в образце, обработанном препаратом «Сильверсил Дез» в 100, 40 и 20% случаев, соответственно. КМАФАнМ изменялось при использовании «Санвей Дез» – от 3,6·101 до 4,3.101 КОЕ/см<sup>2</sup>, «Сильверсил Дез» – от 5,1·101 до 6,1.101 КОЕ/см<sup>2</sup>, «Ланекс» – от 6,3·101 до 7,7·101 КОЕ/см<sup>2</sup>, «Кателон 502» – от 4,8·102 до 6,3.102 КОЕ/см<sup>2</sup>.

Таблица 1\* – Результаты микробиологических исследований смывов с поверхности скорлупы яиц при проведении санитарной обработки с применением различных групп дезинфицирующих препаратов

Места отбор а проб	Контаминация поверхности скорлупы яиц до проведения санитарной обработки					Контаминация поверхности скорлупы яиц после проведения санитарной обработки					Контаминация поверхности скорлупы яиц после 35 суток хранения				
	КМАФАн М, КОЕ	БГК П	<i>Staphylo-coccus aureus</i>	<i>Salmonell a s.p.p.</i>	<i>Listeri a s.p.p.</i>	КМАФАн М, КОЕ	БГК П	<i>Staphylo-coccus aureus</i>	<i>Salmonell a s.p.p.</i>	<i>Listeri a s.p.p.</i>	КМАФАн М, КОЕ	БГК П	<i>Staphylo-coccus aureus</i>	<i>Salmonell a s.p.p.</i>	<i>Listeri a s.p.p.</i>
<b>Режим обработки: «Санет БИО» (концентрация 1,0 %, экспозиция 15 мин), «САНВЕЙ ДЕЗ» (концентрация 0,2 %, экспозиция 15 мин)</b>															
Проба 1	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	1,2·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	4,1·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Проба 2	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	1,1·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	3,9·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Проба 3	1,2·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	0,9·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	3,6·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Проба 4	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	+	-	1,2·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	4,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Проба 5	1,0·10 <sup>3</sup>	+	++	-	-	1,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	3,7·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
<b>Режим обработки: «Санет БИО» (концентрация 1,0 %, экспозиция 15 мин), «Сильверсил Дез» (концентрация 2,0 %, экспозиция 15 мин)</b>															
Проба 1	1,2·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	1,0·10 <sup>2</sup>	-	+	-	-	5,1·10 <sup>2</sup>	-	+	-	-
Проба 2	1,0·10 <sup>3</sup>	+	++	+	-	1,1·10 <sup>2</sup>	-	+	+	-	5,6·10 <sup>2</sup>	-	+	++	-
Проба 3	1,2·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	1,0·10 <sup>2</sup>	-	+	+	-	6,0·10 <sup>2</sup>	-	++	+	-
Проба 4	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	1,2·10 <sup>2</sup>	-	+	+	+	6,1·10 <sup>2</sup>	-	++	+	+
Проба 5	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	1,3·10 <sup>2</sup>	-	-	-	+	5,9·10 <sup>2</sup>	-	+	-	+
<b>Режим обработки: «Санет БИО» (концентрация 1,0 %, экспозиция 15 мин), «Ланекс» (концентрация 0,7 %, экспозиция 15 мин)</b>															
Проба 1	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	2,8·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	7,7·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Проба 2	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	3,1·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	7,5·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1

Места отбор а проб	Контаминация поверхности скорлупы яиц до проведения санитарной обработки					Контаминация поверхности скорлупы яиц после проведения санитарной обработки					Контаминация поверхности скорлупы яиц после 35 суток хранения						
	КМАФАнМ	БГК	Staphylo -cocci	Salmonell	Listeri a s.p.p.	КМАФАнМ	БГК	Staphylo -cocci	Salmonell	Listeri a s.p.p.	КМАФАнМ	БГК	Staphylo -cocci	Salmonell	Listeri a s.p.p.		
	КОЕ	П	аureus	a s.p.p.		КОЕ	П	аureus	a s.p.p.	КОЕ	П	аureus	a s.p.p.				
Проба 3	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	3,5·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	6,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 4	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	+	-	3,8·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	7,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 5	1,0·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	3,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	6,8·10 <sup>1</sup>	-	-	-
<b>Режим обработки: «Санет БИО» (концентрация 1,0 %, экспозиция 15 мин), «Кателон 502» (концентрация 0,1 %, экспозиция 60 с)</b>																	
Проба 1	1,2·10 <sup>3</sup>	+	++	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 2	1,0·10 <sup>3</sup>	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 3	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 4	1,1·10 <sup>3</sup>	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3·10 <sup>1</sup>	-	-	-
Проба 5	1,3·10 <sup>3</sup>	+	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9·10 <sup>1</sup>	-	-	-

Источники данных: собственная разработка.

Интерпретация результатов исследований:

«-» – не обнаружено;

«+» – обнаружено до 10 колоний;

«++» – обнаружено от 11 до 100 колоний;

«+++» – обнаружено более 100 колоний.

\*В таблице приведены средние значения для 3 повторений.



Таким образом, проведенная обработка яиц, с целью уменьшения обсемененности поверхности их скорлупы, дезинфицирующими средствами «Санвей Дез» (концентрация 0,2%, экспозиция 15 мин), «Кателон 502» (концентрация 0,1%, экспозиция 60 с) и «Ланекс» (концентрация 0,7%, экспозиция 15 мин) методом ручной мойки подтвердило эффективность данных средств и приводит к обеззараживанию скорлупы от условно-патогенных и патогенных микроорганизмов (БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella s.p.p.*, *Listeria s.p.p.*), а также снижает общую микробную обсемененность.

Санация скорлупы яиц методом ручной мойки с применением дезинфицирующего средства «Сильверсил Дез» в режимах (концентрация 2,0%, экспозиция 15 мин) показала, что данное средство не эффективно при обеззараживании яиц.

Закключение. Установлено, что даже в условиях современного производства, поверхность скорлупы яиц куриных пищевых при хранении оказывается пораженной бактериями *Staphylococcus aureus*, *Salmonella s.p.p.*, *Listeria s.p.p.* В связи с этим предприятия птицеперерабатывающей промышленности нуждаются в эффективных средствах и методах дезинфекции яиц, а организации общественного питания, пищеблоки образовательных и лечебно-профилактических учреждений в качественном и безопасном продукте.

Для оценки влияния дезинфектантов на микробную обсемененность поверхности скорлупы яиц куриных пищевых мытых дезинфицированных отобрано четыре дезинфектанта, относящихся к разным группам: дезинфицирующее средство «Санвей Дез» (пероксидное), дезинфицирующее средство «Сильверсил Дез» (серебросодержащее), дезинфицирующее средство «Ланекс» (ЧАС), дезинфицирующее средство «Кателон 502 (НУК-содержащее).

Установлено, что проведенная обработка яиц, с целью уменьшения обсемененности поверхности их скорлупы, дезинфицирующими средствами «Санвей-Дез», «Кателон-502» и «Ланекс» методом ручной мойки подтвердила их эффективность и приводит к обеззараживанию скорлупы от условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, а также снижает общую микробную обсемененность. Санация скорлупы яиц куриных пищевых методом ручной мойки с применением дезинфицирующего средства «Сильверсил Дез» в отработанных режимах показала, что данное средство не эффективно при обеззараживании скорлупы яиц, так как сразу после обработки на их поверхности были обнаружены бактерии *Staphylococcus aureus*, *Salmonella s.p.p.* и *Listeria s.p.p.*

### Список использованных источников

1. Войно, Л.И. Влияние дезинфектантов различного химического состава на снижение микробной контаминации куриных яиц / Л.И. Войно, М.А. Храмов, О.А. Суворов // Пищевая промышленность. – 2017. – № 2. – С. 55–57.

2. Инструкция по применению «Оптимизированные методы количественного выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов», утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 19.03.2010 № 074-0210.

1. Vojno L.I., Hramcov M.A., Suvorov O.A. Vliyanie dezinfektantov razlichnogo himicheskogo sostava na snizhenie mikrobnj kontaminacii kurinyh yaic [Effect of disinfectants of different chemical composition on reducing microbial contamination of chicken eggs] // Pishchevaya promyshlennost', 2017, no 2, P. 55–57.

2. Instrukciya po primeneniyu «Optimizirovannye metody kolichestvennogo vyyavleniya sanitarno-pokazatel'nyh i patogennyh mikroorganizmov» [Optimized methods for quantitative detection of sanitary-indicative and pathogenic microorganisms] utv. M-vom zdravoohraneniya Resp. Belarus' ot 19.03.2010 № 074-0210.



3. Инструкция по применению средства щелочного моющего беспенного с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО» ТУ BY 690389921.171-2013, утв. директором СОО «БелАсептика-Дез», 2014 г.

4. Инструкция по применению дезинфицирующего средства «САНВЕЙ ДЕЗ», утв. управляющим ООО «ХИМВЭЙ» 26.04.2019 г.

5. Средство дезинфицирующее «Кателон 502». Технические условия ТУ BY 191340723.015-2017. – Введ. 15.05.2017. – ООО «Нордхим». – 15 с.

6. Инструкция по применению средства дезинфицирующего «Сильверсил Дез», утв. директором ООО «АргентумГрупп» 27.12.2013 г.

7. Концентрат дезинфицирующего средства «Ланекс». Технические условия ТУ BY 191340723.003-2011. – Введ. 15.12.2011. – ООО «Нордхим». – 14 с.

3. Instrukciya po primeneniyu sredstva shchelochnogo moyushchego bespenного s dezinficiruyushchim efektom «Sanet BIO» [Instructions for use of an alkaline cleanser with a disinfectant effect «Sanet BIO»] TU BY 690389921.171-2013, utv. direktorom SOOO «BelAseptika-Dez», 2014 g.

4. Instrukciya po primeneniyu dezinficiruyushchego sredstva «SANVEJ DEZ» [Instructions for use of «SANVEY DEZ» disinfectant], utv. upravlyayushchim ООО «HIMVEJ» 26.04.2019 g.

5. Sredstvo dezinficiruyushchee «Katelon 502» [Disinfectant «Catelon 502»]. Tekhnicheskie usloviya TU BY 191340723.015-2017, Vved. 15.05.2017, ООО «Nordhim», 15 p.

6. Instrukciya po primeneniyu sredstva dezinficiruyushchego «Sil'versil Dez» [Instruction for use disinfectant «Silvercel DEZ»], utv. direktorom ООО «ArgentumGrupp» 27.12.2013 g.

7. Koncentrat dezinficiruyushchego sredstva «Laneks». [Lanex disinfectant concentrate] Tekhnicheskie usloviya TU BY 191340723.003-2011, Vved. 15.12.2011, ООО «Nordhim», 14 s.

С.А. Гордынец<sup>1</sup>, к.с.-х.н. Л.А. Чернявская<sup>1</sup>, к.т.н., Ж.А. Яхновец<sup>1</sup>,  
С.В. Косьяненко<sup>2</sup>, д.с.-х.н., доцент, А.И. Киселев<sup>2</sup>, к.с.-х.н.

<sup>1</sup>Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Опытная научная станция по птицеводству, Заславль, Республика Беларусь

## ВЛИЯНИЕ МОЮЩЕГО И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЯИЦ КУРИНЫХ ПИЩЕВЫХ МЫТЫХ ДЕЗИНФИЦИРОВАННЫХ

S. Gordynets<sup>1</sup>, L. Charniauskaya<sup>1</sup>, J. Yakhnovets<sup>1</sup>, S. Kosyanenko<sup>2</sup>, A. Kiselev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Experimental Scientific Station of Poultry Breeding, Zaslavl, Republic of Belarus

## INFLUENCE OF DETERGENTS AND DISINFECTANTS ON THE QUALITY INDICATORS OF EDIBLE HEN EGGS WASHED AND DISINFECTED

e-mail: [otmp210@mail.ru](mailto:otmp210@mail.ru), [lilia-pavlova@mail.ru](mailto:lilia-pavlova@mail.ru), [otmp210@mail.ru](mailto:otmp210@mail.ru), [onsptitsa@tut.by](mailto:onsptitsa@tut.by)

В статье представлены результаты оценки влияния моющего средства и различных дезинфектантов, используемых для санитарной обработки поверхности скорлупы яиц куриных пищевых, на показатели их качества и безопасности. Для исследований отобрано четыре дезинфектанта, относящихся к разным группам препаратов: «САНВЕЙ ДЕЗ» (пероксидное), «Сильверсил Дез» (серебросодержащее), «Ланекс» (на основе четвертичных аммониевых соединений), «Кателон 502» (содержащее надуксусную кислоту). Отмечено снижение массы всех образцов яиц на протяжении всего срока хранения (35 сут) на 5,6–6,6% от первоначальной, зарегистрировано увеличение высоты воздушной камеры яиц в 2,3–2,9 раза, при этом наибольший прирост был у образцов, обработанных средствами «Сильверсил Дез» и «Ланекс». Снижение плотности яиц в солевом растворе находилось на одном уровне во всех опытных образцах. Отмечено снижение индекса желтка на 7,7% в контрольном образце и на 16,3–19,0% в опытных образцах, однако оболочка желтка во всех случаях при выливании содержимого яиц не разрывалась. К концу срока хранения толщина скорлупы и упругая деформация соответствовали предъявляемым требованиям. По микробиологическим показателям все образцы яиц на протяжении 33 суток хранения соответствовали требованиям ТНПА. Органолептическая оценка яиц на 16 и 35 сутки хранения позволила установить, что наилучшими, наиболее близкими по

*The article presents the results of evaluating the effect of detergent and various disinfectants used for sanitary treatment of the surface of egg shells of hen edible on their quality and safety indicators. Four disinfectants belonging to different groups of drugs were selected for research: «SUNWAY DES» (peroxide), «Silversil Des» (silver-containing), «Lanex» (quaternary-ammonium compounds), «Catelon 502» (containing peracetic acid). A decrease of the mass of all samples of eggs during the whole storage period (35 days) 5,6–6,6% of initial, was increasing the height of the air chamber eggs 2,3–2,9 times, with the largest increase was in specimens treated by «Silvercel Des» and «Lanex». The decrease in egg density in salt solution was at the same level in all experimental samples. There was a decrease in the yolk index by 7,7% in the control sample and by 16,3–19,0% in the experimental samples, but the yolk shell did not break in all cases. By the end of the shelf eggs life, the shell thickness and elastic deformation met the requirements. According to microbiological indicators, all egg samples during 33 days of storage met the requirements of the technical normative legal acts. Organoleptic evaluation of eggs at 16 and 35 days of storage allowed us to establish that the best, closest in organoleptics to the eggs of the control group, were the eggs of the 1st experimental group, and the worst, according to the conclusion of the majority of tasters, were the eggs of the 3rd experimental group. Based on a comprehensive analysis of the research, it was found that «SUNWAY DES» and «Catelon 502» disinfectants can be recommended for disinfecting the surface of the egg shell of edible hen eggs.*

органолептике к яйцам контрольной группы, оказались яйца 1-й опытной группы, а наихудшими, по заключению большинства дегустаторов, – яйца 3-й опытной группы. На основании комплексного анализа проведенных исследований, установлено, что для дезинфекции поверхности скорлупы яиц куриных пищевых могут быть рекомендованы дезинфицирующие средства «САНВЕЙ ДЕЗ» и «Кателон 502».

**Ключевые слова:** яйца куриные пищевые; моющие и дезинфицирующие средства; показатели качества; безопасность.

**Keywords:** edible hen eggs; detergents and disinfectants; quality indicators.

**Введение.** Производство продуктов, благополучных в санитарном отношении, – одна из основных задач пищевой промышленности.

Содержимое свежих яиц, полученных от здоровых птиц, является практически стерильным. Стерильность обеспечивается защитными механизмами организма птицы, и в частности, наличием бактерицидного белка лизоцима. Вместе с тем, в реальных условиях существует возможность эндогенного (при формировании яйца в яичнике) и экзогенного (при сборе, хранении и транспортировке в результате проникновения микроорганизмов через поры скорлупы и подскорлупные оболочки) контаминирования яиц. Даже на только что снесенном яйце можно обнаружить до 10 тыс. бактерий. В воздухе птичников постоянно находится от 1,5 до 5,0 млн/м<sup>3</sup> микроорганизмов. Они накапливаются на скорлупе, число их может колебаться от 300 тыс. до 3 млн. и более. Через загрязненное яйцо возбудители инфекционных болезней (сальмонеллы, листерии, золотистый стафилококк, мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, возбудители птичьего туберкулеза, кокковых интоксикаций, кампилобактериоза, псевдомоноза, бактерии группы кишечной палочки) могут передаваться человеку [1].

Широкое распространение сальмонелл в птицеводческих хозяйствах и на птицеперерабатывающих предприятиях создает условия для контакта и передачи возбудителей болезни как внутри хозяйства, так и в системе хозяйств, объединенных технологическими связями. Особенно большое значение приобретает тот факт, что внешне здоровая птица часто является носителем сальмонелл разных видов, неспецифичных для нее [2].

Необезвреженные продукты птицеводства (мясо и яйца) от больной сальмонеллезом птицы или клинически здоровой птицы-носителя различных сероваров сальмонелл, патогенных для человека, являются одним из источников сальмонеллезной токсикоинфекции человека.

Несмотря на то, что в настоящее время выявлены основные причины контаминации яиц, даже в условиях современного производства многие из них при хранении оказываются пораженными энтеробактериями, в т.ч. сальмонеллой. В связи с этим предприятия птицеперерабатывающей промышленности нуждаются в эффективных средствах и методах дезинфекции яиц, а организации общественного питания, пищеблоку образовательных и лечебно-профилактических учреждений и торговые сети в качественном и безопасном продукте.

**Цель работы** – подбор дезинфектантов и изучение их влияния на качество и безопасность яиц куриных пищевых мытых дезинфицированных.

**Материалы, объекты и методы исследования.** Объектами исследований являлись яйца куриные пищевые, моющие и дезинфицирующие средства, яйца куриные пищевые мытые дезинфицированные.

С целью изучения влияния различных дезинфектантов на показатели качества и безопасности яиц куриных пищевых были сформированы одна контрольная и четыре опытные группы яиц, произведенных на ОАО «Солигорская птицефабрика».

Санитарная обработка яиц проводилась в лабораторных условиях отдела технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» методом ручной мойки.

Оценка качества яиц куриных пищевых обработанных и без обработки в процессе хранения проводилась в отделе технологии производства яиц и мяса птицы РУП «Опытная станция по птицеводству» по следующим показателям: потеря массы яиц (г), повреждение скорлупы, высота воздушной камеры (мм), толщина скорлупы (мм), упругая деформация скорлупы (мкм), единицы Хау, высота белка (мм), большой и малый диаметры белка (мм), индекс белка, высота желтка (мм), диаметр желтка (мм), индекс желтка, плотность яиц в солевом растворе (г/см<sup>3</sup>), содержание каротиноидов в желтке (мкг/г желтка), содержание витамина А в желтке (мкг/г желтка).

На протяжении исследований все образцы яиц хранили при температуре 18–20°C в стандартных картонных коробах для яиц без доступа света.

В ходе установления потери массы яиц в процессе хранения в каждой группе были отобраны по 10 шт. яиц с одинаковой массой в пределах  $63,0 \pm 0,2$  г, взвешивание которых с точностью до 0,1 г проводили еженедельно в одно время на лабораторных весах МЛ В1ЖА «Ньютон» с точностью до 0,1 г. Потерю массы яиц определяли по разнице между массой яиц перед закладкой на хранение и массой яиц на 7, 14, 21, 28 и 35 сут хранения.

Повреждение скорлупы определяли визуально (бой) и детализировано (насечка) при овоскопировании на ламповом овоскопе.

Индексы белка и желтка – это отношение их высоты к диаметру. Чем выше качества белка и желтка и свежее яйцо, тем выше их индексы. Для определения индексов желтка и белка яйцо вскрывали, содержимое выливали на ровную, гладкую поверхность (стекло) и высоотомером измеряли высоту, а кронциркулем – диаметр белка и желтка с точностью до 0,1 мм. Средний диаметр белка и желтка определяли на основе измерения их по длинной и короткой оси. Оптимальный индекс белка должен находиться в диапазоне 7–8%, желтка 40–50%.

Величину воздушной камеры измеряли при помощи стандартного шаблона-измерителя, предварительно очертив карандашом на скорлупе расположение воздушной камеры, установленное при овоскопировании яиц.

Прочность скорлупы характеризуется двумя показателями: величиной упругой деформации и толщиной скорлупы. Для определения упругой деформации использовали специальный прибор, разработанный в Ленинградском СХИ – ПУД, для определения толщины скорлупы яиц – микрометр.

Свежесть яйца и толщину его скорлупы характеризует также показатель плотности, определение которой можно проводить с помощью солевых растворов. Предварительно готовили набор точно вымеренных ареометром растворов поваренной соли плотностью от 1,100 до 1,060 г/см<sup>3</sup>. После этого в них помещали яйца. Если они в растворе находятся во взвешенном состоянии в средней части сосуда, то их плотность соответствует плотности данного раствора. Таким образом, подбирая разные плотности раствора, устанавливали плотность яиц.

Единицы Хау характеризуют качество белка. Этот показатель определяли путем измерения массы яйца и высоты белка в самой высокой точке плотного белка, расположенной у края желтка, высоотомером с точностью до 0,01 мм. Далее расчет единиц Хау вели по специальным таблицам [3].

К наиболее важным витаминам в яйце относятся витамины А и сумма каротиноидов. В основном витамин А локализуется в желтке, и его содержание

должно быть на уровне 8–12 мкг/г. Оптимальное содержание каротиноидов составляет 18–20 мкг/г [3]. Определение витамина А проводили в пробе желтка яйца по ГОСТ Р 54635-2011.

Микробиологические показатели обработанных яиц определяли сразу после мойки, через 12, 16 и 33 сут хранения при температуре 18–20°С на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [4] и Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 г. №52, Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 г. №52 (СанНПиГН № 52) [5,6]. Также были установлены микробиологические показатели контрольного образца. В производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» определяли следующие микробиологические показатели: КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15-94, БГКП – по ГОСТ 31747-2012, патогенные микроорганизмы, в том числе *Salmonella s.p.* – по ГОСТ 31659-2012.

Органолептическую оценку хранившихся на протяжении 16 и 35 суток яиц проводили в условиях лаборатории отдела технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и отдела технологий производства яиц и мяса птицы РУП «Опытная станция по птицеводству» после их варки в течение 10 мин в соответствии с методическими рекомендациями [7]. Для оценки во всех группах использовали яйца примерно одинаковой массы – ориентировочно 54–55 г. Сваренные (каждый образец отдельно) вкрутую яйца дегустаторы индивидуально оценивали по следующим показателям: степень отделения скорлупы от белка; аромат белка; цвет белка; вкус белка; аромат желтка; цвет желтка; вкус желтка – согласно шкалы дегустационной оценки. Вкус белка и желтка из показателей оценки был исключен для яиц, хранившихся в течение 35 сут, так как срок хранения яиц превышал предельно допустимый, установленный для столовых яиц СТБ 254 – не более 25 суток при температуре хранения не выше 20°С [8].

Исследования по установлению наличия остаточных количеств основных действующих веществ (ОДВ) моющего и дезинфицирующих средств на поверхности скорлупы яйца и в его содержимом проводились в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в соответствии с методиками определения остаточных количеств компонентов препаратов, изложенными в инструкциях по применению [9–13].

**Результаты и их обсуждение.** Из всех известных дезинфицирующих средств, разрешенных к применению в пищевой промышленности, для санитарной обработки поверхности скорлупы яиц были выбраны следующие препараты:

- из группы дезинфектантов на основе пероксидов: дезинфицирующее средство «Санвей Дез»;
- из группы дезинфектантов, содержащих надуксусную кислоту (НУК): дезинфицирующее средство «Кателон 502»;
- из группы серебросодержащих дезинфектантов: дезинфицирующее средство «Сильверсил Дез»;
- из группы четвертичных аммониевых соединений (ЧАС): дезинфицирующее средство «Ланекс».

Все яйцо, взятое для исследований, имело различную степень загрязнения (рисунок 1а) яичным белком, желтком или пометом кур. После мойки и обработки дезинфектантами внешних признаков органического загрязнения яиц не наблюдалось (рисунок 1б).



Рисунок 1 – Внешний вид яиц куриных пищевых

Источник данных: собственная разработка.

Санитарная обработка яиц проводилась в лабораторных условиях отдела технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» методом ручной мойки (рисунок 2).

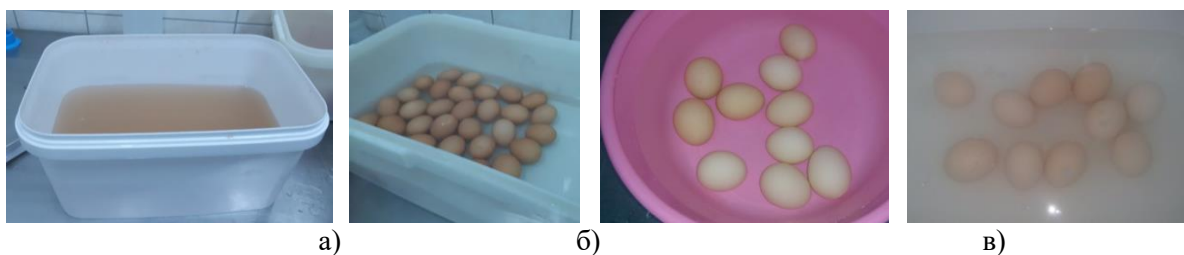


Рисунок 2 – Санитарная обработка яиц в лабораторных условиях

Источник данных: собственная разработка.

Яйца погружали сначала в 1%-ный раствор моющего средства с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО», выдерживали в нем в течение 15 мин, осуществляли мойку с помощью щеток, ополаскивали в чистой воде температурой 38–43°C, опускали в дезинфицирующий раствор (параметры индивидуальны для каждого средства), ополаскивали в чистой воде температурой 38–43°C и сушили естественным путем при температуре окружающей среды 20–25°C.

Дезинфицирующие средства использовали в следующих режимах (исходя из рекомендаций, изложенных в инструкциях по применению):

– дезинфицирующее средство «Санвей Дез» – концентрация раствора 0,2%, экспозиция 15 минут, температура раствора 10–25°C (образец № 1);

– дезинфицирующее средство «Сильверсил Дез» – концентрация 2,0%, экспозиция 15 минут, температура раствора 20–25°C (образец № 2);

– дезинфицирующее средство «Ланекс» – концентрация 0,7%, экспозиция 15 минут, температура раствора 20–25°C (образец № 3);

– дезинфицирующее средство «Кателон 502» – концентрация 0,1%; экспозиция 60 с, температура раствора 20–25°C (образец № 4).

В ходе исследований по определению массы яиц в процессе хранения получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение массы яиц при 35-суточном хранении

Образцы яиц по группам	Масса яиц (г) при хранении яиц (суток)						Потеря массы яиц, г
	1	7	14	21	28	35	
1	63,2 ± 0,2	62,5 ± 0,2	61,7 ± 0,2	61,0 ± 0,2	60,0 ± 0,2	59,3 ± 0,2	3,9 ± 0,2
2	62,9 ± 0,1	62,2 ± 0,1	61,3 ± 0,1	60,5 ± 0,2	59,5 ± 0,2	58,8 ± 0,2	4,0 ± 0,2*
3	63,2 ± 0,1	62,5 ± 0,2	61,6 ± 0,2	60,8 ± 0,2	59,9 ± 0,2	59,1 ± 0,2	4,0 ± 0,2*
4	63,2 ± 0,3	62,5 ± 0,3	61,6 ± 0,3	60,7 ± 0,3	59,7 ± 0,3	58,9 ± 0,4	4,2 ± 0,2**
5 (контроль)	63,0 ± 0,3	62,4 ± 0,3	61,7 ± 0,3	61,0 ± 0,3	60,2 ± 0,3	59,5 ± 0,3	3,5 ± 0,2

Примечание: \* – P<0,05; \*\* – P<0,01.

Источник данных: собственная разработка.

Из данных таблицы 1 видно, что за 35 суток хранения яйца опытных групп потеряли в массе 3,9–4,2 г, яйца контрольной группы – 3,5 г или меньше на 0,4–0,7 г. Наибольшие потери массы оказались характерны для первой недели их хранения, наименьшие – для пятой. Тенденция еженедельного увеличения потерь массы яиц отмечена со второй по четвертую неделю хранения яиц.

Повышенная потеря массы яиц в опытных группах оказалась взаимосвязанной и с некоторыми другими показателями качества яиц, изменение которых было установлено во время исследований: высота воздушной камеры, плотность и индекс желтка. Изменение высоты воздушной камеры при хранении яиц представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение высоты воздушной камеры при хранении яиц

Образцы яиц по группам	Высота воздушной камеры, мм, при хранении яиц (сут)						Прирост за весь срок хранения, %
	1	7	14	21	28	35	
1	5,4 ± 0,3	6,0 ± 0,1	7,7 ± 0,3	9,8 ± 0,2	11,4 ± 0,3	12,3 ± 0,3	127,8
2	5,1 ± 0,4	6,3 ± 0,4	7,0 ± 0,3	9,1 ± 0,4	12,3 ± 0,3	13,5 ± 0,4	164,7
3	4,6 ± 0,3	5,9 ± 0,4	7,9 ± 0,4	10,5 ± 0,3	12,0 ± 0,5	13,3 ± 0,4	189,1
4	5,4 ± 0,2	6,0 ± 0,2	6,7 ± 0,3	10,7 ± 0,3	11,2 ± 0,2	12,8 ± 0,3	137,0
5 (контроль)	4,8 ± 0,2	5,9 ± 0,3	8,7 ± 0,3	9,1 ± 0,4	9,9 ± 0,4	10,8 ± 0,3***	125,0

Примечание: \*\*\* – P<0,001

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из таблицы 2, устойчивую тенденцию ускоренного увеличения высоты воздушной камеры при хранении имели яйца 2-й и 3-й опытной группы. Прирост ее за весь период хранения составил 164,7% и 189,1%, соответственно. К концу срока хранения наименьшей высотой воздушной камеры обладали яйца контрольной группы – 10,8 мм, что на 1,5–2,7 мм меньше в сравнении с яйцами опытных групп. Наиболее близкой по высоте воздушной камеры среди опытных групп в сравнении с аналогичным показателем контрольной группы оказались яйца 1-й опытной группы – высота их воздушной камеры составила 12,3 мм. В целом по группам за период хранения зарегистрировано увеличение высоты воздушной камеры яиц в 2,3–2,9 раза.

Изменение других показателей качества яиц при 35-суточном хранении яиц представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Изменение плотности, индекса желтка, толщины скорлупы и упругой деформации яиц при 35-суточном хранении яиц

Образцы яиц по группам	Значение показателя при хранении яиц, сут.						Убыль, % / Изменение за период хранения (+/-)
	1	7	14	21	28	35	
Плотность яиц в солевом растворе, г/см <sup>3</sup>							
1	1,070±0,001	1,053±0,001	1,055±0,001	1,040±0,002	1,020±0,001	1,010±0,003	5,6
2	1,070±0,001	1,055±0,001	1,055±0,001	1,030±0,001	1,030±0,001	1,010±0,003	5,6
3	1,070±0,002	1,055±0,002	1,055±0,002	1,040±0,002	1,020±0,002	1,010±0,003	5,6
4	1,070±0,002	1,058±0,001	1,055±0,002	1,040±0,002	1,030±0,002	1,010±0,002	5,6
5 (контроль)	1,070±0,001	1,055±0,001	1,055±0,001	1,050±0,002	1,030±0,001	1,020±0,003	4,7
Индекс желтка							
1	0,430±0,009	0,420±0,009	0,420±0,007	0,380±0,006	0,380±0,008	0,360±0,004	16,3
2	0,420±0,005	0,410±0,004	0,410±0,004	0,370±0,008	0,370±0,006	0,340±0,007	19,0
3	0,420±0,005	0,400±0,007	0,400±0,005	0,380±0,005	0,370±0,006	0,350±0,007	16,7
4	0,420±0,005	0,410±0,010	0,410±0,008	0,390±0,007	0,380±0,007	0,350±0,007	16,7
5 (контроль)	0,390±0,009	0,410±0,004	0,410±0,008	0,400±0,009	0,360±0,004	0,360±0,007	7,7
Толщина скорлупы, мкм							
1	345,8 ± 6,3	359,4 ± 9,5	361,3 ± 5,4	356,3 ± 5,8	361,6 ± 3,3	364,7 ± 3,8	/+18,9
2	332,3 ± 3,4	371,4 ± 7,8	366,7 ± 4,2	360,0 ± 5,0	368,4 ± 5,7	367,3 ± 3,9	/+35,0
3	330,7 ± 3,4	352,2 ± 8,9	364,1 ± 3,8	369,3 ± 4,3	356,1 ± 8,1	390,5 ± 8,5	/+59,8
4	335,3 ± 2,2	363,0 ± 6,4	345,8 ± 3,8	368,0 ± 5,0	360,2 ± 4,8	356,1 ± 4,1	/+20,8
5 (контроль)	353,0 ± 5,7	368,3 ± 5,8	363,0 ± 7,3	349,6 ± 9,3	351,0 ± 4,1	361,1 ± 4,0	/+8,1
Упругая деформация, мкм							
1	19,1 ± 0,9	17,1 ± 1,4	16,8 ± 0,8	17,7 ± 0,8	17,0 ± 0,5	16,4 ± 0,5	/- 2,7
2	20,9 ± 0,4	15,5 ± 1,1	16,2 ± 0,7	17,2 ± 0,7	16,0 ± 0,8	16,1 ± 0,6	/- 4,1
3	21,3 ± 0,5	18,4 ± 1,3	16,7 ± 0,6	15,8 ± 0,6	17,6 ± 1,2	13,3 ± 1,2	/-8,0
4	20,8 ± 0,3	16,9 ± 0,9	19,2 ± 0,5	16,0 ± 0,7	17,1 ± 1,1	17,0 ± 0,6	/- 3,8
5 (контроль)	18,1 ± 0,8	16,0 ± 0,8	16,8 ± 1,1	18,6 ± 1,3	18,4 ± 0,6	17,1 ± 0,6	/- 1,0

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из представленных в таблице 3 данных, с третьей недели хранения зарегистрировано интенсивное снижение плотности яиц, причем в яйцах опытных групп более существенное по сравнению с яйцом контрольной группы – к концу срока хранения плотность яиц составила 1,010 г/см<sup>3</sup> у яиц опытных групп и 1,020 г/см<sup>3</sup> у яиц контрольной группы.

Во всех группах к концу хранения было отмечено снижение индекса желтка: в опытных группах на 0,07–0,08 единиц, в контрольной группе – на 0,03 единицы, т.е. процесс потери свежести опытных групп яиц происходил более интенсивно. Однако оболочка желтка во всех случаях при выливании содержимого яиц не разрывалась.

К концу срока хранения толщина скорлупы всех групп яиц находилась в пределах 345,8–390,5 мкм, упругая деформация колебалась в диапазоне 13,3–21,3 мкм, что соответствует предъявляемым требованиям (не менее 320 мкм и не менее 25 мкм, соответственно [14]).

После двух недель хранения для яиц опытных групп по сравнению с яйцом контрольной группы характерна более высокая прочность скорлупы – установленные значения упругой деформации скорлупы яиц меньше на 2,4–3,8 мкм.

В отношении остальных изученных показателей качества яиц устойчивой взаимосвязи с мойкой и обработкой дезинфицирующими веществами установлено не



было. К концу срока хранения индекс белка яиц во всех группах составлял 0,040. Отмечено существенное уменьшение показателя единицы Хау – на 13,5–19,3 ед., что, вероятно, обусловлено исключительно продолжительным хранением яиц. За период хранения не выявлено существенного изменения содержания каротиноидов в желтке яиц – 12,9–14,0 мкг/г желтка в начале исследований и 12,27–13,99 мкг/г желтка в конце исследований, но отмечено стабильное уменьшение во всех группах яиц концентрации витамина А в желтке яиц – соответственно срокам хранения с 6,09–7,24 мкг/г желтка до 4,04–5,02 мкг/г желтка.

Полученные результаты органолептической оценки яиц куриных пищевых по группам образцов яиц на 16-ые сутки хранения представлены на рисунке 3.

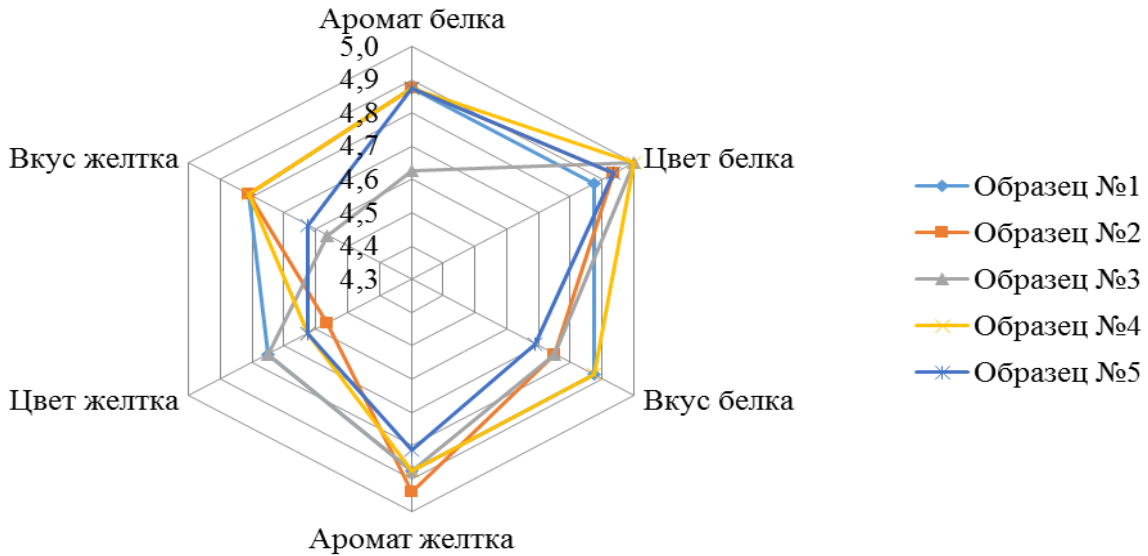


Рисунок 3 – Органолептические показатели опытных (№1–4) и контрольного (№ 5) образцов на 16 сутки хранения  
 Источник данных: собственная разработка.

Органолептическая оценка яиц на 16 сутки хранения показала, что яйца, обработанные препаратом «Сильверсил Дез» (образец № 2) имеют более низкие баллы по показателям вкус и цвет белка, а яйца, обработанные препаратом «Ланекс» (образец № 3) – по показателям вкус желтка и аромат белка. Отдельными дегустаторами отмечено «пощипывание» на языке при дегустации образца № 2, и присутствие посторонних привкуса и запаха в образцах № 2 и № 3. Дегустаторами отмечена достоверно лучшая отделяемость скорлупы от белка обработанных яиц в сравнении с необработанными.

Результаты органолептической оценки яиц куриных пищевых после 35 суток хранения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты органолептической оценки яиц после 35 суток хранения, баллов

Образцы яиц по группам	Показатели, баллов				
	степень отделения скорлупы от белка	аромат белка	цвет белка	аромат желтка	цвет желтка
1	5,00 ± 0,00***	4,67 ± 0,16	2,89 ± 0,35***	4,33 ± 0,16	3,67 ± 0,16
2	5,00 ± 0,00***	3,67 ± 0,37**	3,00 ± 0,33***	3,44 ± 0,37*	3,67 ± 0,16
3	4,75 ± 0,16*	2,00 ± 0,50***	3,22 ± 0,36***	3,22 ± 0,32**	3,89 ± 0,11
4	4,50 ± 0,18	3,89 ± 0,38*	3,78 ± 0,40**	4,22 ± 0,27	3,89 ± 0,20
5 (контроль)	4,25 ± 0,16	4,78 ± 0,14	4,89 ± 0,11	4,44 ± 0,33	3,89 ± 0,20

Примечание: \* – P&lt;0,05; \*\* – P&lt;0,01; \*\*\* – P&lt;0,001

Источник данных: собственная разработка.

Данные таблицы 4 показывают, что обработка яиц дезинфицирующими препаратами и процесс хранения оказали определенное влияние на их органолептические качества. У яиц 1–4-й опытных групп, подвергнутых мойке с использованием дезинфектантов, отмечена достоверно лучшая отделяемость скорлупы от белка в сравнении с необработанными яйцами контрольной группы (для 1-й и 2-й гр. – P<0,001; для 3-й гр. – P<0,05). Это может свидетельствовать о повышенной газопроницаемости скорлупы яиц опытных групп, которая ускоряет старение яиц. Установлено также достоверное влияние дезинфектантов на аромат желтка и, особенно, белка. Если в отношении аромата желтка между яйцами контрольной и опытных групп разница в пользу первой составляла 0,11–1,22 баллов (для 2-й гр. – P<0,05; для 3-й гр. – P<0,001), то в отношении аромата белка данная разница была выражена гораздо существеннее – 0,11–2,78 баллов (для 2-й гр. – P<0,01; для 3-й гр. – P<0,001; для 4-й гр. – P<0,05). Следует отметить, что все яйца опытных групп не имели затхлого запаха и признаков порчи, но все-таки отличались присутствием, за исключением 1-й группы, едва уловимого (2-я и 4-я гр.) и даже достаточно резкого (3-я гр.) запаха неустановленной природы. Вместе с тем, один из дегустаторов указал на запах йода у яиц 2-й группы. Цвет белка яиц контрольной группы преимущественно был белым, а у яиц опытных групп голубоватым с разными оттенками – разница в пользу первой 1,11–2,0 баллов (для 1–3-й гр. – P<0,001; для 4-й гр. – P<0,01).

Несмотря на уловленные дегустаторами ароматы, несвойственные яйцам куриным пищевым, остаточных количеств ОДВ моющего и дезинфицирующих средств не было обнаружено как на поверхности скорлупы яиц мытых дезинфицированных, так и в их содержимом.

Исследования по изучению изменения микробиологических показателей контрольного и опытных образцов яиц в процессе хранения показали результаты, представленные в таблице 5.

Таблица 5 – Изменение микробиологических показателей яиц, обработанных дезинфектантом, при хранении

Показатель на сутки хранения		Наименование дезинфектанта					
		Норма	Контроль	«САНВЕЙ ДЕЗ»	«Сильверсил Дез»	«Ланекс»	«Кателон 502»
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	0	100	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	12		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	16	5·10 <sup>3</sup>	2·10 <sup>1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10
	33		9,5·10 <sup>1</sup>	2,0·10 <sup>1</sup>	7,5·10 <sup>1</sup>	6,0·10 <sup>1</sup>	9,0·10 <sup>1</sup>
Масса продукта, в которой не допускаются, г:							
БГКП	0	0,1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	12		н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	16	0,01	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	33		н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
патогенные, в т.ч. сальмонелла	0	125	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	12		н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	16		н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	33		н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из данных таблицы 5, по микробиологическим показателям все образцы яиц на протяжении 33 суток хранения соответствовали требованиям ТНПА.

Таким образом, на основании комплексного анализа проведенных исследований, можно сделать вывод, что для мойки яиц куриных пищевых может быть рекомендовано моющее средство «Санет БИО», а для дезинфекции – «Санвей Дез» (образец №1) и «Кателон 502» (образец № 4), предусмотрев при сортировке запас по массе яиц на уровне 3–6% в зависимости от срока хранения.

**Заключение.** В ходе выполнения научно-исследовательской работы для оценки влияния дезинфектантов на показатели качества и безопасности яиц куриных пищевых отобрано четыре дезинфектанта, относящихся к разным группам препаратов: «Санвей Дез» (пероксидное), «Сильверсил Дез» (серебросодержащее), «Ланекс» (ЧАС), «Кателон 502 (НУК-содержащее). Проведенные исследования по изучению изменения в процессе хранения показателей качества яиц, обработанных моющим средством «Санет БИО» и приведенными выше дезинфектантами методом ручной мойки, показали следующие результаты. Отмечено снижение массы всех образцов яиц на протяжении всего срока хранения (35 сут) на 5,6–6,6% от первоначальной. В целом за весь период хранения зарегистрировано увеличение высоты воздушной камеры яиц в 2,3–2,9 раза, при этом наибольший прирост был у образцов № 2 и № 3. Снижение плотности яиц в солевом растворе находилось на одном уровне во всех опытных образцах. Отмечено снижение индекса желтка на 7,7% в контрольном образце и на 16,3–19,0% в опытных образцах, однако оболочка желтка во всех случаях при выливании содержимого яиц не разрывалась. К концу срока хранения толщина скорлупы, упругая деформация соответствовали предъявляемым требованиям.

По микробиологическим показателям все образцы яиц на протяжении 33 суток хранения соответствовали требованиям ТНПА. Остаточных количеств ОДВ моющего и дезинфицирующих средств не обнаружено как на поверхности скорлупы яиц мытых дезинфицированных, так и в их содержимом.

Органолептическая оценка яиц на 16 сутки и 35 сутки хранения позволила установить, что наилучшими, наиболее близкими по органолептике к яйцам контрольной группы, оказались яйца 1-й опытной группы, а наихудшими, по заключению большинства дегустаторов, – яйца 3-й опытной группы.

На основании комплексного анализа проведенных исследований, установлено, что из изученных дезинфектантов для дезинфекции поверхности скорлупы яиц куриных пищевых могут быть рекомендованы «Санвей-Дез» и «Кателон-502».

### Список использованных источников

1. Войно, Л.И. Влияние дезинфектантов различного химического состава на снижение микробной контаминации куриных яиц / Л.И. Войно, М.А. Храмов, О.А. Суворов // Пищевая промышленность. – 2017. – № 2. – С. 55–57.
1. Vojno, L.I. Vliyanie dezinfektantov razlichnogo himicheskogo sostava na snizhenie mikrobnogo kontaminacii kurinyh yaic [Effect of disinfectants of different chemical composition on reducing microbial contamination of chicken eggs] / L.I. Vojno, M.A. Hramcov, O.A. Suvorov // Pishhevaya promyshlennost', – 2017. – № 2. – S. 55–57.
2. Акимкин, В.Г. Сальмонеллез как самостоятельная нозологическая форма инфекционной патологии человека / В.Г. Акимкин // ЖМЭИ. 1998. – № 4. – С. 104–110.
2. Akimkin, V.G. Sal'monellez kak samostojatel'naja nozologicheskaja forma infekcionnoj patologii cheloveka [Salmonellosis as an independent nosological form of human infectious pathology] / V.G. Akimkin // ZhMJeI. 1998. – № 4. – S. 104–110.
3. Щербатов, В.И. Рекомендации по инкубации яиц домашней птицы для хозяйств различных форм собственности / В.И. Щербатов, С.А. Хасанова, С.А. Донцов. Краснодар: КубГАУ. – 2010. – 76 с.
3. Shherbatov, V.I. Rekomendacii po inkubacii jaic domashnej pticy dlja hozjajstv razlichnyh form sobstvennosti [Recommendations for incubation of poultry eggs for farms of various forms of ownership] / V.I. Shherbatov, S.A. Hasanova, S.A. Doncov. Krasnodar: KubGAU. – 2010. – 76 s.
4. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011 : вступ. в силу 01.07.2013 / Комис. тамож. союза. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 155 с.
4. O bezopasnosti pishhevoj produkcii [About food safety] : TR TS 021/2011: prinjat 09.12.2011 : vstup. v silu 01.07.2013 / Komis. tamozh. sojuza. – Minsk: Belor. gosud. institut standartizacii i sertifikacii, 2015. – 155 s.
5. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам, Санитарные нормы и правила: утв. Пост. М-ва здрав-ия Респ. Беларусь 21.06.2013 №52, 2013. – 130 с.
5. Trebovanija k prodovol'stvennomu syr'ju i pishhevym produktam [Requirements for food raw materials and food products] , Sanitarnye normy i pravila: utv. Post. M-va zdrav-ija Resp. Belarus' 21.06.2013 №52, 2013. – 130 s.
6. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов, Гигиенический норматив: утв. Пост. М-ва здрав-ия Респ. Беларусь 21.06.2013 №52, 2013. – 130 с.
6. Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlja cheloveka prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyh produktov [Safety and harmlessness indicators for human food raw materials and food products], Gigenicheskij normativ: utv. Post. M-va zdrav-ija Resp. Belarus' 21.06.2013 №52, 2013. – 130 s.
7. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки мяса и яиц сельскохозяйственной птицы, и морфологии яиц / Разраб.: В.С. Лукашенко [и др.] под общей редакцией доктора с.-х. наук В.С. Лукашенко. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. – 28 с.
7. Metodicheskie rekomendacii po provedeniju anatomicheskoi razdelki tushek i organolepticheskoi ocenki mjasa i jaic sel'skohozjajstvennoj pticy, i morfologii jaic [Guidelines for the anatomical cutting of carcasses and organoleptic evaluation of meat and eggs of poultry, and egg morphology] / Razrab.: V.S. Lukashenko [i dr.] pod obshhej redakciej doktora s.-h. nauk V.S. Lukashenko. – Sergiev Posad: VNITIP, 2004. – 28 s.
8. Яйца куриные пищевые. Технические условия: СТБ 254-2004. – Введ. 30.11.2004. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 19 с.
8. Jajca kurinye pishhevye. Tehnicheskie uslovija [Chicken eggs Technical specifications] : STB 254-2004. – Vved. 30.11.2004. – Minsk : Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2004. – 19 s.
9. Инструкция по применению средства щелочного моющего беспенного с дезинфицирующим эффектом «Санет БИО» ТУ БУ 690389921.171-2013: утв. директором ООО «БелАсептика-Дез», 2014 г.
9. Instrukcija po primeneniju sredstva shhelochnogo mojushhego bespennogo s dezinficirujushhim jeffektom [Instructions for use alkaline detergent foamless with a disinfecting effect] «Sanet BIO» TU BY 690389921.171-2013:

10. Инструкция по применению средства дезинфицирующего «Сильверсил Дез»: утв. директором ООО «АргентумГрупп» 27 декабря 2013 г.

11. Инструкция по применению дезинфицирующего средства «САНВЕЙ ДЕЗ»: утв. управляющим ООО «ХИМВЭЙ» 26 апреля 2019 г.

12. Средство дезинфицирующее «Кателон 502». Технические условия ТУ BY 191340723.015-2017. – Введ. 15.05.2017. – ООО «Нордхим». – 15 с.

13. Концентрат дезинфицирующего средства «Ланекс». Технические условия ТУ BY 191340723.003-2011. – Введ. 15.12.2011. – ООО «Нордхим». – 14 с.

14. Лукашенко, В.С. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко, [и др.] – Сергиев Посад, 2015. – 102 с.

utv. direktorom SOOO «BelAseptika-Dez», 2014 g.

10. Instrukcija po primeniju sredstva dezinficirujushhego [Instructions for use of disinfectant] «Sil'versil Dez»: utv. direktorom ООО «ArgentumGrupp» 27 dekabnja 2013 g.

11. Instrukcija po primeniju dezinficirujushhego sredstva [Instructions for use of the disinfectant] «SANVEJ DEZ»: utv. upravljajushhim ООО «HIMVJeJ» 26 aprelja 2019 g.

12. Sredstvo dezinficirujushhee [Disinfectant] «Katelon 502». Tehnicheskie uslovija TU BY 191340723.015-2017. – Vved. 15.05.2017. – ООО «Nordhim». – 15 s.

13. Koncentrat dezinficirujushhego sredstva [Disinfectant Concentrate] «Laneks». Tehnicheskie uslovija TU BY 191340723.003-2011. – Vved. 15.12.2011. – ООО «Nordhim». – 14 s.

14. Lukashenko, V.S. Metodika provedenija issledovanij po tehnologii proizvodstva jaic i mjasa pticy [Methodology for research on the technology of production of eggs and poultry meat] / V.S. Lukashenko, [i dr.] – Sergiev Posad, 2015. – 102 s.

*Ю.Н. Побережец, к.с.-х.н., доцент  
Винницкий национальный аграрный университет, Винница, Украина*

## **ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЭНТЕРО-АКТИВ» НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

*Y. Poberezhets  
Vinnitsa National Agrarian University, Vinnitsa, Ukraine*

### **INFLUENCE OF PROBIOTIC FEED ADDITIVE «ENTERO-ACTIVE» ON AMINO ACID COMPOSITION OF BROILER CHICKEN MEAT**

*e-mail: julia.p08@ukr.net*

*В ходе исследований установлено, что использование пробиотика в кормлении цыплят-бройлеров способствует повышению переваримости аминокислот, в том числе незаменимых. Выявлено, что высокая переваримость аминокислот была у бройлеров при потреблении средней дозы исследуемой добавки. Следует отметить, что при действии пробиотика увеличивается переваримость незаменимых аминокислот, таких как: лизин, гистидин, аргинин, валин, метионин, изолейцин, лейцин. Таким образом, применение пробиотической добавки улучшает полноценность белкового питания. Позитивные изменения в свою очередь ведут к повышению продуктивности бройлеров.*

*Экспериментально установлено, что использование различных доз пробиотической добавки «Энтеро-актив» оказывает положительное влияние на содержание аминокислот в мясе цыплят-бройлеров. В частности, в грудных и бедренных мышцах птицы повышается уровень большинства незаменимых аминокислот. Таким образом, потребление бройлерами пробиотика с комбикормом способствует повышению качества мяса.*

*The research has proved that the usage of probiolyk in feeding of broiler chicken facilitate increasing of the digestibility of amino acids including irreplaceable. Revealed that the digestibility of amino acids was highest in broilers consumption average dose supplements investigated. It should be noted that the increased digestibility of the essential probiotic amino acids, such as: lysine, histidine, arginine, valine, methionine, isoleucine, leucine. Thus, the use of probiotic supplements improve the usefulness of protein supply. Such positive changes result in the increasing of broiler efficiency.*

*The research has proved that the usage of different doses of probiotic supplements «Entero-active» has positively effects on amino acid content in meat of broiler chickens. Specifically, the thoracic and femoral muscles of poultry raised the level of most essential amino acids. Thus, consumption of probiotic feed broilers improves meat quality.*

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры; кормление; качество мяса; пробиотик; аминокислоты.

**Key words:** broiler chickens; feeding; meat quality; probiotic; amino acids.

**Введение.** Одним из важных показателей качества продукции, в частности продуктов питания, является ее безопасность для здоровья человека и окружающей среды. Сегодня в Европе наблюдается значительный интерес потребителей, связанных с охраной здоровья животных не только из эстетических соображений, а также из расчета возможного влияния на качество и безопасность продуктов животного происхождения. Проблема обеспечения безопасной продукцией в мировой практике решается оценкой ее ответственности или сертификацией, которая в последние десятилетия переросла в норму торговых отношений любого уровня. Пробиотики, в отличие от антибиотиков, не приводят к привыканию со стороны

условно-патогенных микроорганизмов. Продукты жизнедеятельности бактерий-пробионтов не накапливаются в органах и тканях животных и не влияют на товарные качества продукции [2, 5, 7].

Качество продукции птицеводства и ее экологическая безопасность в условиях интенсивного производства и насыщения рынка является одним из критериев, определяющих эффективность работы птицефабрик. Поэтому остро стоит вопрос тщательного контроля качества продукции птицеводства на всех этапах технологического процесса производства и первичной переработки продукции. При скармливании пробиотических добавок снижается процент заболеваний желудочно-кишечного тракта, увеличиваются сохранность и темпы прироста живой массы птицы. Не менее важны экологические аспекты использования пробиотиков: продукцию получают чистой от антимикробных средств [6, 8].

Мясо птицы является важным источником белка животного происхождения, липидов с высоким содержанием незаменимых жирных кислот. Белки служат строительным материалом важных элементов организма – мышечной ткани, ферментов, гормонов. Мясные продукты должны иметь высокую пищевую ценность, которая характеризуется их способностью обеспечивать потребность организма в белках, липидах, минеральных веществах и витаминах.

Система нормированного кормления, предполагает прежде всего обеспечение физиологической потребности птицы в обменной энергии, питательных и биологически активных веществах. Птица эффективно усваивает протеин корма и превращает его в белки продукции (яйцо, мясо). Белки синтезируются в организме из аминокислот, которые образуются в результате расщепления белков, поступающих в организм с кормом. Таким образом, аминокислоты являются наиболее ценными элементами кормления.

Усвоение потребленных птицей аминокислот и их использование для синтеза тканевых белков зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются биологическая полноценность протеина и доступность аминокислот, входящих в его состав. Процесс синтеза белков происходит в организме постоянно, поэтому если не хватает хотя бы одной незаменимой аминокислоты, образование белков приостанавливается. Как следствие, это приводит к нарушению пищеварения и замедление роста [4].

**Целью** исследовательской работы было изучить переваривание аминокислот у цыплят-бройлеров под влиянием пробиотика «Энтеро-актив».

Приведенная пробиотическая добавка содержит молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* и *Enterococcus*. Указанный препарат разработан в ООО «БТУ-Центр» г. Ладыжин, Винницкой области, Украина.

**Материалы и методы исследований.** Опыт проводили в условиях научно-исследовательской фермы Винницкого национального аграрного университета. Для этого по методу групп-аналогов отобрали 4 группы односуточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» по 50 голов в каждой, соответственно за общепринятыми методиками [1].

Исследования продолжались 42 суток. Опытную птицу содержали в групповых клетках одного яруса с соблюдением зоогигиенических требований. Контрольная группа использовала основной рацион (ОР) – полнорационные комбикорма. Опытным группам дополнительно к ОР скармливали пробиотическую добавку в различных дозах согласно схеме опыта (таблица 1).

Биометрическую обработку данных осуществляли на ПЭВМ за Н.А. Плохинским [3]. Результаты средних значений считали статистически достоверными при \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ . Указанный пробиотический препарат содержит молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* и *Enterococcus*.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных в группе, гол.	Продолжительность периода, суток	Особенности кормления		
			Возраст бройлеров, суток		
			1–10	11–28	29–42
1-контрольная	50	42	ОР (полнорационный комбикорм)		
2 – опытная	50	42	ОР+ 0,062% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,025% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,0125% «Энтеро-актива» к массе корма
3 – опытная	50	42	ОР+ 0,125% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,05% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,025% «Энтеро-актива» к массе корма
4 – опытная	50	42	ОР+ 0,25% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,1% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,05% «Энтеро-актива» к массе корма

Источник данных: собственная разработка.

**Результаты и их обсуждение.** При недостатке протеинового питания или его неполноценности по аминокислотному составу возникают нарушения обмена веществ, уменьшается выделение желудочного сока и поджелудочной железы, снижается активность протеолитических ферментов, замедляется рост, снижается продуктивность и воспроизводительная функция животных, увеличивается заболеваемость животных и рождается неполноценное потомство.

Поэтому, в исследовательской работе было изучено влияние пробиотика на усвоение аминокислот бройлерами (таблица 2).

Оказалось, что при влиянии пробиотичной добавки происходит повышение доступности лизина у птицы 3-й группы на 4,8% ( $P < 0,001$ ) и в 4-й на 1,5% ( $P < 0,01$ ) по сравнению с контрольными аналогами. Однако при скармливании минимальной дозы препарата отмечено уменьшение абсорбции этой аминокислоты на 2,7% ( $P < 0,05$ ).

Благодаря потреблению пробиотика у цыплят-бройлеров 3-й и 4-й групп повысилось усвоение гистидина соответственно на 3,8 и 1,3% ( $P < 0,001$  и  $P < 0,05$ ), тогда как во 2-й группе уменьшилось на 2,8% ( $P < 0,01$ ), по сравнению с контролем.

Аргинин может быть источником для образования пролина, аспарагиновой кислоты и цитрулина, он необходим особенно для молодняка. Так, доступность аргинина по сравнению с контрольным показателем наибольшая у бройлеров 3-й группы на 4,9% ( $P < 0,001$ ) и 4-й на 3,3% ( $P < 0,001$ ). В то же время, этот показатель наименьший во 2-й группе на 5,4% ( $P < 0,01$ ).

Установлено, что высокий показатель абсорбции аспарагиновой и глутаминовой кислот зафиксировано при использовании средней и максимальной доз пробиотичного препарата. У птицы 3-й группы соответственно на 5,3 и 9,7% ( $P < 0,001$  и  $P < 0,001$ ), в 4-й на 2,6 и 7,0% ( $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ ) усвоение упомянутых аминокислот больше, чем в контрольных аналогов.

Необходимо отметить, что у бройлеров 2-й группы доступность глутаминовой кислоты увеличивается на 2,3% ( $P < 0,05$ ) после того, как аспарагиновой уменьшалась на 4,4% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контрольными данными.

Уровень усвоения треонина, серина и пролина выше, чем в контрольном образце соответственно в 3-й группе на 7,5, 6,0 и 4,3% ( $P < 0,001$ ), в 4-й на 3,6, 3,0 и 2,3% ( $P < 0,001$ ,  $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ ). Однако у птицы 2-й группы упомянутые



показатели уменьшаются на 5,8, 9,9 и 6,4% ( $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$  и  $P < 0,001$ ) соответственно по сравнению с контролем.

Самую высокую долю доступности глицина, аланина и цистина установлено в 3-й группе соответственно на 6,3, 6,6 и 2,4% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 2 – Усвоение аминокислот корма, % ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Аминокислота	Группа			
	1–контрольная	2–опытная	3– опытная	4– опытная
Лизин	87,0 ± 0,24	84,3 ± 0,74*	91,8 ± 0,15***	88,5 ± 0,21**
Гистидин	90,5 ± 0,22	87,7 ± 0,49**	94,3 ± 0,09***	91,8 ± 0,45*
Аргинин	88,1 ± 0,09	82,7 ± 0,90**	93,0 ± 0,21***	91,4 ± 0,24***
Аспарагиновая кислота	83,4 ± 1,52	79,0 ± 1,52*	88,7 ± 0,14***	86,0 ± 0,30**
Треонин	81,9 ± 0,29	76,1 ± 0,93**	89,4 ± 0,29***	85,5 ± 0,28***
Серин	82,8 ± 0,49	72,9 ± 1,25***	88,8 ± 0,19***	85,8 ± 0,40**
Глутаминовая кислота	83,9 ± 0,34	86,2 ± 0,65*	93,6 ± 0,12***	90,9 ± 0,21***
Пролин	85,9 ± 0,334	79,5 ± 0,53***	90,2 ± 0,10***	88,2 ± 0,21**
Глицин	76,9 ± 0,44	61,1 ± 1,88***	83,2 ± 0,45***	78,1 ± 0,42
Аланин	76,1 ± 0,75	58,4 ± 2,29***	82,7 ± 0,48***	74,5 ± 0,43
Цистин	89,8 ± 0,10	85,2 ± 1,16**	92,2 ± 0,19***	88,3 ± 0,55
Валин	84,5 ± 0,35	71,4 ± 1,49***	88,6 ± 0,36***	86,2 ± 0,43*
Метионин	93,9 ± 0,07	92,9 ± 0,43	96,5 ± 0,40***	92,9 ± 0,28*
Изолейцин	78,4 ± 0,29	75,0 ± 0,95*	86,0 ± 0,30***	82,1 ± 0,35***
Лейцин	85,8 ± 0,26	75,7 ± 0,81***	89,9 ± 0,11***	87,9 ± 0,23***
Тирозин	86,6 ± 0,49	75,2 ± 0,85***	88,7 ± 0,51*	91,2 ± 0,60**
Фенилаланин	88,9 ± 0,45	57,0 ± 1,30***	89,5 ± 0,23	88,0 ± 0,28

Источник данных: собственная разработка.

Вместе с тем, во 2-й группе переваримость этих аминокислот меньше, чем в контроле на 15,8, 17,7 и 4,6% ( $P < 0,001$ ,  $p < 0,001$  и  $p < 0,01$ ) соответственно.

Использование пробиотической добавки в кормлении бройлеров способствует повышению абсорбции валина и метионина в 3-й группе соответственно на 4,1 и 2,6% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контрольным показателем. Кроме того, самая низкая переваримость валина во 2-й группе на 13,1% ( $P < 0,001$ ) и метионина на 1,0% ( $P < 0,05$ ).

У птицы, которой скармливали среднюю и максимальную дозы пробиотика, усвоение изолейцина и лейцина было больше в 3-й группе соответственно на 7,6 и 4,1% ( $P < 0,001$ ) и в 4-й на 3,7 и 2,1% ( $P < 0,001$ ), чем в контрольной группе. Во 2-й группе усвоение этих незаменимых аминокислот уменьшалось на 3,4 и 10,1% ( $P < 0,05$  и  $P < 0,001$ ) соответственно.

Наибольшую доступность тирозина отмечено в 4-й группе на 4,6% ( $P < 0,01$ ), тогда как наименьшая во 2-й на 11,4% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Фенилаланин участвует в образовании тирозина, гормонов адреналина и тироксина, а также меланина. Так, у бройлеров 3-й группы отмечается тенденция к увеличению усвоения данной аминокислоты на 0,6%, хотя существенной разницы с контрольным показателем не установлено.

В то же время наименьшая переваримость фенилаланина зафиксирована во 2-й группе на 31,9% ( $P < 0,001$ ).

Таким образом, в ходе исследований установлено, что исследуемая кормовая добавка оказывает позитивное влияние на переваримость питательных веществ корма, повышает усвоение азота в организме и усиливает обменные процессы в подопытной птице.

Мясо и мясопродукты – источник полноценных белков, животного жира с высоким уровнем жирных кислот, необходимых минеральных солей и многих витаминов. Биологическая ценность белковых веществ связана с их способностью быть исходным материалом для построения важных элементов организма белкового происхождения – тканей, ферментов, гормонов.

Биологическая ценность определяется той частью усвоенного организмом белка, которая способна удовлетворить его потребности в синтезе необходимых белковых соединений и компенсации расходов на функциональную деятельность органов. Так, как организм человека не способен синтезировать некоторые обязательные для синтеза его тканей аминокислоты, они должны поступать в составе незаменимого белкового минимума.

Питательная ценность мышц отмечается не только количеством в них белков, а и их качеством, то есть полноценностью. Белки мышечной ткани полноценные, потому что в них содержатся почти все незаменимые аминокислоты. Поэтому, нами было исследовано аминокислотное содержание грудных мышц цыплят-бройлеров (таблица 3).

Установлено, что птица, которая потребляла исследуемую добавку, имела более высокое содержание лизина в белом мясе, чем в контрольном образце, во 2-й группе на 0,8% ( $P < 0,001$ ), в 3-й на 0,19% ( $P < 0,01$ ) и в 4-й на 1,66% ( $P < 0,001$ ).

При использовании средней и максимальной доз пробиотика происходит уменьшение гистидина в грудных мышцах бройлеров соответственно на 0,33 ( $P < 0,001$ ) и 0,1% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контролем. Однако во 2-й группе отмечено незначительное повышение гистидина на 0,03%, хотя достоверной разницы не обнаружено.

Высокое содержание аргинина установлено в мясе бройлеров 2-й группы на 0,38% ( $P < 0,001$ ), в то же время наименьший уровень зафиксирован в 4-й группе на 2,71% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 3 – Аминокислотный состав грудных мышц бройлеров, % (в 100 мг) ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Аминокислоты	1-контрольная	2- опытная	3 - опытная	4 - опытная
Лизин	7,62 ± 0,038	8,42 ± 0,036***	7,81 ± 0,030**	9,28 ± 0,067***
Гистидин	3,83 ± 0,014	3,86 ± 0,020	3,50 ± 0,019***	3,73 ± 0,082*
Аргинин	7,53 ± 0,027	7,91 ± 0,035***	7,60 ± 0,066	4,82 ± 0,106***
Аспарагиновая кислота	5,64 ± 0,011	5,72 ± 0,019**	5,87 ± 0,091*	6,87 ± 0,089***
Треонин	5,11 ± 0,012	5,13 ± 0,023	5,16 ± 0,031	5,18 ± 0,079
Серин	4,49 ± 0,011	4,52 ± 0,019	4,59 ± 0,019**	4,51 ± 0,060
Глутаминовая кислота	17,57 ± 0,042	16,40 ± 0,029***	16,84 ± 0,053***	16,63 ± 0,181**
Пролин	3,76 ± 0,072	3,63 ± 0,067	3,45 ± 0,085*	2,59 ± 0,080***
Глицин	4,54 ± 0,006	4,52 ± 0,013	4,70 ± 0,008***	5,06 ± 0,054***
Аланин	6,40 ± 0,020	5,97 ± 0,012***	6,61 ± 0,012***	6,71 ± 0,072**
Цистин	1,29 ± 0,012	1,28 ± 0,012	1,26 ± 0,015	1,33 ± 0,037
Валин	5,50 ± 0,22	5,65 ± 0,30**	5,66 ± 0,026**	5,52 ± 0,072
Метионин	3,15 ± 0,022	3,26 ± 0,023*	3,48 ± 0,016***	3,32 ± 0,083
Изолейцин	5,53 ± 0,015	5,32 ± 0,014***	5,24 ± 0,022***	4,83 ± 0,048***
Лейцин	9,40 ± 0,065	9,39 ± 0,030	9,50 ± 0,061	9,04 ± 0,132*
Тирозин	4,06 ± 0,030	4,27 ± 0,051*	4,05 ± 0,045	3,87 ± 0,222
Фенилаланин	4,52 ± 0,023	4,68 ± 0,023**	4,69 ± 0,035**	4,63 ± 0,045

Источник данных: собственная разработка.

Применение пробиотической добавки способствует увеличению доли аспарагиновой кислоты в грудных мышцах птицы, при этом происходит уменьшение глутаминовой кислоты. Так, в образцах 2-й, 3-й и 4-й групп уровень аспарагиновой кислоты увеличивается соответственно на 0,08, 0,23 и 1,23% ( $P < 0,01$ ,  $P < 0,05$  и  $P < 0,001$ ), одновременно содержание глутаминовой кислоты на 1,17 ( $P < 0,001$ ), 0,73 ( $P < 0,001$ ) и 0,94% ( $P < 0,01$ ) соответственно меньше по сравнению с контрольным значением.

Отмечена тенденция к повышению уровня треонина и цистина в белом мясе птицы 4-й группы соответственно на 0,07 и 0,04%, хотя достоверной разницы с контролем по этим показателям не установлено.

Количество серина в грудных мышцах бройлеров превышала в третьей опытной группе на 0,1% ( $P < 0,01$ ).

В белом мясе птицы 3-й и 4-й групп установлено уменьшение доли пролина соответственно на 0,31 ( $P < 0,05$ ) и 1,17% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Использование исследуемой добавки в комбикорме цыплят-бройлеров позволяет получить в белом мясе большее содержание глицина, чем в контрольных образцах: в 3-й группе на 0,16% ( $P < 0,001$ ) и в 4-й группе на 0,52% ( $P < 0,001$ ).

При действии пробиотика наибольший уровень аланина в грудных мышцах установлен в 3-й и 4-й группах соответственно на 0,21 и 0,31% ( $P < 0,001$  и  $P < 0,01$ ) по сравнению с контрольным показателем. Однако наименьший показатель зафиксирован во 2-й группе на 0,43% ( $P < 0,001$ ).

Дополнительное потребление бройлерами кормовой добавки способствует увеличению в белом мясе количества валина и метионина во 2-й группе соответственно на 0,15 ( $P < 0,01$ ) и 0,11% ( $P < 0,05$ ) в 3-й на 0,16 ( $P < 0,01$ ) и 0,33% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Доля цистина грудных мышц существенно не уступает контрольному образцу, только в 4-й группе установлена тенденция к увеличению этой аминокислоты на 0,04%.

Содержание изолейцина в грудных мышцах птицы 2-й, 3-й и 4-й групп меньше, чем в контрольной группе соответственно на 0,21% ( $P < 0,001$ ), 0,29% ( $P < 0,001$ ) и 0,7% ( $P < 0,001$ ).

Кроме того, уменьшение доли лейцина при действии пробиотика отмечено в 4-й группе на 0,36% ( $P < 0,05$ ). В то же время, высокий его уровень в 3-й группе, однако на 0,1%, однако достоверной разницы с контрольным показателем не установлено.

Под влиянием пробиотика отмечается повышение содержания тирозина в белом мясе 2-й группы на 0,21% ( $P < 0,05$ ). В то же время увеличивается уровень фенилаланина во 2-й и 3-й группах соответственно на 0,16 и 0,17% ( $P < 0,01$ ) по сравнению с данными контроля. Стоит заметить, что фенилаланин может превращаться в тирозин.

В бедренных мышцах цыплят-бройлеров также происходят количественные аминокислотные изменения под влиянием пробиотика (таблица 4).

Установлено, что при действии исследуемого препарата в красном мясе бройлеров увеличивается уровень таких незаменимых аминокислот, как лизин и гистидин в 4-й группе, соответственно, на 0,05 и 0,08% ( $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ). Однако в мясе птицы 2-й группы содержание упомянутых аминокислот меньше контрольного показателя, соответственно, на 0,29 и 0,12% ( $P < 0,001$ ).

Под влиянием пробиотика количество аргинина в красном мясе уменьшается во 2-й группе на 0,41% ( $P < 0,001$ ), хотя в 4-й группе этот показатель находится на уровне с контрольным.

Установлено, что при действии исследуемого препарата в красном мясе бройлеров увеличивается уровень таких незаменимых аминокислот, как лизин и

гистидин в 4-й группе, соответственно, на 0,05 и 0,08% ( $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ). Однако в мясе птицы 2-й группы содержание упомянутых аминокислот меньше контрольного показателя, соответственно, на 0,29 и 0,12% ( $P < 0,001$ ).

Под влиянием пробиотика количество аргинина в красном мясе уменьшается во 2-й группе на 0,41% ( $P < 0,001$ ), хотя в 4-й группе этот показатель находится на уровне с контрольным.

Таблица 4 – Аминокислотный состав бедренных мышц бройлеров, % (в 100 мг) ( $M \pm m, n=4$ )

Аминокислоты	1-контрольная	2 - опытная	3 - опытная	4 - опытная
Лизин	8,82 ± 0,007	8,53±0,017***	8,78±0,004**	8,87±0,019*
Гистидин	2,95 ± 0,008	2,83±0,017***	2,85±0,015**	3,03±0,019**
Аргинин	7,06 ± 0,010	6,65±0,029***	7,04±0,011	7,06±0,026
Аспарагиновая кислота	5,89 ± 0,009	6,61±0,027***	6,46±0,002***	6,17±0,009***
Треонин	4,56 ± 0,002	4,08±0,008***	4,27±0,007***	4,53±0,016
Серин	4,03 ± 0,002	3,97±0,007***	4,11±0,003***	3,85±0,007***
Глутаминовая кислота	17,38 ± 0,022	17,64±0,045**	17,67±0,024***	17,94±0,022***
Оксипролин	3,38 ± 0,003	2,66±0,007***	2,52±0,002***	2,25±0,003***
Пролин	3,53 ± 0,005	4,87±0,010***	4,20±0,004***	3,71±0,007***
Глицин	5,39 ± 0,005	5,95±0,018***	5,94±0,003***	5,43±0,004***
Аланин	6,19 ± 0,004	6,23±0,012**	6,26±0,015**	6,16±0,008*
Цистин	1,23 ± 0,012	1,15±0,014**	1,14±0,008***	1,31±0,015**
Валин	5,23 ± 0,009	5,10±0,019***	5,05±0,017***	5,13±0,012***
Метионин	3,00 ± 0,003	2,81±0,020***	2,89±0,005***	2,97±0,005**
Изолейцин	4,83 ± 0,011	4,74±0,008***	4,74±0,002***	4,81±0,008
Лейцин	8,49 ± 0,017	8,28±0,028***	8,29±0,005***	8,48±0,008
Тирозин	3,57 ± 0,010	3,44±0,019***	3,38±0,038**	3,88±0,034***
Фенилаланин	4,41 ± 0,004	4,40±0,120	4,34±0,008***	4,39±0,005*

Источник данных: собственная разработка.

Количество аспарагиновой и глутаминовой кислот в мышцах птицы во 2-й, 3-й и 4-й группах соответственно на: 0,72 ( $P < 0,001$ ) и 0,26% ( $P < 0,01$ ); 0,57 ( $P < 0,001$ ) и 0,29% ( $P < 0,001$ ); 0,28 ( $P < 0,001$ ) и 0,56% ( $P < 0,001$ ) превышали контрольные образцы.

Необходимо отметить, что уменьшается количество треонина в красном мясе 2-й группы на 0,48% ( $P < 0,001$ ) и в 3-й на 0,29% ( $P < 0,001$ ), однако в 4-й группе этот показатель приближается к контрольному.

Отмечено меньше, чем в контроле, уровень серина в мышцах птицы 2-й и 4-й групп соответственно на 0,06 и 0,18% ( $P < 0,001$ ). В то же время, количество серина в мясе бройлеров 3-й группы на 0,08% ( $P < 0,001$ ) больше контрольного значения.

При потреблении пробиотика зафиксировано увеличение количества пролина во 2-й группе на 1,34, в 3-й на 0,67 и 4-й на 0,18% ( $P < 0,001$ ).

Однако происходит снижение содержания оксипролина в красном мясе во второй, третьей и четвертой группах соответственно на 0,72, 0,86 и 1,13% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Содержание заменимых аминокислот глицина и аланина в бедренных мышцах бройлеров, которым скармливали пробиотик, повышается во 2-й группе на 0,56 ( $P < 0,001$ ) и 0,04% ( $P < 0,01$ ), в 3-й на 0,55 ( $P < 0,001$ ) и 0,7% ( $P < 0,01$ ) соответственно, относительно контрольного образца. Необходимо заметить, что доля глицина увеличивается в мясе 4-й группы на 0,04% ( $P < 0,001$ ), уровень аланина в ней уменьшается на 0,03% ( $P < 0,05$ ).

Наибольшее количество цистина в красном мясе установлено в 4-й группе на 0,08% ( $P < 0,01$ ), а наименьшее во 2-й и 3-й группах соответственно на 0,08 и 0,09% ( $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Использование исследовательской добавки в рационе цыплят-бройлеров влияет на уменьшение уровня валина и метионина в бедренных мышцах 2-й группы, соответственно, на 0,13 и 0,19% ( $P < 0,001$ ), в 3-й на 0,18 и 0,11% ( $P < 0,001$ ) в 4-й на 0,1 и 0,03% ( $P < 0,001$  и  $P < 0,01$ ).

Содержание изолейцина и лейцина в бедренной мышце птицы 2-й группы соответственно на 0,09 и 0,21% ( $P < 0,001$ ) и 3-й группы на 0,09 и 0,2% ( $P < 0,001$ ) ниже, чем в аналогичных образцах 1-й группы.

Самый высокий показатель тирозина в грудных мышцах птицы обнаружен в 4-й группе на 0,31% ( $P < 0,001$ ). Вместе с тем, его содержание во 2-й и 3-й группах меньше соответственно на 0,13 и 0,19% ( $P < 0,001$  и  $P < 0,01$ ) по сравнению с контрольными данными.

Кроме того, по содержанию фенилаланина птица в 3-й группе на 0,07% ( $P < 0,001$ ) и в 4-й на 0,02% ( $P < 0,05$ ) уступала контрольным показателям.

**Заключение.** Использование в кормлении бройлеров пробиотика «Энтеро-актив» увеличивает доступность незаменимых аминокислот, соответственно: лизина – на 4,8 и 0,9%, гистидина – на 3,8 и 2,5%, аргинина – на 4,9 и 0,2%, треонина – на 7,5 и 4,2%, валина – на 4,1 и 2,7%, метионина – на 2,6 и 1,8%, изолейцина – на 7,6 и 2,1%, лейцина – на 4,1 и 2,4%, фенилаланина – на 0,6 и 4,4%.

Установлено, что скормливание пробиотической добавки повышает содержание аминокислот в грудных мышцах цыплят-бройлеров, соответственно: лизина – на 1,66%, гистидина – на 0,03%, аргинина – на 0,38%, аспарагиновой кислоты – на 1,23%, серина – на 0,1%, глицина – на 0,52%, аланина – на 0,31%, валина – на 0,16%, метионина – на 0,33%, лейцина – на 0,1%, тирозина – на 0,21% и фенилаланина – на 0,17%.

Добавление в комбикорма бройлеров пробиотика «Энтеро-актив» способствует увеличению уровня аминокислот в красном мясе таких как: лизина – на 0,05%, гистидина – на 0,08%, аспарагиновой кислоты – на 0,72%, глутаминовой кислоты – на 0,56%, серина – на 0,08%, пролина – на 1,34%, глицина – на 0,56%, аланина – на 0,07%, цистина – на 0,08% и тирозина – на 0,31% по сравнению с контрольным образцом.

### Список использованных источников

1. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / І. І. Ібатулін [та ін.]. – Київ: Аграр. наука, 2017. – 327 с.

2. Кирилів, Б.Я. Продуктивність та якість продукції перепелівництва за впливу біологічно активних добавок / Б.Я. Кирилів, А.В. Гунчак, Я.М. Сірко // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2017. – т 19, № 74. – С. 229–234.

3. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

4. Чудак, Р.А. Эффективность использования пробиотической добавки у годівлі сільськогосподарської птиці: Монографія / Р.А. Чудак, Ю.М. Подолян. – Вінниця: РВВ ВНАУ,

1. Metodologija ta organizacija naukovih doslidzen' u tvarinn ictvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry] / I. I. Ibatullin [ta in.]. – Kiiv: Agrar. nauka, 2017. – 327 s.

2. Kiriliv, B.Ja. Produktivnist' ta jakist' produkcii perpelivnictva za vplivu biologichno aktivnih dobavok [Productivity and quality of quails breeding under the influence of biologically active additives] / B.Ja. Kiriliv, A.V. Gunchak, Ja.M. Sirko // Naukovij visnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhic'kogo. – 2017. – t 19, № 74. – S. 229–234.

3. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlja zootekhnikov [Biometrics guide for livestock breeders] / N.A. Plohinskij. – M.: Kolos, 1969. – 256 s.

4. Chudak, R.A. Efektivnist' vikoristannja probiotichnoї dobavki u godivli sil'skogospodars'koї ptici: Monografija [Efficiency of probiotic additive usage for poultry feeding] /

2015. – 156 с.

5. Вплив халатних сполук мікроелементів і β-каротину на морфологічний та хімічний склад яєць перепелів / Л.В. Шевченко [та ін.] // UKRAINIAN JOURNAL OF ECOLOGY. – 2017. – Vol 7, № 2. – С. 5–8.

6. Alavi, S.A.N., A. Zakeri, B. Kamrani and Y. Pourakbari, (2012). Effect of prebiotics, probiotics, acidfire, growth promoter antibiotics and synbiotic on humoral immunity of broiler chickens. Global Vet., 8: 612–617.

7. Dunkley, C. The Use of Probiotics and Prebiotics in Poultry Feeds. Feed and Nutrition. 2008. May. P. 25–28.

8. Podolian, Ju. N. Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. UKRAINIAN JOURNAL OF ECOLOGY. – 2017. Vol 7, № 1. С. 61–65.

R.A. Chudak, Ju.M. Podoljan. – Vinnicja: RVV VNAU, 2015. – 156 s.

5. Vpliv halatnih spoluk mikroelementiv i β-karotinu na morfologichnij ta himichnij sklad jacc' perepeliv [Influence of negligible compounds of trace elements and β-carotene on the morphological and chemical composition of quail eggs] / L.V. Shevchenko [ta in.] // UKRAINIAN JOURNAL OF ECOLOGY. – 2017. – Vol 7, № 2. – S. 5–8.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Объем статьи (текст, список использованных источников, резюме с Ф.И.О. авторов и названием статьи на русском и английском языках, подписи к рисункам, таблицы) должен составлять 14 000–20 000 знаков, количество рисунков и таблиц – не более 7.

2. Статья должна иметь индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), рубрики, если применимо, «Введение», «Материалы и методы исследования», «Результаты и их обсуждение», «Выводы». Пример оформления начала статьи приведен ниже:

УДК 637.346

Поступила в редакцию 12 апреля 2017 года

*А.А. Петров<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, И.В.Иванов<sup>2</sup>, д.т.н., профессор*  
*<sup>1</sup>Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*  
*<sup>2</sup>Белорусский государственный ветеринарный центр, Минск, Республика Беларусь*

### ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

*A. Petrov<sup>1</sup>, I. Ivanov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

*<sup>2</sup>Belarusian state veterinary center, Minsk, Belarus*

### TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF MILK

*e-mail: petrov@tut.by, ivanov@mail.ru*

3. Указываются фамилия, имя, отчество, звание, ученая степень всех авторов на русском и английском языках. Полное название организации - место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языке). Если все авторы работают в одном учреждении, можно не указывать отдельно для каждого. Адрес электронной почты для каждого из авторов. Название статьи на русском и английском языках.

4. Аннотацию на русском и английском языках объемом 2000 знаков (200-250 слов) (в зависимости от объема статьи). Ключевые слова приводятся на русском и английском языках (не более 10 слов).

5. Электронный вариант статьи должен быть набран в Word; шрифт типа «Times New Roman», размер 12 пт; междустрочный интервал – одинарный; абзацный отступ – 1,25 см. Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего – 20 мм, зеркальные: внутри – 27 мм, снаружи 20 мм.

6. Иллюстрации оформляются следующим образом: пояснительные данные отделяют свободной строкой и помещают под иллюстрацией, а со следующей строки – слово «Рисунок», номер и наименование, отделяя знаком тире номер от наименования. Выше и ниже изображения с пояснительными данными необходимо оставлять по одной свободной строке. Пример оформления рисунка:

#### ИЗОБРАЖЕНИЕ

1 – гомогенизатор, 2 – пастеризатор  
Рисунок 1 – Принципиальная схема  
Источник данных: собственная разработка.

7. Таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова «Таблица», ее порядкового номера и названия, отделенного от номера знаком тире. Заголовок следует помещать над таблицей без отступа сначала строки, после заголовка оставлять одну свободную строку. Выше и ниже таблицы с заголовком необходимо оставлять по одной свободной строке. Пример оформления таблицы представлен ниже:

Таблица 1 – Результаты исследований

Наименование показателя, единица измерения	Значение	
	обезжиренное	цельное
Массовая доля жира, %		

Источник данных: собственная разработка.

8. Пристайные ссылки и/или списки литературы (не менее 5 названий) должен содержать только те источники, ссылки на которые есть в тексте статьи, и в той последовательности, как они упомянуты в тексте. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Не рекомендуется ссылаться на литературу более чем 10-летней давности. Ссылка на каждый источник приводится на том языке, на котором он опубликован. После списка литературы следует привести его в транслитерированном в латиницу виде, добавляя в квадратных скобках перевод названия на английский язык. (Транслитерацию возможно выполнить с помощью электронного ресурса – сайта <http://translit.net> с параметрами по умолчанию.) При оформлении списка на русском языке следует руководствоваться инструкцией, размещенной на сайте ВАК РБ, доступной по ссылке: <http://www.vak.org.by/index.php?go=Pages&in=view&id=272>.

# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2019  
Выпуск № 14**

**Ответственный за выпуск  
Н.В. Анцыпова**

Подписано в печать 14.12.2020 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 32,55. Уч.-изд. л. 23,26.  
Тираж 100 экз. Заказ № 30.

**РУП «Институт мясо-молочной промышленности»**  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№1/249 от 27.03.2014.  
Партизанский пр., 172, 220075, Минск  
Тел./факс: (017) 373-38-52.  
E-mail: info@instmmp.by

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.  
Государственное предприятие «Институт системных исследований  
в АПК НАН Беларуси».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1-39 от 20.09.2013.  
ул. Казинца, 103, 220108, Минск.