

ISSN 2220-8755

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ  
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ

РУП «ИНСТИТУТ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»



ГОД НАУКИ-  
ЭКОНОМИКЕ  
**2017**

---

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПЕРЕРАБОТКИ  
МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО  
СЫРЬЯ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2016  
Выпуск № 11**

---

**Topical issues of processing  
of meat and milk raw materials**

**Collection of research papers 2016  
ISSUE №11**

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. Мелешня (главный редактор)  
О.В. Дымар (заместитель главного редактора)  
А.С. Сайганов (заместитель главного редактора)

Гусаков В.Г., Акулич А.В., Василенко З.В., Груданов В.Я., Ловкис З.В.,  
Василенко С.Л., Жабанос Н.К., Савельева Т.А., Фурик Н.Н., Шепшелев А.А.,  
Ефимова Е.В., Евдокимов И.А. (Российская Федерация),  
Захаров А.Н. (Российская Федерация)

**Рецензенты:**

академик, доктор ветеринарных наук Н.А. Ковалев  
академик, доктор химических наук А.В. Бильдюкевич  
доцент, кандидат экономических наук В.И. Бельский

---

С 24 **Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья:** сб. науч. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Вып. 11. – 172 с.

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

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 2016**

Выпуск № 11

---

**Topical issues of processing of meat and  
milk raw materials  
Collection of research papers 2016  
ISSUE №11**

Минск  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИКА

<i>Мелещенко А.В., Шакель Т.П.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	8
<i>Киреев Н.В.</i> НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБЫТОВОЙ СИСТЕМЫ НА РЫНКАХ МОЛОЧНОЙ И МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ БЕЛАРУСИ .....	14
<i>Дайнеко А.Е.</i> ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ БЕЛАРУСИ.....	19

### БИОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Фурик Н.Н., Жабанос Н.К., Головач О.С., Брель Е.Л.</i> ЗАМОРОЖЕННЫЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ЗАКВАСКИ ДЛЯ СЫРОВ РОССИЙСКОЙ ГРУППЫ: ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЫРОВ .....	29
<i>Бирюк Е.Н., Фурик Н.Н., Василенко С.Л.</i> ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫЕ СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ РОДА <i>LEUCONOSTOC</i> .....	38
<i>Кирик И.В., Борунова С.Б., Василенко С.Л., Фурик Н.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ БАКТЕРИОФАГОВ ЛАКТОКОККОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЛИЗАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ .....	44
<i>Тарас В.А., Жабанос Н.К., Фурик Н.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СРЕД НА СОХРАННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ БИОМАССЕ БИФИДОБАКТЕРИЙ ВИДА <i>BIFIDOBACTERIUM LONGUM</i> В ПРОЦЕССЕ КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ .....	52
<i>Богданова Л.Л., Фролов И.Б.</i> ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ .....	59

### ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

<i>Дымар О.В., Сороко О.Л., Соколовская Л.Н., Миклух И.В.</i> РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С САХАРОМ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ.....	65
<i>Забело Т.Н., Савельева Т.А., Дымар О.В., Мувад Н.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	74
<i>Берлин Б.Н.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОДУКТ ИЗ ДЕНАТУРИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО БЕЛКА.....	82
<i>Вознюк О.И., Голубенко Т.Л.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В УКРАИНЕ И МИРЕ.....	87
<i>Шуляк Т.Л., Гуца Н.Ф.</i> РАЗРАБОТКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ТВОРОГА СО ЗЛАКОВОЙ ДОБАВКОЙ .....	95
<i>Якимович Н.Н., Якимович И.В., Шункевич А.А., Фролов И.Б., Ильющенко А.Ф., Черняк И.Н., Кусин Р.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОГО БЕЛКА .....	102
<i>Богданова Л.Л., Фролов И.Б., Савельева Т.А., Козинец А.И.</i> НОВЫЙ ВИД ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ЛАКТУЛОЗОСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ.....	109

## ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

<i>Мелещенко А.В., Гордынец С.А., Калтович И.В., Пинчук Г.П.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА .....	115
<i>Гордынец С.А., Кусонская Т.В., Занько С.Н., Мизеркина Е.Г.</i> НОВЫЕ ВИДЫ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ, СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПО СОДЕРЖАНИЮ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА, ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО, ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА.....	123
<i>Козырев И.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЕЧНОЙ И ЖИРОВОЙ ТКАНЕЙ И МРАМОРНОСТИ ГОВЯДИНЫ .....	128
<i>Никитина М.А., Захаров А.Н.</i> КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	132
<i>Гордынец С.А., Напреенко В.М.</i> АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСНОГО СЫРЬЯ, ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ .....	138
<i>Груданов В.Я., Бренч А.А., Ткачева Л.Т.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В КОНСТРУИРОВАНИИ РЕЖУЩИХ МЕХАНИЗМОВ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ .....	144
<i>Гордынец С.А., Напреенко В.М.</i> ВИТАМИННЫЙ СОСТАВ МЯСНОГО СЫРЬЯ, ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	155
<i>Пчелкина В.А.</i> РАЗРАБОТКА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ И ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ.....	160
<i>Чудак Р.А., Побережец Ю.Н., Бабков Я.И.</i> ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БЕТАИН» НА МЯСО-САЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ.....	165

## CONTENT

### ECONOMICS

<i>A. Meliashchenia, T. Shakel</i> IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF STATE REGULATION OF FOOD ADDITIVES MARKET IN THE REPUBLIC OF BELARUS .....	8
<i>N. Kireyenka</i> AREAS OF IMPROVEMENT OF SALES SYSTEMS IN THE MARKET OF DAIRY AND MEAT PRODUCTS OF BELARUS.....	14
<i>A. Daineko</i> BELARUSIAN FOREIGN TRADE DEVELOPMENT FACTORS AND CONDITIO.....	19

### BIOTECHNOLOGY

<i>N. Furik, N. Zhabanos, O. Golovach, E. Brel</i> FROZEN CONCENTRATED STARTED CULTURES FOR CHEESES OF RUSSIAN GROUP: PRINCIPLES OF CREATION AND DETERMINATION OF PARAMETERS OF USE IN THE PRODUCTION OF CHEESES.....	29
<i>A. Biruk, N. Furik, S. Vasylenko</i> THE PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND INDUSTRIALLY-VALUABLE PROPERTIES OF THE BACTERIA OF THE GENUS <i>LEUCONOSTOC</i> .....	38
<i>I. Kirik, S. Borunova, S. Vasylenko, N. Furyk</i> THE LACTOCOCCAL BACTERIOPHAGES SURVIVABILITY STUDY IN STORAGE OF LYSATES THAT WERE OBTAINED IN DIFFERENT MEDIA.....	44
<i>V. Taras, N. Zhabanos, N. Furyk</i> STUDY OF PROTECTIVE MEDIA INFLUENCE ON MICROORGANISMS KEEPING IN CONCENTRATED BIFIDUM LONGUM BIOMASS IN THE PROCESS OF CRYOPELLETIZING AND STORAGE.....	52
<i>L. Bahdanava, I. Frolov</i> STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF USING DIFFERENT MILK COAGULATING AGENTS IN THE PRODUCTION OF CHEESES.....	59

### DAIRY PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>O. Dymar, O. Soroko, L. Sokolovskaya, I. Miklukh</i> RHEOLOGICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SWEET CONDENSED MILK PRODUCTS FROM WHEY.....	65
<i>T. Zabelo, T. Savelieva, O. Dymar, N. Muavad</i> EVALUATION METHODOLOGY OF GRANULOMETRIC COMPOSITION OF THE FAT PHASE OF DAIRY PRODUCTS.....	74
<i>B. Berlin, O. Soroko</i> INNOVATIVE PRODUCT FROM DENATURED DAIRY PROTEIN.....	82
<i>O. Voznyuk, T. Golubenko</i> FUTURE DEVELOPMENT OF ORGANIC DAIRY PRODUCTS IN UKRAINE AND THE WORLD.....	87
<i>T. Shulyak, N. Hushcha</i> DEVELOPMENT OF QUANTITATIVE STRUCTURE OF THE MULTICOMPONENT PRODUCT ON THE BASIS OF COTTAGE CHEESE WITH CEREAL ADDITIVE.....	95
<i>N. Yakimovich, I. Yakimovich, A. Shunkevich, I. Frolov, A. Ilyushchenko, I. Charniak, R. Kusun</i> STUDY OF MILK WHEY PROCESSING BY YEAST CULTURES TO PRODUCE FEED PROTEIN.....	102
<i>L. Bahdanava, I. Frolov, T. Savelyeva, A. Kozinets</i> NEW TYPE OF PREBIOTIC LACTULOSE-CONTAINING FEED ADDITIVE FOR CALVES FAFM ANIMALS.....	109

## MEAT PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>A. Meliaschenya, S. Gordynets, I. Kaltovich, G. Pinchuk</i> PROMISING PROCESSING AIDS FOR USE IN MEAT PRODUCTS WITH IMPROVED QUALITY INDICATORS .....	115
<i>S. Gordynets, T. Kusonskaya, S. Zanko, Mizerkina E.G.3</i> NEW TYPES OF THE MEAT PRODUCTS BALANCED ON CONTENT OF CALCIUM AND PHOSPHORUS FOR THE NUTRITION OF CHILDREN OF EARLY, PRESCHOOL AND SCHOOL AGE.....	123
<i>I. Kozyrev</i> THE RESEARCH OF COLOR CHARACTERISTICS OF MUSCLE AND FAT TISSUE OF BEEF .....	128
<i>M. Nikitina, A. Zakharov</i> COMPUTER SYSTEM FOR SAUSAGE QUALITY ASSESSMENT .....	133
<i>S. Gordynets, V. Napreenko</i> AMINO ACID COMPOSITION OF MEAT RAW MATERIAL, PERSPECTIVE FOR CREATION OF PRODUCTS FOR PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES .....	138
<i>V. Grudanov, A. Brench, L. Tkacheva</i> APPLICATION OF THE THEORY OF NUMBERS IN DESIGNING OF CUTTING MECHANISMS OF MACHINES FOR GRINDING MEAT RAW MATERIALS.....	144
<i>S. Gordynets, V. Napreenko</i> VITAMIN COMPOSITION OF MEAT RAW MATERIAL, PERSPECTIVE FOR CREATING PRODUCTS FOR PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES .....	155
<i>V. Pchelkina</i> DEVELOPMENT OF HISTOLOGIC AND IMMUNOHISTOCHEMICAL METHODS OF MEAT PRODUCTS RESEARCH.....	160
<i>R. Chudak, Y. Podolian, Y. Babkov</i> INFLUENCE OF FEED ADDITIVE “BETAIN” ON PORK-AND-LARD QUALITIES OF PIGS.....	165

Уважаемые коллеги!

Продовольственная безопасность, бесспорно, является одним из ведущих направлений развития национальной экономики. В настоящее время в Беларуси разработан проект Доктрины национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. Документ закрепляет научно обоснованные положения, цели и задачи долгосрочной государственной политики в области обеспечения и укрепления продовольственной безопасности Республики Беларусь, а также механизмы и меры по обеспечению высокого качества питания населения, востребованности белорусской продукции на внешних рынках, интеграции в мировой продовольственный рынок.

В контексте развития национальной продовольственной системы актуален закономерный переход от продовольственной безопасности к безопасному питанию всех групп населения, ориентированный на высокий уровень жизни, при котором питание не только улучшает здоровье и развивает человеческий потенциал, но и является основополагающим фактором активного долголетия. Многочисленные исследования показали, что продукты питания обладают не только питательной ценностью, но и регулируют многочисленные функции и биохимические процессы организма. Кроме того, при некоторых заболеваниях человеку необходима специализированная диета. В связи с этим в последние годы большое внимание уделяется развитию функционального питания, под которым подразумевается использование таких продуктов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывают регулирующее действие на организм в целом или на его определенные системы и органы.

Мясная и молочная отрасли являются одними из ключевых в перерабатывающей промышленности нашей страны и представляют собой одни из важнейших экспортноориентированных отраслей Республики Беларусь. Страна полностью обеспечивает внутренние потребности в данных продуктах, а также располагает значительными возможностями для их поставок на внешние рынки. Развитие данных отраслей невозможно без внедрения прогрессивных технологических решений, расширения ассортимента выпускаемой продукции и поддержания высокого уровня санитарно-гигиенического состояния предприятий. Белорусская продукция известна за рубежом во многом благодаря пищевой промышленности, в частности мясной и молочной.

Рост экспорта и конкурентоспособности продукции на внешнем рынке являются основой для устойчивого развития экономики, стабильности внутреннего валютного рынка и обеспечения сбалансированности бюджета. Основные усилия необходимо сконцентрировать на увеличении объемов экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью, повышении удельного веса в экспорте инновационных товаров и продукции, произведенной из местных ресурсов. Так, необходимо наращивать темпы



освоения новых рынков, реализации интеграционного потенциала в рамках Евразийского экономического союза, расширять торгово-экономическое сотрудничество.

Эффективное развитие мясной и молочной отраслей Республики Беларусь основывается в первую очередь на взаимодействии науки и практики посредством внедрения на предприятиях передовых разработок ученых, а также использования специалистами отрасли результатов научных исследований.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности» на протяжении многих лет проводит как фундаментальные, так и прикладные исследования, которые помогают накапливать знания, позволяющие выпускать конкурентоспособную продукцию, востребованную не только в Республике Беларусь, но и на внешних рынках. Изложенные в сборнике материалы будут являться основой для внедрения новых технологий в практику и придадут новый импульс развитию отрасли.

С уважением, главный редактор,  
А.В. Мелещеня

## ЭКОНОМИКА

УДК 339.13.025:663.05(045)

Поступила в редакцию 31 марта 2017 года

*А.В. Мелещеня, к.э.н., доцент, Т.П. Шакель, аспирант  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

---

*A. Meliashchenia, T. Shakel  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

### IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF STATE REGULATION OF FOOD ADDITIVES MARKET IN THE REPUBLIC OF BELARUS

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

Рассматриваются проблемные вопросы использования пищевых добавок в пищевой промышленности в контексте продовольственной безопасности. Авторы указывают на необходимость совершенствования системы регулирования и контроля использования пищевых добавок. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы государственного регулирования рынка пищевых добавок в Республике Беларусь. Предлагается создать экспертный орган – Межведомственный совет по регулированию обращения пищевых добавок с рядом функций регулирования, которые в настоящее время остаются вне компетенции существующих контролирующих органов. Регулирование функционирования рынка пищевых добавок на государственном уровне предлагается осуществлять по следующим основным направлениям: совершенствование статистического учета данных по производству, импорту, использованию пищевых добавок; решение технологических вопросов; ужесточение контроля при импорте в страну и последующего использования; развитие действующих и создание новых производств пищевых добавок.

The article reviews problematic issues of the use of food additives in the food industry in the context of food security. The authors point out the need to improve the regulatory and control system of the use of food additives. Recommendations for improving the system of state regulation of the market of food additives in the Republic of Belarus are developed. It is proposed to create an expert body - the Interdepartmental Council for the Regulation of Circulation of Food Additives performing a number of regulatory functions, which at present lie beyond the competence of existing control bodies. The regulation of the functioning of food additives market at the state level is proposed to be carried out in the following areas: improving the record of statistical data on production, import and use of food additives; addressing technological issues; tightening of control when importing food additives in the country and subsequent use of them; development of existing and creation of new food additives production facilities.

**Ключевые слова:** пищевые добавки; продовольственная безопасность; регулирование; контроль.

**Keywords:** food additives; food security; regulation; control.

Развитие пищевой промышленности и ее функционирование при обеспечении качества и конкурентоспособности продукции в настоящее время невозможно представить без использования пищевых добавок. Использование пищевых добавок носит, с одной стороны, экономический характер (только для мясной и молочной промышленности в Беларуси закупается различных пищевых добавок и

ингредиентов общей стоимостью около 50 млн долл. США), с другой стороны – социальный, т.к. использование пищевых добавок в производстве продуктов питания – это трудно контролируемый процесс внесения в рацион питания населения различных химических и органических соединений, что в конечном итоге оказывает негативное влияние на здоровье человека. Поэтому эффективная система государственного регулирования использования пищевых добавок является актуальной для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Важно отметить, что вопрос использования пищевых добавок является одним из наиболее острых для пищевой промышленности Республики Беларусь. Несмотря на выстроенную в Республике Беларусь достаточно четкую систему контроля качества и безопасности пищевой продукции, вопросам применения пищевых добавок, порядка контроля их использования и оборота не уделяется должного внимания. Вместе с тем, в этой области существует ряд проблемных аспектов:

- широкое и не всегда оправданное использование пищевых добавок различного назначения. Несмотря на достаточно жесткую регламентацию уровня использования пищевых ингредиентов, в мировой практике имеются примеры их негативного влияния;

- случаи применения пищевых добавок для «исправления» низкокачественного сырья;

- при использовании комбинации добавок возможны эффекты взаимодействия между ингредиентами различных пищевых добавок, до этого не исследованные и несущие потенциальную угрозу здоровью;

- сложность оценки долговременных последствий при постоянном потреблении тех или иных ингредиентов;

- недостаточное взаимодействие между собой контролируемых организаций;

- значительные денежные затраты на закупки пищевых добавок по импорту;

- значительная часть пищевых добавок полностью или поэлементно производится за пределами стран ЕАЭС, а это означает невозможность контроля входящего сырья, хранения сырья и готовой продукции, процесса производства;

- ингредиенты для пищевых добавок производятся преимущественно крупными корпорациями, имеющими мощную систему продвижения и зачастую «навязывающие» их использование;

- использование импортных пищевых добавок осуществляется по рекомендациям зарубежных компаний-изготовителей, однако не принимается во внимание, что сырьевая основа, технологические решения, характеристики производимой за рубежом и в Беларуси продукции имеют существенные отличия [1].

Принимая во внимание существующие проблемные вопросы, были разработаны рекомендации по совершенствованию системы государственного регулирования рынка пищевых добавок в Республике Беларусь (рисунок 1).

Неотъемлемой частью формирования и обеспечения продовольственной безопасности Беларуси должна стать политика регулирования рынка пищевых добавок, к **задачам** которой следует отнести следующие:

- 1) обеспечение обоснованного использования пищевых добавок в производстве;

- 2) обеспечение безопасности потребления пищевых добавок для человека;

- 3) контроль расходов предприятий на приобретение пищевых добавок.

Вторым значимым элементом регулирования рынка пищевых добавок выступают **институты-регуляторы**. Так, в Республике Беларусь государственный контроль и надзор в области обеспечения качества и безопасности пищевых добавок и продуктов осуществляется различными государственными органами – Минздравом, Минсельхозпродом, Минторгом, Госстандартом, Комитетом госконтроля и др. в пределах их компетенции. Регулирование обеспечивается в основном путем технического нормирования и стандартизации, государственной регистрации,



Рисунок 1 – Формирование системы государственного регулирования рынка пищевых добавок в Республике Беларусь

подтверждения соответствия пищевых добавок установленным требованиям, государственного контроля и надзора за качеством и безопасностью продовольственного сырья, предупреждения и пресечения нарушений законодательства Республики Беларусь в области обеспечения качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Контролирующие организации в целом недостаточно взаимодействуют между собой. Кроме того, ряд проблемных вопросов остается вне их функций и деятельности. Для повышения эффективности функционирования рынка пищевых добавок рекомендуется создать экспертный орган – Межведомственный совет по регулированию обращения пищевых добавок, состоящий из представителей Минздрава, Минсельхозпрода, НАН Беларуси, Госстандарта. Деятельность Комиссии должна быть направлена на выполнение вышеупомянутых задач политики регулирования рынка пищевых добавок и регламентироваться следующими функциями:

- мониторинг ситуации на рынке пищевых добавок, в т.ч. изучение возникающих проблем и новых факторов риска;
- координация взаимодействия субъектов рынка;
- инициирование проведения конкретных научных исследований (в т.ч. по токсичности, безопасности пищевых добавок) и лабораторных испытаний с последующим информированием производителей и потребителей;
- рассмотрение экспертных заключений для государственной регистрации пищевых добавок, выдача окончательного заключения о возможности государственной регистрации, об отказе в государственной регистрации пищевых добавок;
- согласование (разрешение) ввоза и применения пищевых добавок на территории Республики Беларусь;
- рассмотрение новых требований в отношении максимально допустимых уровней внесения пищевых добавок в продукты питания;
- периодический пересмотр одобренных ранее пищевых добавок по мере поступления о них новой информации и совершенствования методов оценки их безопасности;
- проведение контрольных исследований потребительской корзины (с целью оценки соответствия заявленным характеристикам, анализа потребления различных пищевых добавок в составе продуктов);
- анализ потребления пищевых добавок населением с целью пересмотра допустимых доз внесения;
- мониторинг расходов на закупки пищевых добавок по импорту и выработка рекомендаций по импортозамещению;
- формирование новых подходов к регулированию обращения пищевых добавок.

Регулирование функционирования рынка пищевых добавок **на государственном уровне** предлагается осуществлять по следующим основным направлениям:

**1) Совершенствование статистического учета данных по производству, импорту, использованию пищевых добавок.**

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствует должный статистический учет по производству, импорту, использованию пищевых добавок. Имеющиеся разрозненные данные не позволяют количественно оценивать рынок, что, в свою очередь, необходимо для выработки предложений по его регулированию.

Что касается статистического учета по производству, то с 2016 г. Национальный статистический комитет Республики Беларусь ведет учет статистических данных производства пищевых добавок по следующим категориям: добавки пищевые комплексные, добавки к пище биологически активные, добавки пищевые вкусоароматические, добавки пищевые прочие. Многообразие видов пищевых добавок, видимо, затрудняет более уточненный сбор данных, однако ведение учета по основным

группам пищевых добавок (например, красители, консерванты, стабилизаторы и т.д.) могло бы предоставить больше возможностей для комплексного анализа рынка.

Особенно сложно отследить импортные потоки, т.к. по ТН ВЭД ТС различные пищевые добавки классифицируются различными кодами, включающими, помимо пищевых добавок, прочие категории товаров, что делает невозможным выделить данные по объемам импорта добавок на пищевые цели. Сбор данных по импорту возможно обеспечить путем введения обязательной процедуры получения импортными организациями разрешения на ввоз каждой партии пищевых добавок.

Наконец, в организациях, осуществляющих производство пищевой продукции с использованием пищевых добавок, необходимо ввести обязательный учет расхода пищевых добавок. При этом все организации, производящие продукты питания с использованием пищевых добавок, должны быть готовы предоставить компетентным органам информацию о каждом юридическом лице, поставляющем им пищевые добавки, а также количественные данные, относящиеся к данной добавке, и обоснование ее дозировки. Организации, производящие продукты питания с использованием пищевых добавок, должны располагать системами документирования, обеспечивающими возможность предоставлять соответствующую информацию компетентным органам по их требованию.

## **2) Решение технологических вопросов.**

Требуют внимания и решения технологические аспекты применения пищевых добавок, для чего целесообразно:

- создание, использование действующих научно-исследовательских центров, которые методами испытаний и моделирования могли бы прогнозировать поведение пищевых ингредиентов в технологических процессах, пищеварении и усвоении питательных веществ организмом и выдавать соответствующие рекомендации производителям по применению добавок. Так, например, на базе Института физиологии Национальной академии наук Беларуси возможно организовать исследования по установлению влияния пищевых добавок на функциональное состояние живых организмов и их систем (ЦНС, сердечно-сосудистая, желудочно-кишечная, иммунный статус) [2], в дальнейшем предоставляя данные независимых научных исследований о безопасности и иных аспектах, касающихся пищевых добавок, для производителей и потребителей продукции;

- создать действенную систему контроля безопасности и рациональности использования (обоснованности доз применения) пищевых ингредиентов в производстве продукции;

- систематически проводить научно-технические семинары по данной проблеме, организовать учебу специалистов предприятий.

## **3) Ужесточение контроля при импорте в страну и последующего использования.**

С учетом того, что практически весь спектр пищевых добавок закупается по импорту, их использование осуществляется по рекомендациям зарубежных компаний-изготовителей. Очевидно, что сырьевая основа, технологические решения, характеристики производимой за рубежом и в Беларуси продукции имеют существенные отличия. Более того, безопасность и качество ввозимых пищевых добавок подтверждаются зарубежным производителем. Также никем не прорабатываются вопросы взаимодействия пищевых ингредиентов между собой в многокомпонентных смесях. В этой связи целесообразно:

- ужесточить процедуру регистрации новых пищевых добавок, в первую очередь путем проведения дополнительных исследований внутри страны, а не на основании предоставленных поставщиком документов;

- ввести необходимость получения разрешения на импорт каждой партии пищевых добавок;

- организовать дополнительные исследования на безопасность и качество импортируемых пищевых добавок на базе государственных лабораторий.

#### **4) Развитие действующих и создание новых производств пищевых добавок.**

Обязательным условием применения на территории Беларуси пищевых добавок должен стать их выпуск непосредственно в стране, что позволит в любой момент проконтролировать входящее сырье, хранение сырья и готовой продукции, процесс производства, отрабатывать приемлемые для нашего населения дозы применения добавок в пищевых продуктах. В этой связи необходимо сформировать систему обеспечения пищевыми добавками за счет развития действующих и создания новых производств, в том числе с привлечением опыта, технологий и капитала мировых производителей пищевых добавок и ингредиентов.

С целью активизации работы предлагается создать в Республике Беларусь пилотный проект на базе крупного предприятия, имеющего опыт производства добавок, и одного из научных учреждений, занимающегося разработкой технологий производства продукции, рецептур и имеющего необходимую лабораторную базу, – своего рода научно-производственный кластер.

Необходимо поставить под жесткий контроль и производство, и применение пищевых добавок. Это можно сделать только в случае размещения производства на территории Беларуси (или ЕАЭС) и закупки ингредиентов, которые не могут быть произведены в Беларуси/ЕАЭС, только от прошедших жесткую проверку производителей.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что повышение эффективности функционирования рынка пищевых добавок необходимо рассматривать в условиях взаимосвязи государственных органов регулирования, производителей и научно-исследовательских организаций, причем ролью последних нельзя пренебрегать, ведь решение существующих проблемных вопросов может и должно опираться на современную научно-исследовательскую базу.

### **Список использованных источников**

1. Шакель, Т.П. Пищевые добавки в производстве продуктов питания: система регулирования и контроля использования / Т.П. Шакель, Д.В. Мазаник // Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России: материалы X Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук, Москва, 27 октября 2016 г. / ФГБНУ «ВНИИМП» им. В.М. Горбатова. – Москва, 2016. – С. 414–417.

Shakel', T.P. Pishhevye dobavki v proizvodstve produktov pitaniya: sistema regulirovaniya i kontrolja ispol'zovaniya / T.P. Shakel', D.V. Mazanik // Sovremennye podhody k polucheniju i pererabotke sel'skhozajstvennoj produkcii – garantija prodovol'stvennoj nezavisimosti Rossii: materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov otdelenija sel'skhozajstvennyh nauk Rossijskoj akademii nauk, Moskva, 27 oktjabrja 2016 g. / FGBNU «VNIIMP» im. V.M. Gorbatova. – Moskva, 2016. – S. 414–417.

2. Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.physiology.by>. – Дата доступа: 05.12.2016.

Institut fiziologii Nacional'noj akademii nauk Belarusi [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.physiology.by>. – Data dostupa: 05.12.2016.

*Н.В. Киреенко, к.э.н., доцент*

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБЫТОВОЙ СИСТЕМЫ НА РЫНКАХ МОЛОЧНОЙ И МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ БЕЛАРУСИ**

*N. Kireyenka*

*Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

### **AREAS OF IMPROVEMENT OF SALES SYSTEMS IN THE MARKET OF DAIRY AND MEAT PRODUCTS OF BELARUS**

*e-mail: natallia\_kireenko@mail.ru*

*В статье проведен анализ эффективности функционирования рынка молока и молокопродуктов, рынка мяса и мясопродуктов; изучена структура каналов сбыта продукции на внутреннем и внешнем рынках; разработаны направления совершенствования сбытовой системы применительно к продуктовым рынкам; проведен расчет объемов производства и спроса по видам продукции до 2020 года с учетом изменения розничной цены и коэффициента эластичности.*

*The article analyzes the functioning of the market of milk and dairy products, meat and meat products market; the sales structure is studied in the domestic and foreign markets; ways of improving distribution systems developed in relation to product markets; the calculation of output and demand by product to 2020 taking into account the changes in the retail price and the coefficient of elasticity was conducted.*

**Ключевые слова:** рынок; система сбыта; молочная продукция; мясная продукция; эффективность.

**Keywords:** market; sales system; dairy products; meat products; efficiency.

**Введение.** Рынки молока и молокопродуктов, мяса и мясопродуктов являются важнейшими сегментами продовольственного рынка Беларуси по емкости и числу участников. Их роль определяется не только объемами производства и потребления данных товарных групп в республике, но и значимостью, поскольку эти продукты являются основным источником белков животного происхождения в рационе питания человека.

При этом производство молока и молочных продуктов, мяса и мясных продуктов представляет собой одну из важнейших экспортоориентированных отраслей Беларуси. Страна полностью обеспечивает внутренние потребности в данных продуктах, а также располагает значительными возможностями для их поставок на внешние рынки.

**Цель исследований.** В связи с этим целью исследования является разработка перспективных направлений совершенствования сбытовой системы на основе комплексного анализа эффективности функционирования действующих каналов продвижения молока и мяса, а также продуктов их переработки на внутренний и внешний рынки.

**Материалы и методы исследований.** Информационной базой послужили данные отчетов сельскохозяйственных организаций, входящие в систему Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также данные Национального статистического комитета Республики Беларусь.

В процессе исследования использованы различные методы: абстрактно-логический, сравнительного анализа, монографический, экономико-статистический, корреляционно-регрессивный, экономико-математический.



### **Результаты и их обсуждение.**

*Рынок молока и молокопродуктов.* На протяжении 2005–2014 гг. объем производства сырого молока в республике увеличивался ежегодно в среднем на 2%, несмотря на незначительное падение в 2011 и 2013 гг. В 2015 г. прирост валового надоя молока составил рекордные 5,1% (+344 тыс. т), экспортировано 4 180,3 млн т молока и молокопродуктов (55,7% от располагаемых ресурсов).

В республике 71–75% сырого молока производится в сельскохозяйственных организациях, которые в 2015 г. получили прибыль от реализации данного вида продукции почти 2,6 трлн руб. С 2010 г. по 2015 г. построено около 500 молочнотоварных комплексов, более 1000 молочнотоварных ферм. Повысилось качество производимой продукции: доля молока сорта «экстра» увеличилась с 13,3% в 2010 г. до 37,6% в 2015 г. Реализационная цена молока в среднем по республике составила 4 351 тыс. руб./т, что в 5 раз выше уровня 2010 г. и на 1,7% – по отношению к 2014 г. В региональном разрезе цена реализации колебалась от 4 000 тыс. руб./т в Могилевской области до 4 578 тыс. руб./т в Гомельской. Реализация молочной продукции является наиболее рентабельной среди продукции животноводства. В 2011 г. уровень рентабельности составил 21,4% – наивысшее значение за последние 12 лет. В 2014 г. рентабельность молока составила 15,0% [2].

Выполненные нами исследования показывают, что эффективное функционирование рынка молока в значительной степени зависит от наличия в местах непосредственного производства современных мощностей для его первичной переработки и хранения. Молоко является сырьем для производства широкого ассортимента молочных продуктов. Небольшой срок хранения свежего молока определяет необходимость его быстрого передвижения в места переработки. Определяющую роль при этом играет обеспечение налаженных поставок и своевременной доставки молока в сферу переработки, поэтому выбор каналов реализации производителями молока значительно ограничен [1, 3].

Основная доля сырого молока (около 95%) поставляется на молокоперерабатывающие предприятия. При этом организации сотрудничают с близлежащим перерабатывающим предприятием, формируя, таким образом, его сырьевую зону. Реализация молока осуществляется на основании государственных закупок. Посредством таких путей товародвижения, как поставки на нужды общественного питания и внутривозвращенная продажа работникам хозяйства и социальной сферы АПК, реализуется незначительное количество молока (0,7% от общей реализации).

На рынке молока практически исчезло посредническое заготовительное звено. Ранее оно было представлено молокозборными пунктами, которые осуществляли функции сбора и транспортировки на переработку больших партий сырья. Теперь практически все молоко поступает прямо на переработку. Получает распространение и мини-переработка в хозяйствах, но ее значение невелико.

Переработанные молочные продукты имеют более широкий спектр каналов реализации: сеть фирменных магазинов, торгово-закупочные и другие посреднические организации, розничная торговля, а также товаропроводящая система на внешние рынки. Оптовое звено внутреннего рынка готовой продукции резко сократилось. Молочная продукция напрямую поступает на потребительский рынок. Переработчики расширили поставки своей продукции в места продажи, оказывая собственные транспортные услуги. Молочная продукция является также основным биржевым товаром, на долю различных видов которой приходится (структура реализации на биржевых торгах в 2015 г.): 12,73% – сухое молоко, сыворотка и творог (внутренний рынок, экспорт); 5,78% – масло сливочное (внутренний рынок, экспорт); 5,33% – сыры сычужные (экспорт).

*Рынок мяса и мясопродуктов* является одним из крупнейших сегментов продовольственного рынка Беларуси. В 2010–2013 гг. наблюдался стабильный рост

производства мяса и мясопродуктов и поставок на внешние рынки, в 2014 г. значения данных показателей уменьшились, а в 2015 г. вновь возросли, однако не превысили уровень 2013 г.: объем производства составил 1 150,3 тыс. т, экспорта – 321 тыс. т.

Лидером по реализации КРС (в живом весе) в 2015 г. была Брестская область (94,8 тыс. т), поставив на рынок почти четверть республиканских объемов. Сельскохозяйственные предприятия Гродненской области поставили 86,5 тыс. т КРС (в живом весе), 75,2 – Минской. Менее всего реализовали хозяйства Могилевской области (43,0 тыс. т). В последние годы меняется ценовая конъюнктура на отечественном рынке мяса: наблюдается сдерживание роста цен на КРС (2015 г. – 17 351 тыс. руб./т), которые с 2012 г. стали ниже цен на 1 т живого веса свиней (2015 г. – 23 645 тыс. руб.) [2].

В отношении мясной продукции и живого скота к настоящему времени на внутреннем рынке сформировались следующие формы распределения: продажа заготовительным предприятиям, потребительской кооперации и перерабатывающим предприятиям; рыночная торговля и внутрихозяйственная реализация работникам. Так, в структуре сбыта скота, за исключением птицы, в 2015 г. основная доля продукции поступила на перерабатывающие предприятия и хладокомбинаты (62,0%). Немалый удельный вес в переработке занимают подсобные производства хозяйств (16,9%). Организационными потребительской кооперации закуплено 6,4 % от всего реализуемого скота. Работникам и населению, включая расход на общественное питание, было реализовано 3,7%, на рынках (городские и сельские) – 1,2% [1, 3].

В разрезе регионов особых изменений в структуре каналов сбыта в последние годы не наблюдается. Сельскохозяйственные организации Витебской, Минской и Могилевской областей поставляют на перерабатывающие предприятия половину реализуемых КРС и свиней, остальных регионов – около 70%. На переработку в собственных цехах направляется 12–20% продукции, в организации потребительской кооперации – 4–10%.

В отличие от мясного сырья, основная часть мясной продукции реализуется через косвенные каналы. Доля сбыта по прямому (нулевого уровня) каналу товародвижения, которым выступает фирменная торговля и реже собственные организации общепита (столовые, кафе, рестораны) у предприятий не превышает в среднем 25%. Посредниками в реализации мяса и мясопродуктов выступают оптовые и розничные организации, а также хладокомбинаты, заготовительные предприятия. Это обусловлено тем, что использование посреднических структур в сфере обращения сокращает круг заинтересованных лиц по реализации продукции, обеспечивает широкую доступность товара при движении его непосредственно до рынка сбыта, сокращает количество прямых контактов производителей с потребителями.

Наибольший удельный вес в общем объеме реализации мясной продукции занимают организации розничной торговли (70–78%). Более 20% продаж приходится на другие каналы товародвижения, среди которых индивидуальные предприниматели. В структуре реализации на биржевых торгах в 2015 г. свинина и мясо птицы составили 1,04 % (внутренний рынок, импорт) [4, 6].

В данном контексте, учитывая особенности рассматриваемых продовольственных товаров, нами предлагаются направления совершенствования сбытовой системы применительно к продуктовым рынкам. Проведенный расчет основывался на построении регрессионных моделей прогноза спроса по видам продукции как функций от объемов потребления продукции и их розничной цены; корреляционной матрицы объемов производства и потребления продукции на душу населения; расчете коэффициента эластичности по видам продукции.

*Молоко и молокопродукты.* В качестве основных направлений развития сбытовой деятельности на рынке молока и молочной продукции можно выделить следующие [1, 4]:

– расширение взаимоотношений по поставке молочной продукции и развитие торговли по поставке продукции длительного хранения и др.;

– осуществление закупки молока посредством системы районных и городских молокозаводов по схеме прямых договоров с сельскими товаропроизводителями, а также через оптово-розничные рынки;

– формирование системы организационно-экономических рычагов, тесно увязывающей экономические интересы поставщиков и потребителей, а также процессов производства и сбыта продукции;

– организация системы сбыта молочной продукции с учетом сезонности ее производства.

*Мясо и мясопродукты.* Совершенствование сбытовой инфраструктуры рынка мясной продукции и живого скота должно быть основано на [1, 3]:

– наличию открытой системы продаж, включающей биржу, ярмарки, аукционы, оптовые базы и рынки, а также прямые поставки в магазины;

– формировании и развитии коротких сбытовых цепочек, когда товаропроизводитель имеет переработку (беря на себя данную функцию) и поставляет мясо на рынок, в розничную сеть или организации общественного питания;

– обеспечении преимущества мясной продукции на зарубежных рынках за счет повышения ее конкурентоспособности.

В таблице 1 представлены прогнозные объемы производства (точечный и интервальный прогнозы) продукции животноводства.

Таблица 1 – Объемы точечного и интервального прогноза производства продукции животноводства до 2020 года, тыс. т

Наименование продукции	Вид прогноза	Год				
		2016	2017	2018	2019	2020
Молоко и молокопродукты	точечный	1615,859	1935,726	1965,106	1768,132	1639,076
	интервальный	[1348,14; 1883,58]	[1652,63; 2218,82]	[1680,58; 2249,63]	[1495,22; 2041,04]	[1371,14; 1907,01]
Мясо и пищевые мясные продукты	точечный	945,30	960,14	968,13	952,70	953,73
	интервальный	[831,28; 1059,31]	[847,0; 1073,27]	[855,30; 1080,97]	[837,83; 1067,57]	[838,19; 1069,26]
Говядина	точечный	230,3018	246,1453	239,8503	235,1579	230,7263
	интервальный	[195,55; 265,04]	[210,50; 281,78]	[204,82; 274,88]	[200,28; 270,03]	[195,78; 265,67]
Свинина	точечный	228,40	266,03	257,66	244,23	227,70
	интервальный	[189,628; 267,18]	[224,60; 307,45]	[217,02; 298,30]	[204,64; 283,83]	[188,79; 266,61]
Мясо птицы	точечный	379,6817	387,1284	353,2511	346,4678	362,7529
	интервальный	[331,41; 427,96]	[338,61; 435,64]	[304,06; 402,44]	[296,53; 396,41]	[314,12; 411,39]
Колбасные изделия	точечный	278,1984	316,3342	271,1991	244,9661	252,5584
	интервальный	[224,58; 331,82]	[261,87; 370,80]	[217,724; 324,68]	[190,91; 299,02]	[198,38; 306,74]

Примечание: таблица составлена автором по данным источников [5, 6].

Учитывая, что мясные и молочные продукты составляют основные товарные позиции экспорта сельскохозяйственных и продовольственных товаров Беларуси, то в качестве перспективных каналов продвижения продукции на внешние рынки, по нашим исследованиям, должны стать: прямые поставки непосредственно потребителям; развитие аграрной ТПС (включая дилеров и дистрибьюторов), в том числе собственных субъектов с участием белорусского капитала; биржевые торги. При этом приоритетными рынками сбыта данной продукции нами предлагается рассматривать такие страны и регионы, как:

– страны СНГ, и особенно ЕАЭС, где экспортеры Беларуси имеют наиболее

преференциальные условия доступа;

– рынки потенциальных партнеров по региональной торгово-экономической интеграции, включая: Республику Сербию (дополнительно проводятся переговоры по унификации торгового режима между ЕАЭС и Сербией); Израиль (в 2015 г. государствами-членами ЕАЭС принято решение о начале переговоров по заключению соглашения); Социалистическую Республику Вьетнам и др.;

– страны, испытывающие дефицит мясо-молочной продукции и применяющие в отношении государств-членов ЕАЭС не менее преференциальный режим доступа на рынок, чем для основных поставщиков (Алжир, Сингапур).

#### **Заключение.**

В целом реализация разработанных направлений в разрезе рынка молока и молокопродуктов, рынка мяса и мясопродуктов будет способствовать созданию эффективной системы сбыта, основывающейся на свободном движении товаров, конкуренции и механизме ценообразования. Фактором и условием ее совершенствования является механизм формирования эффективной маркетинговой политики аграрных предприятий на внутреннем и внешнем рынке, обеспечивающий создание конкурентной среды.

#### **Список использованных источников**

1. Киреенко, Н.В. Система сбыта продукции АПК на основе маркетингового подхода: теория, методология, практика / Н.В. Киреенко, под ред. В.Г. Гусакова; В 2-х ч. – Минск : Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2015. – 267 с.

Kireyenka, N.V. Marketing system of agricultural products on the basis of the marketing approach: the theory, methodology, practice / N.V. Kireyenka, pod red. V.G. Gusakova; 2 part. – Minsk: Institut sistemnyh issledovaniy v APK NAN Belarusi, 2015. – 267 p.

2. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг–2015 / В.Г. Гусаков и [др.]; В 2 ч. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – 205 с.

Food security of Republic of Belarus in the conditions of functioning of the Eurasian Economic Union. Monitoring 2015 / V.G. Gusakov and [other]; 2 part. – Minsk: Institut sistemnyh issledovaniy v APK NAN Belarusi, 2016. – 205 p.

3. Киреенко, Н.В. Маркетинговый анализ рынка мяса и мясопродуктов Беларуси / Н.В. Киреенко // Аграрная экономика. – 2013. – № 11. – С.16–29.

Kireyenka, N.V. Marketing analysis of the market of meat and meat products Belarus / N.V. Kireyenka // Agrarian economics. – 2013. – № 11. – С.16–29.

4. Киреенко, Н.В. Товаропроводящая сеть Беларуси на зарубежных продовольственных рынках / Н.В. Киреенко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 10–21.

Kireyenka, N.V. Commodity distribution network of Belarus on foreign food markets / N.V. Kireyenka // Vesci NAN Belarusi. Ser.agr.navuk. – 2015. – № 1. – P. 10–21.

5. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 230 с.

Agriculture of the Republic of Belarus: stat.sb. / Nas.stat. committee Rep. Belarus. – Minsk, 2016. – 230 p.

6. Розничная торговля и общественное питание в Республике Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 69 с.

Retail trade and public catering in the Republic of Belarus / Nas.stat. committee Resp. Belarus. – Minsk, 2016. – 69 p.

*А.Е. Дайнеко, д.э.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ БЕЛАРУСИ**

*A. Daineko*

*Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **BELARUSIAN FOREIGN TRADE DEVELOPMENT FACTORS AND CONDITIONS**

*e-mail: daineko68@mail.ru*

*На основе анализа выполнения показателей Программы развития экспорта Республики Беларусь на 2011–2015 годы выявлены важнейшие факторы и условия, оказавшие влияние на динамику внешней торговли Беларуси. Сформулированы предложения по повышению эффективности экспортно-импортной деятельности Беларуси на перспективу.*

*Main factors and conditions, impacting on the dynamics of Belarusian foreign trade, were determined based on the analysis of implementation of Belarusian foreign trade development program for 2011–2015. Long-term proposals on the efficiency increase of Belarusian export and import activity were made.*

**Ключевые слова:** внешнеторговая деятельность; экспорт; импорт; эффективность; поддержка экспорта; товаропроводящие сети.

**Keywords:** foreign trade activity; export; import; efficiency; export support; commodity distribution network.

От результатов внешней торговли во многом зависит эффективность функционирования всей экономики Беларуси. В программе развития экспорта Республики Беларусь на 2011–2015 годы декларировалось увеличение экспорта товаров и услуг к 2015 году по сравнению с 2010 годом в 2,18–2,22 раза и достижение положительного сальдо внешней торговли товарами и услугами в размере 0,5–0,6 процента к ВВП. Вместе с тем статистические данные свидетельствуют, что фактический результат ее реализации оказался значительно ниже запланированного (таблица 1).

Согласно программе 2011–2015 объем импорта в 2011–2015 годах должен был вырасти не более чем в 1,9 раза, что в результате обеспечило бы выход на положительное сальдо в 2015 году. Планировалось, что импорт инвестиционных товаров должен был расти опережающими темпами по сравнению с общим ростом импорта (3,4 раза), что обусловлено задачей по ускоренной модернизации экономики и увеличением доли машин и оборудования в общей структуре инвестиций в основной капитал. Рост доли инвестиционных товаров в общей структуре импорта товаров прогнозировался до 21,5 процента к 2015 году.

Как видно из данных таблицы 2 доля инвестиционного импорта в 2015 г. выросла незначительно и составила 15% в общем объеме импорта товаров.

По программе 2011–2015 рост положительного сальдо по услугам намечался до 3,5 млрд. долларов США в 2015 году. По итогам 2015 г. темп роста импорта услуг действительно превысил рост импорта товаров и сложился на уровне 144,2 процента по сравнению с 2010 г., что, однако, несколько выше роста экспорта услуг, который составил 138,6% к 2010 г., в результате чего сальдо внешней торговли услугами в 2015 г. сложилось в размере только 2,3 млрд. долларов.

Таблица 1 – Динамика внешней торговли и ВВП Беларуси за 2010–2015 гг., млн долл. США

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 к 2010, %
<b>1. Товары и услуги, сальдо, % к ВВП</b>	<b>-7500</b> <b>-13,6</b>	<b>-1209</b> <b>-2,1</b>	<b>2834</b> <b>4,5</b>	<b>-2341</b> <b>-3,2</b>	<b>-459</b> <b>-0,6</b>	<b>174</b> <b>0,3</b>	
Экспорт, % к предыдущему году	29302 -	46537 158,8	51886 111,5	44046 84,9	43300 98,3	32837 75,8	112,0
Импорт, % к предыдущему году	36802 -	47746 129,7	49052 102,7	46387 94,6	43759 94,3	32663 74,6	88,7
Внешнеторговый оборот, % к предыдущему году	66104 -	94283 142,6	100938 107,1	90433 89,6	87059 96,3	65500 75,2	99,1
<b>1.1. Товары, сальдо</b>	<b>-9289</b>	<b>-3467</b>	<b>565</b>	<b>-4593</b>	<b>-2635</b>	<b>-2138</b>	
экспорт (в ценах ФОБ) % к предыдущему году	24506 -	40928 167,0	45574 111,4	36540 80,2	35423 96,9	26189 73,9	106,8
импорт (в ценах ФОБ) % к предыдущему году	33795 -	44394 131,4	45009 101,4	41134 91,4	38059 92,5	28327 74,4	83,8
<b>1.2. Услуги, сальдо</b>	<b>1789</b>	<b>2258</b>	<b>2269</b>	<b>2253</b>	<b>2153</b>	<b>2312</b>	
Экспорт, % к предыдущему году	4796 -	5610 116,9	6312 112,5	7506 118,9	7889 105,1	6648 84,3	138,6
Импорт, % к предыдущему году	3007 -	3352 111,5	4043 120,6	5254 129,9	5736 109,2	4336 75,6	144,2
<b>2. ВВП, млн долл. США</b>	<b>55086,5</b>	<b>58799,0</b>	<b>63470,9</b>	<b>72808,6</b>	<b>75831,5</b>	<b>54944,1</b>	<b>99,7</b>
<b>% к предыдущему году</b>	<b>-</b>	<b>106,7</b>	<b>107,9</b>	<b>114,7</b>	<b>104,1</b>	<b>72,5</b>	

В целях товарной диверсификации белорусского экспорта в 2011–2015 гг. предусматривалось обеспечить сокращение доли минеральных товаров в общем объеме товарного экспорта с 28 процентов в 2010 году до 20–25 процентов в 2015 году за счет более высоких темпов роста экспорта новых видов товаров.

Вместе с тем, в 2011–2015 г. не только не удалось сократить долю минеральных товаров в общем объеме товарного экспорта, но и наблюдался ее незначительный рост (таблица 3). Этот факт говорит о том, что стратегия ухода Беларуси от сырьевой зависимости не сработала.

Таблица 2 – Динамика импорта инвестиционных товаров Беларуси за 2010–2015 гг., млн долл. США

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Объем импорта инвестиционных товаров	3463,0	3967,0	5074,1	5352,8	6700,7	4911,7
Доля инвестиционных товаров в общем объеме импорта, %	9,4	8,3	10,3	11,5	15,3	15,0

Данные свидетельствуют, что величина отрицательного сальдо во внешней торговле Беларуси складывается в основном за счет отрицательного сальдо в торговле с Россией. Ежегодно оно составляет порядка 7–8 млрд долл. США., которые сложно перекрыть положительным сальдо в торговле со странами ЕС и в торговле услугами. В данной связи Беларуси в рамках Евразийского экономического союза целесообразно

выходить с Россией на договоренности о дополнительных объемах поставок товаров на сумму величины складывающегося отрицательного сальдо. В результате будет достигнута внешнеэкономическая сбалансированность и отпадет необходимость ежегодного привлечения международных кредитных ресурсов.

Таблица 3 – Динамика экспорта минеральных продуктов Беларуси за 2010–2015 гг., млн долл. США

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Объем экспорта минеральных продуктов,	7131,3	14686,3	16595,8	12276,5	12327,3	7983,0
% к предыдущему году	-	205,9	113,0	73,9	100,4	64,7
Доля экспорта минеральных продуктов в общем объеме экспорта товаров, %	28,2	35,5	36,0	33,0	34,2	30,5

Таким образом, анализ показывает невыполнение прогнозных параметров программы развития экспорта Республики Беларусь на 2011–2015 годы. Тенденция роста стоимостных объемов экспорта и импорта товаров Беларуси в 2011 и 2012 годах сменилась их стабильным падением, начиная с 2013 года и по настоящее время. Существенный вклад в падение экспорта внесли минеральные продукты, объем экспорта которых рухнул в 2013 году на 26%, а в 2015 – на 36%. Выручка от экспорта минеральных продуктов сократилась в 2015 году в 2 раза, или на 8 миллиардов долларов, по сравнению с 2012 годом.

Общий объем внешнеторгового оборота в 2015 году снизился по сравнению с 2010 годом на 604 млн долларов с 66,1 млрд долларов до 65,5 млрд. долларов. Как достижение можно отметить положительное значение сальдо внешней торговли товарами и услугами, которое сложилось в размере 174 млн долларов в 2015 году. Это обусловливается более быстрыми темпами падения импорта товаров, чем их экспорта за пятилетку.

Интересную динамику продемонстрировали годовые темпы прироста ВВП, рассчитанного Национальным банком Республики Беларусь по средневзвешенному курсу доллара США. Вплоть до 2015 года наблюдался его прирост от 6,7 процентных пункта в 2011 году до 4,1 – в 2014 году. Однако в 2015 году значение ВВП резко сократилось. Темп падения составил около 27,5 процентных пункта. В целом за пятилетие долларовой эквивалент ВВП сократился на 0,3 процентных пункта. Если сравнить максимальное значение долларовой эквивалента ВВП, которое было около 76 миллиардов долларов в 2014 году с оценкой его объема за 2016 год (около 47 млрд долл.), то падение составило около 29 миллиардов долларов или 40 процентов.

Тенденция роста стоимостного объема, как экспорта, так и импорта товаров формировалась в большей степени за счет ценового фактора. В целом период последних десяти лет характеризуется разнонаправленностью сложившихся условий торговли: ценовые условия торговли улучшились на 17 процентных пунктов, в то время как условия внешней торговли товарами на базе индексов физического объема (валовые) ухудшились на 21 п.п.

В товарной структуре экспорта возрастает зависимость от экспорта минерально-сырьевых ресурсов, продукции химической промышленности и продовольствия при снижении доли продукции машиностроения, оборудования, транспортных средств, металлов. Опережающими темпами рос экспорт продовольствия и прочих промежуточных товаров.

Низкая обеспеченность внутренними топливно-сырьевыми ресурсами белорусской экономики обуславливает доминирование в товарной структуре импорта промежуточных товаров, удельный вес которых составляет около 70%. Опережающими

темпами рос потребительский импорт и в большей степени непродуктивный, что отражает снижение конкурентоспособности отечественных товаров на внутреннем рынке, а также импорт товаров инвестиционного назначения, что объясняется проведением последовательной модернизации производств.

Наиболее эффективными с позиций условий торговли (ценовых и валовых), динамики развития, опережения темпов роста, а также уровня сбалансированности явились экспортно-импортные потоки по группе продовольственные товары и прочие промежуточные; менее эффективными – инвестиционного назначения и энергетические; наименее эффективными – непродовольственные товары.

Декомпозиция темпов прироста стоимостного объема экспорта показывает, что основной рост экспорта был обеспечен ростом поставок традиционных товаров на уже освоенные рынки, в то время как вклад в рост экспорта новых товаров на прежние рынки и традиционных товаров на новые рынки был незначителен.

Негативная оценка состояния внешней торговли Беларуси заключается в том, что, как товарная, так и географическая ее структура недостаточно диверсифицированы, и за последние десять лет существенных изменений в улучшении индексов диверсификации не произошло, что указывает на сохранение зависимости от мировой конъюнктуры сырьевых товаров и уязвимости страны к шокам в странах-основных торговых партнерах.

Изменения в динамике и структуре внешней торговле Беларуси обусловлены в основном колебаниями мировых цен на сырьевые товары (нефть, калийные удобрения) и изменениями внешнего спроса на белорусскую продукцию, прежде всего со стороны российского рынка. Таким образом, внешнеэкономическая конъюнктура остается главным фактором влияния на экспортно-импортную динамику нашей страны. Вместе с тем особое значение приобрели финансово-экономические факторы: девальвация курсов национальных валют стран, являющихся важнейшими торговыми партнерами Беларуси, кредитные ограничения на международных финансовых рынках, высокая волатильность сырьевых и товарных рынков.

В целом, для развития мировой торговли на современном этапе характерна малая динамичность. Умеренный рост торговли в основном отражает улучшение торговли Север – Север, и лишь незначительное позитивное влияние на экспорт из развивающихся в развитые страны. Следует подчеркнуть, что в последние годы не наблюдается опережающего роста торговли по сравнению с мировым ВВП, тогда как, начиная с 90-х годов торговля развивалась, вдвое быстрее, чем мировая экономика. Долговременная тенденция прервалась не только под действием конъюнктурных факторов, но и вследствие структурных сдвигов в мировой экономике, изменений в товарной структуре торговли и распространения скрытого протекционизма.

Важнейшая мировая тенденция последних лет – это значительное снижение цен практически на все сырьевые товары. Большинство экспертов прогнозируют сохранение данной тенденции и в последующие годы, и даже если будет иметь место некоторое повышение цен на сырьевые ресурсы, то речь идет скорее о незначительном восстановлении уровня цен первой половины 2010-х годов.

По данным, приведенным в докладе Всемирного банка «Global commodity markets: review and price forecast», ожидается уменьшение цен практически на все основные сырьевые ресурсы, причем прогноз значительно ухудшен. Основной причиной эксперты называют относительное замедление экономического роста в Китае, который раньше был главным потребителем сырья.

Специалисты Всемирного банка прогнозируют снижение цен и на сельскохозяйственную продукцию, связывая это с высоким уровнем предложения на фоне низкого спроса.

Подобный прогноз высказывают и аналитики ОЭСР и ФАО. В совместном докладе ФАО и ОЭСР «Сельскохозяйственный прогноз на 2015–2024 гг.» говорится, что



в связи с ростом производительности, высокой урожайностью и замедлением роста мирового спроса реальные цены на сельскохозяйственную продукцию в течение предстоящего десятилетия должны постепенно снижаться, однако, вероятнее всего, их уровень будет выше, чем в начале 2000-х годов. Снижению цен на продовольствие будет способствовать и падение цен на нефть, в связи со снижением затрат на энергоносители и удобрения и устранением стимулов к производству биотоплива первого поколения, которое производится из продовольственных культур.

Торговля сельскохозяйственной продукцией в следующем десятилетии будет расти медленнее, а ее доля в мировом производстве и потреблении существенно не изменится. Прогнозируется дальнейшая концентрация экспорта сырьевых сельскохозяйственных товаров вокруг нескольких стран-экспортеров, при этом число стран-импортеров будет расти.

Невысокие темпы роста мировой экономики и экономик основных партнеров Беларуси по внешнеторговым связям вместе с общим усилением конкуренции во всех сферах хозяйственной деятельности могут в значительной степени сказаться на объеме экспортных поставок республики в среднесрочной перспективе.

Новые возможности для укрепления позиций на российском рынке, открывшиеся перед Республикой Беларусь с формированием Евразийского экономического союза, могут быть в значительной степени нивелированы усилением конкуренции на данном рынке вследствие присоединения России к ВТО и активной государственной поддержки создания импортозамещающих производств.

Ввиду усиления роли человеческого капитала и все большей зависимости эффективности инновационной экономики от профессионализма кадров, серьезно возрастают требования к образовательной системе республики, которая на данный момент не в полной мере справляется с поставленными перед ней задачами. Кроме того, не теряют свою актуальность и такие проблемы, как низкий уровень затрат на НИОКР и слабая взаимосвязь науки и бизнеса, характерные для Беларуси в настоящее время.

Сокращение численности и низкий уровень воспроизводства населения в Республике Беларусь в перспективе усугубит ситуацию с нехваткой кадров, прежде всего в сельскохозяйственных районах.

Ускорение структурных и технологических сдвигов в мировом хозяйстве, увеличивающее отрыв группы наиболее успешно развивающихся государств от остального мира, повышает риски консервации традиционной модели участия Беларуси в международном разделении труда.

Усиление борьбы ведущих держав за доступ к сырьевым ресурсам ведет к повышению конфликтности в системе мирового хозяйства и дестабилизирует товарные рынки, что формирует жесткие вызовы для Беларуси как страны с высокой степенью открытости экономики. Сложившаяся высокая зависимость Республики Беларусь от экспорта узкой группы товаров делает экономику страны уязвимой в отношении негативного воздействия внешних факторов.

Одним из важнейших факторов развития экспорта в мире является его протекционизм. Более чем в 100 странах мира созданы и функционируют специализированные государственные, полугосударственные и негосударственные институты, уполномоченные оказывать финансовую и нефинансовую поддержку экспортерам. В развитых странах данная поддержка давно является важнейшей составной частью внешнеэкономической политики и включает в себя широкий набор механизмов и инструментов.

По данным ОЭСР на финансирование экспорта 20 развитых стран-членов этой организации расходуют в среднем сумму, составляющую 0,35% от их ВВП, а объем экспортного финансирования в странах ОЭСР постоянно растет, что связано с продолжающейся нестабильностью мировой экономики и сложностями экономического развития.

Кредитование и страхование экспорта осуществляется странами через специальные экспортные кредитные агентства, которые могут создаваться в форме как государственных, так и частных компаний. Однако даже полностью частные экспортно-кредитные агентства осуществляют поддержку экспортеров с использованием государственных источников финансирования и под государственным контролем. Такие организации обычно оказывают весь спектр услуг предприятиям-экспортерам и являются финансовыми агентами правительств, уполномоченными предоставлять государственные гарантии по выполнению экспортных контрактов. Их задача состоит в финансировании особо крупных и рискованных экспортных контрактов, которые не могут реализовать коммерческие банки из-за трудностей оценки рисков в длительном временном промежутке и нехватки долгосрочных ресурсов.

В системах поддержки экспорта зарубежных стран в качестве приоритетного направления выделяются вопросы содействия малому и среднему бизнесу, прежде всего инновационным предприятиям, поставляющим на внешние рынки продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Существующая на данный момент система поддержки экспорта в Республике Беларусь является дееспособной, но в недостаточной степени эффективной. Среди основных ее недостатков можно выделить высокую степень бюрократизации процесса получения поддержки (как следствие длительный срок согласования) и ориентацию на ее получение крупными государственными предприятиями, которые нередко используют данный ресурс не для увеличения своих экспортных поставок, а для поддержания текущей деятельности.

Поддержка при экспорте должна быть оказана в первую очередь тем производителям, независимо от формы собственности, которые выпускают перспективную и конкурентоспособную продукцию с высокой добавленной стоимостью и степенью локализации, но которым не хватает финансовых средств для расширения своих рынков сбыта. В этой связи, при ограниченных ресурсах, которые можно направить на финансовую поддержку экспорта, целесообразно ввести критерии получения такой поддержки, включающие степень локализации продукции, на экспортную поставку которой заключен контракт, уровень добавленной стоимости при ее производстве и рентабельность продаж.

Детальный анализ выдачи экспортных кредитов с поддержкой государства показал, что установленный порядок параллельного рассмотрения документов государственными органами, страховой организацией и банком на практике не работает в полной мере и установленные сроки принятия решений затягиваются.

Также к значимым недостаткам существующей в Беларуси системы поддержки экспорта можно отнести тот факт, что она практически не охватывает малый и средний бизнес, большинство предприятий которого испытывает сложности с доступом к кредитованию и страхованию экспортных операций.

Это происходит, помимо прочих причин и потому, что процедура получения поддержки сопряжена с подготовкой множества документов, и, соответственно, с высокими трудовыми и организационными издержками. В этой связи очень важно сформировать эффективную систему информирования субъектов МСП о действующей системе государственной поддержки экспорта, в том числе по участию в выставках и ярмарках.

Представляется целесообразным создание (возможно на принципах государственно-частного партнерства) единой структуры (агентства/корпорации/холдинга), ориентированной на поэтапное содействие экспортерам, в том числе из среды малого и среднего предпринимательства, не имеющего собственных маркетинговых служб.

Такое агентство должно работать на принципах «одного окна» для белорусского экспортоориентированного предприятия, с целью информационно-консультационного,

организационного, финансового сопровождения его экспорта. Данное агентство будет аккумулировать продукцию малых и средних предприятий, которые не всегда способны отправить свой товар на экспорт самостоятельно, и экспортировать ее крупными партиями в страны назначения.

Необходимо предусмотреть и обеспечить четкое функциональное взаимодействие агентства с действующими институтами поддержки экспорта – ОАО «Банк развития Республики Беларусь», ОАО «Промагролизинг», БРУПЭИС «Белэксимгарант», ИРУП «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен», БелТПП, ГУ «Национальное агентство инвестиций и приватизации», а также с объединениями промышленников и предпринимателей.

При определении принципов, на которых могла бы быть основана работа экспортного агентства, необходимо изначально учитывать необходимость его включения в качестве звена в общую систему поддержки экспорта в условиях углубления евразийской интеграции. Так, усилению позиций белорусской продукции на мировых товарных рынках будет способствовать разработка единых механизмов поддержки товаров союза, включающих возможность получения кредитной поддержки в любой из стран-участниц, создание совместных организационно-финансовых инструментов (союзных брендов и пр.), формирование единой товаропроводящей сети и сети сервисного обслуживания.

Стимулирование экспорта должно быть сфокусировано не только на таких классических формах содействия экспортерам, как страхование экспортных рисков, предоставление экспортных кредитов, налоговые льготы, но и направлено на устранение препятствий на пути развития бизнеса и ориентировано на имеющиеся у предприятий нужды, запросы и потребности в поддержке, в частности на доступ к информации о спросе на зарубежных рынках, новых технологиях, процедурах и требованиях сертификации, повышении качества менеджмента на микроуровне. Понимание механизмов воздействия данных стимулов также важно с точки зрения правильного определения форм государственной поддержки для различных целевых групп, поскольку предприятия могут по-разному на нее реагировать.

Например, малые и средние компании для начала и расширения экспортной деятельности нуждаются в мерах содействия отличных от тех, в которых заинтересованы крупные. Также, для компаний, которые находятся на стадии организации производства экспортной продукции, будет интересно проектное финансирование на длительные сроки, приобретение оборудования и транспорта в лизинг, инвестиционное кредитование. А для уже существующего экспортоориентированного бизнеса целесообразнее использовать торговое финансирование экспортных поставок.

В перечень основных функций данного Агентства целесообразно включить:

– консультирование, юридическая, техническая и логистическая помощь, информационные и коммуникационные расходы, связанные с выходом компании на мировой рынок;

– проведение маркетингового исследования, изучение перспективных рынков сбыта, предоставление информации и консультаций по торговой тематике (о товарных рынках и возможных конкурентах, страновые политические и экономические обзоры, тарифные ставки, принципы регулирования внешней торговли в различных странах);

– адресное содействие белорусским предприятиям в поиске и подборе иностранных партнеров, заключении контрактов, предоставление коммерческих справок и информации о зарубежных фирмах, проверка надежности иностранных партнеров;

– содействие (в случае необходимости) частному бизнесу в установлении контактов с правительственными организациями иностранных государств;

– помощь в участии предприятия в международной специализированной выставочной деятельности;

- помощь в изготовлении презентационных материалов, коммерческих переводов и рекламных буклетов;
- разработка маркетинговых и рекламных стратегий, развитие брендов белорусских товаров;
- «первое открытие дверей» для малых и средних предприятий с тем, чтобы они могли начать бизнес на зарубежном рынке;
- организация торговых визитов (официальные поездки за рубеж для бизнес-групп, которые включают в себя конкретные цели и программы, являются одними из самых эффективных инструментов для завязывания внешнеторговых отношений);
- помощь в открытии представительства за рубежом для изучения новых рынков, а также в получении доступа к существующей инфраструктуре за рубежом;
- организация обучающих мероприятий (конференций, форумов, семинаров) для национальных производителей по вопросам выхода на внешние рынки, условий работы на них, маркетингового позиционирования и продвижения продукции, юридического сопровождения ВЭД;
- проведение контактно-кооперационных бирж по коммерческим предложениям;
- предложение Правительству стратегий и мер по улучшению мероприятий поддержки бизнеса, национальных программ брендинга и инвестиций для развития промышленности и торговли;
- повышение квалификации персонала в сфере внешнеэкономической деятельности, организация специальных образовательных программ и передача опыта работы на рынках иностранных государств от одних компаний другим;
- оказание коллекторских услуг по возврату просроченной дебиторской задолженности, поддержка белорусских фирм в случаях истребования долга, если использование судебного пути невозможно.

Целесообразно использовать также эффективные решения из международного опыта поддержки экспортеров, например, внедрить на сайте [export.by](http://export.by) на бесплатной основе опцию оценки экспортной готовности предприятий, т.е. производитель может заполнить онлайн анкету, предоставляя информацию о характере своей деятельности, и получить оценку экспортного потенциала выпускаемой продукции, а также рекомендации по дальнейшим необходимым для выхода на внешние рынки шагам, включая использование предоставляемых платных сервисов (подобная практика применена в Сингапуре).

Кроме того, целесообразно разработать так называемый «экспортный гид», содержащий базовую информацию об организации поставок на экспорт, а также о механизмах международной торговли, который, безусловно, будет представлять практический интерес для белорусских экспортоориентированных предприятий.

Эффективной мерой поддержки экспорта становится использование технологий краудсорсинга, онлайн-опроса/анкетирования организаций-экспортеров на предмет их удовлетворенности действиями органов власти и качеством экспортных услуг.

Важным условием повышения эффективности внешней торговли Беларуси является создание действенной системы товаропроводящих сетей. Реализация продукции через собственную товаропроводящую сеть позволяет снизить количество необоснованных посредников, увеличить добавленную стоимость экспорта, рост прибыли от реализации продукции на экспорт, а также повысить конкурентоспособность продукции на зарубежных рынках.

Необходимо использовать современные приемы организации сбыта продукции и распределения, такие как прямая доставка, развитая сеть торговых представителей, оптово-логистическая сеть, транспортно-логистические центры, системы контроля запасов продукции и сервиса.

Создание эффективной товаропроводящей сети должно базироваться на

формировании национальной электронной товаропроводящей сети, предусматривающей единую унифицированную базу данных о товарах и услугах, информационную систему банка электронных паспортов товаров. Эффективным механизмом продвижения товаров к потребителям станет развитие биржевых методов торговли.

Несмотря на то, что товаропроводящая сеть отечественных производителей за рубежом в целом достаточно динамично развивается, существует ряд проблем в ее формировании и деятельности:

- забюрократизированность планирования и создания товаропроводящей сети;
- отсутствие четкой системы в подборе кадров для работы в субъектах товаропроводящей сети с белорусскими инвестициями;
- формальный подход со стороны министерств, концернов, облисполкомов и даже самих предприятий к контролю за деятельностью субъектов товаропроводящей сети;
- отсутствие эффективной ценовой стратегии и недостаточно активное использование современных форм расчетов за поставленный товар;
- проблемы с сервисным обслуживанием и обеспечением запасными частями экспортированной техники;
- нехватка логистических центров и консигнационных складов, приближенных к покупателю;
- низкая активность предприятий по формированию товаропроводящей сети на новых и перспективных рынках сбыта (Азия, Южная Америка, Африка);
- отсутствие (запоздалое оформление) сертификатов и технической документации на языке страны назначения, низкий уровень подготовки презентационных материалов и коммерческих предложений;
- слабая проработка логистических схем поставки продукции.

Для решения указанных проблем и повышения эффективности товаропроводящей сети в Беларуси необходимо:

- оптимизировать товаропроводящую сеть, ликвидировав неработающие субъекты;
- создать систему подбора, обучения и переподготовки кадров для работы в субъектах товаропроводящей сети, а также систему аттестации руководителей субъектов товаропроводящей сети;
- при создании субъектов товаропроводящей сети с белорусскими инвестициями, а также дилерских и дистрибьюторских структур в обязательном порядке предусматривать для указанных структур гарантированную возможность осуществления предпродажной подготовки, сервисного обслуживания и ремонта, а также наличие для этих целей соответствующей материальной базы, в том числе складов для запчастей и комплектующих;
- обеспечить субъектам малого и среднего предпринимательства свободный доступ к информации о перечне и контактных данных действующих субъектов товаропроводящей сети.

Кроме того необходимо ужесточение контроля качества белорусской экспортируемой продукции с формированием быстрой системы реагирования на возникающие в этой области проблемы, включая разветвленную систему сервиса. Вся экспортируемая продукция должна соответствовать европейским нормам и стандартам в области качества, так как гармонизация стандартов качества белорусской продукции с европейскими аналогами – первоочередное условие для ее доступа на рынки, как стран ЕС, так и других развитых стран.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Внешнеэкономическая стратегия Республики Беларусь: теоретические и практические аспекты / А.Е. Дайнеко [и др.]; науч. ред. А.Е. Дайнеко, Т.С. Вергинская. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 302 с. – (Белорусская экономическая школа).

Vneshneekonomicheskaya strategiya Respubliki Belarus: teoreticheskie I prakticheskie aspekty / A.E. Daineko [I dr.]; nauch. Red. A.E. Daineko, T.S. Vertinskaya. – Minsk: Belaruskaya navuka, 2016. – 302 s. – (Belorusskaya ekonomicheskaya shkola).

2. Методические рекомендации по формированию механизма увеличения экспорта аграрной продукции на рынки стран Европейского союза / А.Е. Дайнеко [и др.]; под науч. ред. А.Е. Дайнеко; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2015. – 42 с.

Metodicheskie rekomendacii po formirovaniyu mehanizma uvelicheniya eksporta agrarnoi produkcii na rinki stran Evropeiskogo sojuza / A.E. Daineko [I dr.]; pod nauch. Red. A.E. Daineko; In-t ekonomiki NAN Belarusi. – Minsk: Pravo I ekonomika, 2015. – 42 s.

3. Прогнозирование и регулирование внешнеторговой деятельности Беларуси: избранные научные труды / А.Е. Дайнеко; Институт экономики НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2014. – 636 с.

Prognozirovanie I regulirovanie vneshnetorgovoi dejatel'nosti Belarusi: izbrannie nauchnie trudi / A.E. Daineko; Institut ekonomiki NAN Belarusi. – Minsk: Pravo I ekonomika, 2014. – 636 s.

4. Национальная программа развития экспорта Республики Беларусь на 2011-2015 годы / Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 23 мая 2011 г., №656 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/webnpa/text.asp?RN=C21100656#Заг\\_Утв\\_1р](http://www.pravo.by/webnpa/text.asp?RN=C21100656#Заг_Утв_1р). – Дата доступа: 18.01.2017.

Nacional'naya programma razvitiya eksporta Respubliki Belarus na 2011-2015 godi / Utverjdjena postanovleniem Soveta Ministrov Respubliki Belarus, 23 maya 2011 g., №656 [Elektronnii resurs] – Rejim dostupa: [http://www.pravo.by/webnpa/text.asp?RN=C21100656#Заг\\_Утв\\_1р](http://www.pravo.by/webnpa/text.asp?RN=C21100656#Заг_Утв_1р). – Data dostupa: 18.01.2017.

5. Платежный баланс Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Портал Национального банка Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/BalPay/Indicators6/Annual/>. – Дата доступа: 26.01.2017.

Platejnii balans Respubliki Belarus [Elektronnii resurs] // Portal Nacionalnogo banka Respubliki Belarus. – Rejim dostupa: <http://www.nbrb.by/statistics/BalPay/Indicators6/Annual/>. – Data dostupa: 26.01.2017.

6. Trade and development report (UNCTAD) – 2015 [Электронный ресурс] // Портал ЮНКТАД. – Режим доступа: [http://www.unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdr2015\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdr2015_en.pdf). – Дата доступа: 25.01.2017.

Trade and development report (UNCTAD) – 2015 [Elektronnii resurs] // Portal UNCTAD. – Rejim dostupa: [http://www.unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdr2015\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdr2015_en.pdf). – Data dostupa: 25.01.2017.

---

# БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.33/146.33(047.31)(476)

Поступила в редакцию 7 апреля 2017 года

*Н.Н. Фурик, к.т.н., Н.К. Жабанос, к.т.н., О.С. Головач, Е.Л. Брель  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

---

## ЗАМОРОЖЕННЫЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ЗАКВАСКИ ДЛЯ СЫРОВ РОССИЙСКОЙ ГРУППЫ: ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЫРОВ

---

*N. Furik, N. Zhabanos, O. Golovach, E. Brel  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### FROZEN CONCENTRATED STARTED CULTURES FOR CHEESES OF RUSSIAN GROUP: PRINCIPLES OF CREATION AND DETERMINATION OF PARAMETERS OF USE IN THE PRODUCTION OF CHEESES

*e-mail: furik\_nn@tut.by, nzhabanos@tut.by, GOS\_82@tut.by, kat-1992@mail.ru*

*В статье проведен анализ изменения активной и титруемой кислотности комбинаций заквасок замороженных концентрированных *Lactococcus lactis* ssp., *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, обеспечивающих различные дозы их внесения в молочное сырье. На основании анализа результатов исследований определены комбинации микроорганизмов, их соотношение в закваске, оптимальные дозы внесения в молочное сырье и оптимальная температура культивирования.*

*The article analyzes the changes in active and titratable acidity of combinations of frozen concentrated starter cultures *Lactococcus lactis* ssp., *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, providing various doses of their application into milk raw materials. Based on the analysis of the results of studies of composite microorganisms, their ratio in the ferment, optimal doses of application in milk raw materials and the optimal temperature of cultivation were determined.*

**Ключевые слова:** сыр; закваска; титруемая кислотность; активная кислотность.

**Keywords:** cheese; starter culture; titratable acidity; active acidity.

**Введение.** Особое место среди продуктов питания занимает сыр, как уникальный конгломерат ценнейших компонентов молока.

В последнее время значительно расширился и ассортиментный перечень сыров, появились новые технологии, совершенствуются традиционные. Одной из распространенных групп сыров являются сыры с низкой температурой второго нагревания. Часто при производстве сыров необходимо обеспечить повышенный уровень нарастания активной кислотности в ходе технологического процесса. Характерной особенностью заквасочной микрофлоры, используемой при такой технологии производства сыра, является использование комплекса термофильных и мезофильных микроорганизмов, обеспечивающих повышенный уровень нарастания активной кислотности в ходе технологического процесса.

Применение бактериальных заквасок прямого внесения накладывает отличительные особенности на характер протекания микробиологических процессов, как на стадии выработки сыра, так и при его созревании. Клетки микроорганизмов заквасок, на момент их внесения в молоко, находятся в анабиотическом состоянии и, попадая в молочную среду, у них наблюдается стадия адаптации. Если не проводить разбавление сыворотки водой, в дальнейшем на стадии прессования, начинается интенсивное развитие

заквасочной микрофлоры, которое не прекращается и при посолке сыра, несмотря на неблагоприятные для нее условия жизнедеятельности. Данный процесс продолжается до полного сбраживания лактозы. В то же время разбавление сыворотки водой на стадии варки сыра, снижая уровень молочного сахара, в том числе и сырном зерне, в конечном счете, положительно отражается на характере протекания микробиологических процессов и качестве сыров [5].

Сыры с ускоренным сроком созревания можно получать при использовании заквасок определенного состава и регулировании технологических параметров производства сыра [6]. Так, использование бактериальных заквасок, включающих штаммы молочнокислых лактококков (стрептококков) с высокой липазной и слабой фосфолитической активностями, способствуют улучшению органолептических показателей сыров [7]. Отмечается, что такая микрофлора, одновременно с активизацией процессов гидролиза триацилглицеридов и накоплением продуктов их ферментации, усиливает протеолитические процессы. Использование термофильных молочнокислых палочек активизирует процесс гидролиза белка в созревающем сыре [8].

Интенсивность и направленность процессов, протекающих в процессе изготовления и оборота сыров, во многом зависят от микробного консорциума заквасок: группового, видового и штаммового состава, физиолого-биохимических и биотехнологических свойств культур, их численности, соотношения и активности, адекватности реакции на используемые в производстве технологические режимы. Комплексные научные исследования, направленные на совершенствование состава и свойств микрофлоры бактериальных заквасок для сыроделия, ведутся во всем мире [4]. При создании поливидовых замороженных заквасок необходимо учитывать не только свойства исходных штаммов микроорганизмов, но и специфичность свойств моновидовых замороженных заквасок, полученных на их основе и используемых для поливидовой закваски.

**Цель исследований** – разработка технологии закваски замороженной концентрированной с использованием комплекса термофильных и мезофильных микроорганизмов, обеспечивающих повышенный уровень нарастания активной кислотности в ходе технологического процесса изготовления полутвердых сычужных сыров.

#### **Материалы и методы исследований.**

##### **Молокосвертывающий препарат «Maxibel» (100% химозин).**

Расчетное количество ферментного препарата растворяют в пастеризованной (при температуре не ниже 85°C) и охлажденной до температуры (32±1)°C воде 1:1 из расчета 5 мл препарата на 100 л молока.

*Закваски замороженные концентрированные культур:*

*Lactococcus lactis* ssp. (партия 141-3),

*Streptococcus thermophilus* (партия 179-3) (ТУ 100377914.552, ТИ 100098867.381),

*Lactobacillus helveticus* (партия 207-3),

*Lactobacillus rhamnosus* (партия 181-3),

*Lactobacillus bulgaricus* (партия 126-3) (ТУ 100098867.274, ТИ 100098867.281).

Определение значения pH по ГОСТ 26781.

Титруемая кислотность молока определяется по ГОСТ 3624.

##### **Определение кислотообразующей активности (АК).**

Кислотообразующую активность определяют путем вычисления прироста титруемой кислотности в пастеризованном цельном молоке, при (32±1)°C, по разности между кислотностью через 3 часа культивирования и исходной.

Величину прироста значения титруемой кислотности определяют по формуле (1):



$$\Delta T^{\circ} = T_t^{\circ} - T_0^{\circ}, \quad (1)$$

где  $\Delta T^{\circ}$  – прирост титруемой кислотности, °Т;

$T_0^{\circ}$  – титруемая кислотность молока, °Т;

$T_t^{\circ}$  – титруемая кислотность молока после выдержки заквашенного молока в течение определенного времени, °Т.

#### **Определение прироста активной кислотности.**

Прирост активной кислотности определяется в пастеризованном цельном молоке, заквашенном при  $(32 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , и является разностью между активной кислотностью при выдержке заквашенного молока определенное время и исходной.

Величину прироста титруемой кислотности определяют по формуле (2):

$$\Delta pH = pH_t - pH_0, \quad (2)$$

где  $\Delta pH$  – прирост активной кислотности, ед.;

$pH_0$  – активная кислотность молока, ед.;

$pH_t$  – титруемая кислотность молока после выдержки заквашенного молока в течение определенного времени, ед.

#### **Определение активности кислотообразования при комбинированном температурном режиме (АК-КТ).**

В молоко, с молокосвертывающим препаратом вносят расчетную дозу инокулята, выдерживают при  $(32 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  в течение  $(1,5 \pm 0,2)$  ч, затем подогревают в течение  $(12 \pm 3)$  мин на водяной бане до  $(42 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  и выдерживают при данной температуре в течение  $(1,5 \pm 0,2)$  ч, после чего выдерживают в течение  $(4,5 \pm 0,5)$  ч при естественном охлаждении до температуры  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , после чего инкубируют в течение 7 суток при  $(10 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ .

Титруемую кислотность и значения рН молока определяют после внесения инокулята, через  $(1,5 \pm 0,2)$  ч выдержки при  $(32 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , после выдержки при  $(42 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , перед и после инкубирования при  $(10 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ .

#### **Определение значения активной кислотности (рН) с помощью системы для контроля ферментации iCinas, АМС France.**

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

**Результаты и их обсуждение.** Для работ по созданию закваски замороженной концентрированной для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса использовались замороженные концентрированные закваски, выработанные на опытном технологическом производстве РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с использованием микроорганизмов: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, отвечающих требованиям критериев отбора культур в состав поливидовых консорциумов микроорганизмов [4].

Изучено изменение активной и титруемой кислотности комбинаций вариантов разрабатываемой поливидовой замороженной закваски для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса. Варианты поливидовой закваски составлялись из компонентов (моновидовых замороженных заквасок), смешанных в соотношениях,

обеспечивающих различные дозы внесения микроорганизмов разных видов в молочное сырье. Результаты работы представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1 – Кислотообразующая активность комбинаций закваски замороженной концентрированной для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса в зависимости от содержания лактококков

№ комбинации закваски	Наименование закваски замороженной концентрированной	Количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, КОЕ/Е.А.	$\Delta pH_{2,5ч}$ , ед.	$AK_{3ч}$ , °Т	$\Delta pH_{5ч}$ , ед.	$\Delta pH_{6ч}$ , ед.
1.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$7 \cdot 10^{11}$	0,10	4	0,69	0,98
	<i>Str. thermophilus</i>	$5 \cdot 10^{10}$				
2.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$9 \cdot 10^{11}$	0,10	4	0,78	1,06
	<i>Str. thermophilus</i>	$5 \cdot 10^{10}$				
3.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$1 \cdot 10^{12}$	0,17	4	0,89	1,12
	<i>Str. thermophilus</i>	$5 \cdot 10^{10}$				
4.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$3 \cdot 10^{12}$	0,23	6	0,99	1,35
	<i>Str. thermophilus</i>	$5 \cdot 10^{10}$				
5.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$5 \cdot 10^{12}$	0,35	9	1,16	1,54
	<i>Str. thermophilus</i>	$5 \cdot 10^{10}$				

Таблица 2 – Кислотообразующая активность комбинаций закваски замороженной концентрированной для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса в зависимости от содержания термофильного стрептококка

№ Комбинации закваски	Наименование закваски замороженной концентрированной	Количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, КОЕ/Е.А.	$\Delta pH_{2,5ч}$ , ед.	$AK_{3ч}$ , °Т	$\Delta pH_{5ч}$ , ед.	$\Delta pH_{6ч}$ , ед.
6.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$1 \cdot 10^{12}$	0,07	1	0,72	1,13
	<i>Str. thermophilus</i>	$1,5 \cdot 10^{11}$				
7.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$1 \cdot 10^{12}$	0,10	1	0,84	1,35
	<i>Str. thermophilus</i>	$2 \cdot 10^{11}$				
8.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	$1 \cdot 10^{12}$	0,14	2	0,93	1,44
	<i>Str. thermophilus</i>	$3 \cdot 10^{11}$				

По результатам работ установлено соотношение мезофильных и термофильных микроорганизмов при комбинации заквасок и количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, обеспечивающее оптимальную скорость нарастания активной кислотности: *Lactococcus lactis* ssp. не менее  $1 \cdot 10^{12}$  КОЕ/Е.А., *Str. thermophilus* не менее  $2 \cdot 10^{11}$  КОЕ/Е.А.

Одним из основных факторов, определяющих скорость изменения активной и титруемой кислотности в ходе технологического процесса производства сыров российской группы, является температура второго нагревание сырного зерна. Исследовано изменение активной и титруемой кислотности при ферментации молочного сырья при комбинированном температурном режиме, имитирующем изменение температуры во время технологического процесса изготовления сыра. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Изменение активной кислотности при ферментировании молочного сыря комбинациями закваски при использовании комбинированного температурного режима

№ комбинации закваски	Видовой состав компонента - закваски замороженной концентрированной	Количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, КОЕ/Е.А.	Культивирование при 32 °С			Культивирование при комбинированном температурном режиме		
			ΔpH <sub>2,5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>6ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>2,5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>6ч</sub> , ед.
9.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,07	0,72	1,13	0,11	1,11	1,33
	<i>Str. thermophilus</i>	1,5·10 <sup>11</sup>						
10.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,10	0,84	1,35	0,13	1,13	1,38
	<i>Str. thermophilus</i>	2·10 <sup>11</sup>						
11.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,14	0,93	1,44	0,13	1,44	1,48
	<i>Str. thermophilus</i>	3·10 <sup>11</sup>						

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что использование комбинированного температурного режима позволяет уточнить количество термофильного стрептококка в составе закваски.

При составлении комбинации поливидовой закваски замороженной концентрированной для сыров российской группы подобрано необходимое количество молочнокислых палочек. Проведены исследования по изучению влияния молочнокислых палочек в подобранных количествах на кислотообразующую активность поливидовой закваски при внесении в сырье. Молочнокислые палочки вносились в виде моновидовых замороженных концентрированных заквасок культур *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*. Результаты работы представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Кислотообразующая активность комбинаций закваски замороженной концентрированной для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса в зависимости от содержания лактобацилл

№ комбинации закваски	Наименование закваски замороженной концентрированной	Количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, КОЕ/Е.А.	ΔpH <sub>2,5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>5ч</sub> , ед.	ΔpH <sub>6ч</sub> , ед.
12.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,07	0,72	1,13
	<i>Str. thermophilus</i>	1,5·10 <sup>11</sup>			
13.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,07	0,74	1,16
	<i>Str. thermophilus</i>	1,5·10 <sup>11</sup>			
	<i>Lb. bulgaricus</i>	9·10 <sup>9</sup>			
14.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0,07	0,75	1,15
	<i>Str. thermophilus</i>	1,5·10 <sup>11</sup>			
	<i>Lb. rhamnosus</i>	9·10 <sup>9</sup>			

Таблица 5 – Сравнение кислотообразующей активности комбинаций закваски замороженной концентрированной для сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса при использовании комбинированного температурного режима при внесении лактобацилл и минимальном количестве термофильного стрептококка

№ комбинации закваски	Наименование закваски замороженной концентрированной	Количество клеток монокультуры в составе 1 Е.А. закваски, КОЕ/Е.А.	АК <sub>1,5ч</sub> , °Т	ΔрН <sub>1,5ч</sub> , ед.	АК <sub>3,25ч</sub> , °Т	ΔрН <sub>3,25ч</sub> , ед.	АК <sub>7,5ч</sub> , °Т	ΔрН <sub>7,5ч</sub> , ед.	ΔрН <sub>7сут</sub> , ед.
15.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0	0,05	2	0,31	32	1,56	2,11
	<i>Str. thermophilus</i>	5·10 <sup>10</sup>							
	<i>Lb. bulgaricus</i>	9·10 <sup>9</sup>							
16.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0	0,01	5	0,34	33	1,49	2,06
	<i>Str. thermophilus</i>	5·10 <sup>10</sup>							
	<i>Lb. rhamnosus</i>	9·10 <sup>9</sup>							
17.	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.	1·10 <sup>12</sup>	0	0,01	1	0,33	37	1,62	2,08
	<i>Str. thermophilus</i>	5·10 <sup>10</sup>							
	<i>Lb. helveticus</i>	9·10 <sup>9</sup>							

Установлено, что при ферментировании молочного сырья при температуре (32±1)°С добавление к комбинациям моновидовых замороженных концентрированных заквасок культур *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus helveticus* в расчетных количествах не оказывало существенного влияния на нарастание активной кислотности, однако полученные результаты при комбинированном режиме культивирования, максимально приближенном к технологическому процессу производства сыра, позволяют сделать вывод о том, что использование в составе закваски термофильных лактобацилл позволяет стимулировать процесс снижения активной кислотности (таблица 5).

На основании анализа результатов исследований определены комбинации микроорганизмов, их соотношение в закваске и оптимальное количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски:

1. Закваска замороженная концентрированная СЫР-7: закваска замороженная концентрированная *Lactococcus lactis* ssp. (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 1·10<sup>12</sup> КОЕ/Е.А.) + закваска замороженная концентрированная *Str. thermophilus* (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 2·10<sup>11</sup> КОЕ/Е.А.).

2. Закваска замороженная концентрированная СЫР-8: закваска замороженная концентрированная *Lactococcus lactis* ssp. (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 1·10<sup>12</sup> КОЕ/Е.А.) + закваска замороженная концентрированная *Str. thermophilus* (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 2·10<sup>11</sup> КОЕ/Е.А.) + закваска замороженная концентрированная *Lactobacillus bulgaricus* (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 9·10<sup>9</sup> КОЕ/Е.А.).

3. Закваска замороженная концентрированная СЫР-9: закваска замороженная концентрированная *Lactococcus lactis* ssp. (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 1·10<sup>12</sup> КОЕ/Е.А.) + закваска замороженная концентрированная *Str. thermophilus* (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 2·10<sup>11</sup> КОЕ/Е.А.) + закваска замороженная концентрированная *Lactobacillus rhamnosus* (количество клеток монокультур в составе 1 Е.А. закваски 9·10<sup>9</sup> КОЕ/Е.А.).

Учитывая температурные параметры технологического процесса изготовления сыров с повышенным уровнем молочнокислого брожения, для определения рекомендуемых условий применения замороженных заквасок изучен

процесс ферментации молочного сырья заквасками концентрированными замороженными для полутвердых сычужных сыров СЫР-7 и СЫР-8 с использованием системы iCinas, АМС France. Исследования проведены при температурах культивирования  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  и  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$ . Полученные результаты отражены на рисунках 1–2.

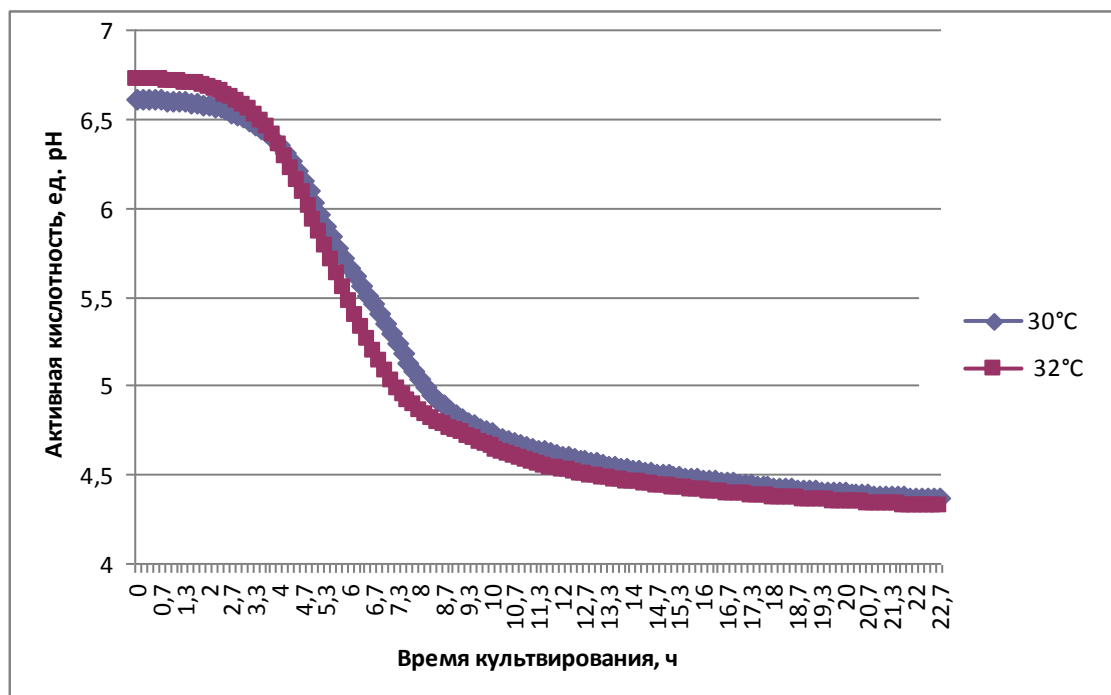


Рисунок 1– Изменение активной кислотности молока, при культивировании закваски замороженной концентрированной для полутвердых сычужных сыров СЫР-7 при различных температурах, ед. рН



Рисунок 2 – Изменение активной кислотности молока при культивировании закваски замороженной концентрированной для полутвердых сычужных сыров СЫР-8 при различных температурах, ед. рН

В течение первых 2,5 ч нарастание активной кислотности заквасок СЫР-7 и

СЫР-8 при культивировании на температуре  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  колебалось в пределах  $(0,02-0,06)$  ед., нарастание активной кислотности заквасок СЫР-7 и СЫР-8 при культивировании на температуре  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$  колебалось в пределах  $(0,06-0,09)$  ед. Через 5 ч от начала процесса самым низким приростом активной кислотности обладали закваски, которые культивировались при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  0,50 ед. и 0,58 ед. для заквасок СЫР-7 и СЫР-8 соответственно. Значение прироста активной кислотности при  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$  для закваски СЫР-7 через 5 часов от начала процесса составило 0,79 ед., для СЫР-8 – 0,71 ед. Изменение активной кислотности через 6 часов культивирования при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$  заквасок СЫР-7 и СЫР-8 составило 0,94 ед. и 0,87 ед. соответственно, для заквасок СЫР-7 и СЫР-8, которые культивировались при температуре  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$  – 1,25 ед. и 1,19 ед. соответственно.

Значение активной кислотности 5,3 ед. рН закваски СЫР-7 и СЫР-8, которые культивировались при  $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ , достигли за 7,2 ч и 7,3 ч соответственно, закваска СЫР-7 и СЫР-8, которые культивировались при  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$ , – за 6,3 ч и 6,5 ч.

Таким образом, оптимальной температурой культивирования изучаемых заквасок определена температура  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$ , поскольку данная температура способна обеспечить оптимальную скорость нарастания активной кислотности в молочном сырье за 6 часов.

Выработаны экспериментальные партии заквасок на основе разработанных соотношений, проведен анализ качественных характеристик и показателей безопасности этих партий. Результаты исследований положены в основу при разработке проектов ТНПА и технологической документации. Ассортимент и видовой состав разработанных заквасок представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Ассортимент и видовой состав заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров

Наименование закваски и ее условное буквенное обозначение	Состав микрофлоры закваски
Закваска замороженная концентрированная для полутвердых сычужных сыров СЫР-7	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Закваска замороженная концентрированная для полутвердых сычужных сыров СЫР -8	<i>Lactococcus lactis</i> ssp., <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
Закваска замороженная концентрированная для полутвердых сычужных сыров СЫР-9	<i>Lactococcus lactis</i> ssp., <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>

**Заключение.** Изучено изменение активной и титруемой кислотности комбинаций закваски замороженной концентрированной *Lactococcus lactis* ssp. и закваски замороженной концентрированной *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, обеспечивающих различные дозы их внесения в молочное сырье.

Использование комбинированного температурного режима позволило уточнить количество термофильного стрептококка в составе закваски.

Изучено влияние культур *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus helveticus* на кислотообразующую активность поливидовой закваски при внесении их в сырье в подобранных соотношениях.

На основании анализа результатов исследований определены комбинации микроорганизмов, их соотношение в закваске и оптимальные дозы внесения в молочное сырье.

С использованием системы iCinas, АМС France проведено исследование для установления оптимальной температуры культивирования заквасок.

Выработаны экспериментальные партии заквасок на основе отобранных консорциумов.

Разработан проект технологической инструкции по изготовлению заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров ТИ ВУ 100098867.439-2016, разработан проект технических условий ТУ ВУ 100098867.412-2016 на закваски замороженные концентрированные для полутвердых сычужных сыров.

### Список использованных источников

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.  
Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty / Pod red. S.A. Gudkova. – М.: DeLi print, 2003. – 800 s.
2. Fox, P.F. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology / Patrick F. Fox, Paul L.H. McSweeney, Timothy M. Cogan, Timothy P. // Guinee. – 2004. – № 1. – P.191–259.
3. Николаева, Е.А. Активные и пассивные методы борьбы с биоповреждениями сыров / Е.А. Николаева, А.А. Майоров // Переработка молока. – 2008. – №8. – С. 34–39.  
Nikolaeva, E.A. Aktivnyie i passivnyie metody bor'by s biopovrezhdenijami syrov / E.A. Nikolaeva, A.A. Majorov // Pererabotka moloka. – 2008. – №8. – S. 34–39.
4. Жабанос, Н.К. Поливидовые замороженные концентрированные закваски для сыров / Н.К. Жабанос, Н.Н. Фурик // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Вып. 10. – С. 80–85.  
Zhabanos, N.K. Polividovye zamorozhennyye koncentrirovannyye zakvaski dlja syrov / N.K. Zhabanos, N.N. Furik // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja: sb. nauch. tr. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A.V. Meleshhenja (gl. red.) [i dr.]. – Minsk, 2016. – Vyp. 10. – S. 80–85.
5. Шингарева, Т.И. Исследование характера протекания микробиологических процессов при выработке сыров типа Российского // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: Сборник научных трудов 2009 // РУП «Институт мясо-молочной промышленности» – 2010. – С.149–154.  
Shingareva, T.I. Issledovanie haraktera protekanija mikrobiologicheskikh processov pri vyrabotke syrov tipa Rossijskogo // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja: Sbornik nauchnyh trudov 2009 // RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti» – 2010. – S.149–154.
6. Королев, С.А. Основы технической микробиологии молочного дела / С.А. Королев. – Москва.: Пищевая промышленность, – 1974. – 334 с.  
Korolev, S.A. Osnovy tehnicheckoj mikrobiologii molochnogo dela / S.A. Korolev. – Moskva.: Pishhevaja promyshlennost', – 1974. – 334 s.
7. Уманский, М.С. Селективный липолиз в биотехнологии сыра / М.С. Уманский. – Барнаул: АГТУ, 2000. – 245 с.  
Umanskij, M.S. Selektivnyj lipoliz v biotehnologii syra / M.S. Umanskij. – Barnaul: AGTU, 2000. – 245 s.
8. Стурова, Ю.Г. Разработка технологии производства сыра с высоким уровнем молочнокислого процесса и ускоренным сроком созревания / Ю.Г. Стурова, М.П. Щетинин / Москва: Ползуновский Альманах. – №1. – 2005. – 105 с.  
Sturova, Ju.G. Razrabotka tehnologii proizvodstva syra s vysokim urovnem molochnokislogo processa i uskorennyim srokom sozrevanija / Ju.G. Sturova, M.P. Shhetinin / Moskva: Polzunovskij Al'manah. – №1. – 2005. – 105 s.

Е.Н. Бирюк, к. с-х. н., Н.Н. Фурик, к.т.н., С.Л. Василенко, к.б.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

## ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫЕ СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ РОДА *LEUCONOSTOC*

A. Biruk, N. Furik, S. Vasylenko  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

## THE PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND INDUSTRIALLY-VALUABLE PROPERTIES OF THE BACTERIA OF THE GENUS *LEUCONOSTOC*

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

Исследованы физиолого-биохимические и производственно-ценные свойства коллекционных культур лейконостоков. Изучен метаболизм углеводов производственных штаммов лейконостоков с применением стрип-тестов. Проведены исследования по определению скорости роста штаммов лейконостоков при различных температурных режимах, установлены оптимальная и пороговые температуры для их культивирования.

**Ключевые слова:** *Leuconostoc sp.*; предельная кислотность; активная кислотность; оптическая плотность; газообразование; антагонистическая активность; температура культивирования.

The physiological, biochemical and industrially-valuable properties of *Leuconostoc* were studied. The metabolism of carbohydrates of the collection strains of *Leuconostoc* was studied using strip tests. Studies to determine the growth rate of the collection strains of *Leuconostoc* under different temperature regimes were studied. The optimal and threshold temperatures of cultivation for the cultures of *Leuconostoc* were established.

**Keywords:** *Leuconostoc sp.*; limiting acidity; active acidity; optical density; gassing; antagonistic activity; temperature of cultivation.

**Введение.** Лейконостоки представляют интерес для сыроделия, так как обладают выраженной газообразующей способностью в молоке и сырах. Ряд штаммов лейконостоков обладая специфическими протеолитическими свойствами, могут уменьшать концентрацию пептидов и, как следствие, снижать выраженность горечи в сырах. Некоторые штаммы лейконостоков обладают антагонистической активностью по отношению к технически вредной и патогенной микрофлоре. Наиболее часто в сыре встречаются *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* и *Leuconostoc lactis* [1–3].

Бактерии рода *Leuconostoc* представители ароматообразующих микроорганизмов. Образование диацетила и ацетоина в заметных количествах наблюдается только у *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* и *Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum*.

Возможность взаимозамены лейконостоков и ароматообразующего лактококка обусловлена тем, что обе группы этих микроорганизмов образуют диацетил и CO<sub>2</sub>, т.е. относятся к газообразующей микрофлоре заквасок, однако диацетильный лактококк образует эти соединения только из цитратов, а лейконостоки из лактозы и цитратов. У диацетильного лактококка способность образовывать диацетил и CO<sub>2</sub> может быть утрачена, у лейконостоков она является стабильным свойством [4]. Кроме того, бактериофаги лейконостоков менее распространены на сыродельных заводах, чем бактериофаги диацетильного лактококка, следовательно закваски с лейконостоками более стабильно обеспечивают формирование рисунка в сыре [5].



В производстве сыров обычно используют *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*. От других видов и подвидов его отличает низкая метаболическая активность, повышенная чувствительность к внешним факторам и очень сложные питательные потребности, особенно в аминокислотах, отсутствие хотя бы одной из них делает рост его невозможным.

Согласно литературным данным, лейконостоки медленно развиваются в молоке, их предельная кислотность колеблется в пределах 40–80°Т. *Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum* является слабым кислотообразователем, свертывает молоко через 2–3 суток, а *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* медленно развивается и молоко не сквашивает, а его предельная кислотность не превышает 40–50 °Т.

Оптимальная температура роста для *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* и *Leuconostoc lactis* 22–26°С. Максимальная температура роста для сливочного лактококка 37°С. Температура второго нагревания, при выработке сычужных сыров составляет 40–41°С. Снижение температуры до 14°С – верхней границы созревания сыров с низкими температурами второго нагревания – уменьшает скорость роста лейконостоков по сравнению со скоростью роста при оптимальной температуре в 2,2–7,3 раза, при 10°С она снижается в 10 раз. Минимальная температура для роста лейконостоков зависит от штамма и при прочих оптимальных условиях равняется 4–10°С [2].

**Целью наших исследований** было изучение физиолого-биохимических и производственно-ценных свойств коллекционных штаммов рода *Leuconostoc*, а также изучение скорости роста лейконостоков при различных температурных режимах для установления оптимальной и пороговых температур их культивирования, и возможности использования исследованных штаммов в производстве заквасок для сыров с низкими температурами второго нагревания.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объектов исследования в работе использовали штаммы лейконостоков из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности»: 423 МН-ODG (*Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*), 412 МН-ODG (*Leuconostoc lactis*), 417 МН-ODG (*Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum*).

Исследование метаболизма углеводов коллекционных культур лейконостоков проводили с использованием стрип-систем производства BioMerieux (Франция).

При оценке производственно-ценных свойств исследуемых культур лейконостоки культивировали совместно с лактококками в соотношении 1:1.

Исследования по определению скорости роста штаммов лейконостоков проводили при следующих температурных режимах: 10±1°С, 15±1°С, 20±1°С, 25±1°С, 30±1°С, 34±1°С, 37±1°С, 40±1°С, 42±1°С.

Определение способности культур образовывать и разрушать горечь определяли по степени выраженности горечи в молоке с молокосвертывающим препаратом после 7-суточной выдержки исследуемой культуры при (30±1)°С.

**Результаты и их обсуждение.** Для исследования метаболизма углеводов лейконостоков, использовали стрип-систему API 50 CH (BioMerieux). Все исследуемые культуры были сходны по своим биохимическим профилям и ферментировали: D-галактозу, D-глюкозу, N-ацетил-глюкозамин, D-мальтозу и D-лактозу (таблица 1).

Интерпретацию полученных данных осуществляли при помощи специального программного обеспечения АТВ-plus. Все штаммы по результатам оценки биохимического профиля относятся к виду *Leu. mesenteroides*.

Так как лейконостоки являются слабыми кислотообразователями и молоко часто не свертывают, при исследовании органолептических показателей и характера молочного сгустка использовали в качестве основы молочный лактококк. При определении свертывающей активности вносили 5% инокулята в пастеризованное цельное молоко и выдерживали при 30°С до образования сгустка.

Таблица 1 – Способность лейконостоков к ферментации углеводов и их производных

тест	штаммы			тест	штаммы		
	423 МН-ODG	412 МН-ODG	417 МН-ODG		423 МН-ODG	412 МН-ODG	417 МН-ODG
Контроль	-	-	-	ESC	-	-	-
GLY	-	-	-	SAL	-	-	-
ERY	-	-	-	CEL	-	-	-
DARA	-	-	-	MAL	+	+	+
LARA	-	-	-	LAC	+	+	+
RIB	-	-	-	MEL	-	-	-
DXYL	-	-	-	SAC	-	-	-
LXYL	-	-	-	TRE	-	-	-
ADO	-	-	-	INU	-	-	-
MDX	+	+	+	MLZ	-	-	-
GAL	+	+	+	RAF	-	-	-
GLU	-	-	-	AMD	-	-	-
FRU	-	-	-	GLYG	-	-	-
MNE	-	-	-	XLT	-	-	-
SBE	-	-	-	GEN	-	-	-
RHA	-	-	-	TUR	-	-	-
DUL	-	-	-	LYX	-	-	-
INO	-	-	-	TAG	-	-	-
MAN	-	-	-	DFUC	-	-	-
SOR	-	-	-	LFUC	-	-	-
MDM	-	-	-	DARL	-	-	-
MDG	-	-	-	LARL	-	-	-
NAG	+	+	+	GNT	-	-	-
AMY	-	-	-	2KG	-	-	-
ARB	-	-	-	5KG	-	-	-

Согласно полученным результатам время образования молочного сгустка в варианте с основой составило 5 ч – 5 ч 40 мин. В варианте без основы два штамма 423 МН-ODG (*Leu. mesenteroides ssp. cremoris*), 412 МН-ODG (*Leu. lactis*) свертывали молоко за 28 ч, 417 МН-ODG (*Leu. mesenteroides ssp. dextranicum*) не сквасил молоко за 2 суток. Во всех вариантах образовавшийся молочный сгусток имел удовлетворительный внешний вид и кисломолочный запах. Наибольшее газообразование зарегистрировано у *Leu. 81 (Leuconostoc lactis)* – 3,0 см в варианте с основой и 1,0 см в варианте без основы. У остальных штаммов уровень газообразования не превышал 0,5 см.

Согласно литературным данным [5–7] *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* медленно развивается в молоке и не сквашивает его, так как предельная кислотность достигает только 40–50°Т. *Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum* предельную кислотность доводит до 70–80°Т.

При определении предельной кислотности коллекционных культур лейконостоков только один штамм - 412 МН-ODG (*Leuconostoc lactis*) свертывал молоко на 3 сутки и доводил предельную кислотность до 116–122°Т (на 7 сутки). Остальные штаммы не свертывали молоко по истечении 7 суток. Предельная кислотность достигала 40–46°Т для штамма 423 МН-ODG (*Leu. mesenteroides ssp. cremoris*), и 48–50°Т для штамма 412 МН-ODG (*Leu. mesenteroides ssp. dextranicum*).

Исследованные штаммы лейконостоков не обладают антагонистической активностью к БГКП, не образуют горечь в молоке с сычужным ферментом. При совместном культивировании с «горькими» лактококками штамм 412 МН-ODG (*Leu. mesenteroides ssp. dextranicum*) полностью нейтрализовал горький вкус.

Скорость роста бактерий определяли по нарастанию оптической плотности (ОП) и снижению уровня активной кислотности в процессе культивирования в среде МРС.

Для штаммов 417 МН-ODG и 412 МН-ODG зарегистрирована максимальная скорость увеличения оптической плотности при температуре  $30\pm 1^\circ\text{C}$ , а для штамма 423 МН-ODG при температуре  $34\pm 1^\circ\text{C}$ .

Наибольшее снижение уровня кислотности в процессе культивирования для штамма 423 МН-ODG отмечено при температуре  $34\pm 1^\circ\text{C}$ . Для штаммов 417 МН-ODG и 412 МН-ODG практически идентично снижалась активная кислотность при температурах культивирования  $30\pm 1^\circ\text{C}$  и  $34\pm 1^\circ\text{C}$ .

Температура  $42\pm 1^\circ\text{C}$  оказалась не благоприятной для роста и развития штаммов 423 МН-ODG и 417 МН-ODG. В тоже время, для штамма 412 МН-ODG зарегистрирован рост при температуре культивирования  $42\pm 1^\circ\text{C}$ .

Изучение скорости роста при температурах  $10$  и  $15^\circ\text{C}$  проводили в течение 8 суток. Температура  $10^\circ\text{C}$  применяется при созревании сыров с низкими температурами второго нагревания. Согласно литературным данным [5] лейконостоки способны размножаться при температуре  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ , однако интенсивность их роста при этих температурах в значительной степени зависит от штамма.

В течение первых суток культивирования при температуре  $10^\circ\text{C}$  отмечено незначительное снижение рН (на  $0,03\text{--}0,2$  ед.) у всех образцов. При температуре культивирования  $15^\circ\text{C}$  активная кислотность снизилась на  $0,3\text{--}0,4$  ед. рН. После пяти суток культивирования у всех образцов активная кислотность находилась в пределах  $4,1\text{--}4,7$  и дальнейшее ее снижение было незначительное (рисунок 1).

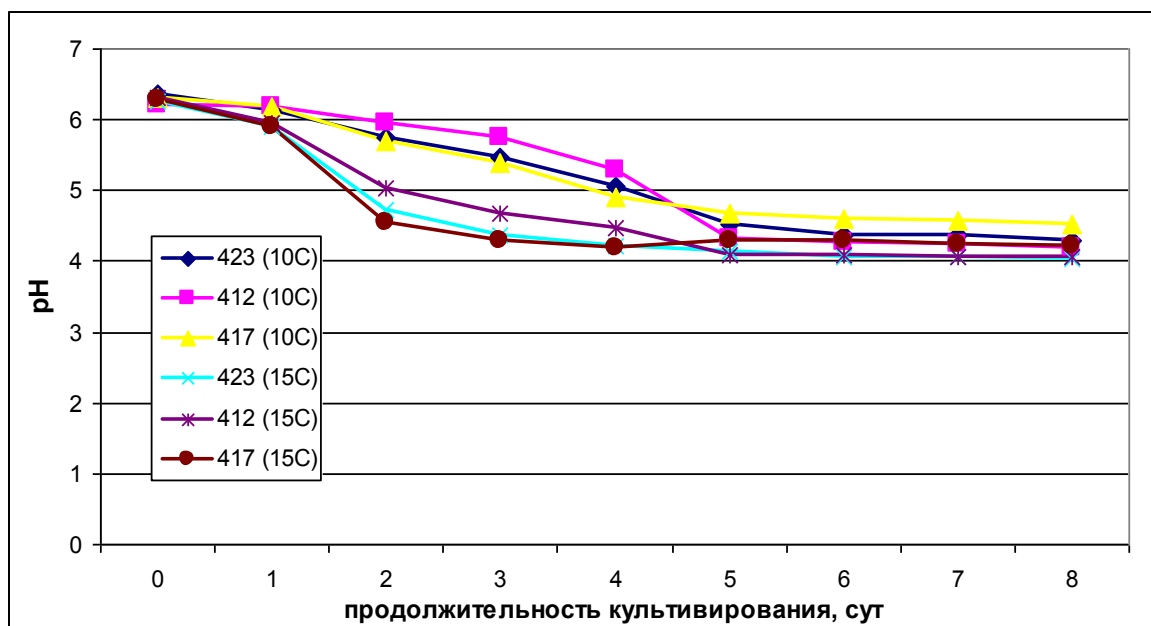


Рисунок 1 – Характеристика роста штаммов рода *Leuconostoc* на среде МРС при различных температурных режимах культивирования

Оптическая плотность увеличилась также незначительно в первые сутки культивирования: при температуре  $10^\circ\text{C}$  на  $0,01\text{--}0,03$  ед., при температуре  $15^\circ\text{C}$  на  $0,2\text{--}0,3$  ед. Увеличение продолжительности культивирования до 2 суток привело к значительному увеличению оптической плотности у всех образцов при температуре  $15^\circ\text{C}$ , тогда как при температуре  $10^\circ\text{C}$  оптическая плотность не превысила значение  $0,8$  ед. (рисунок 2).

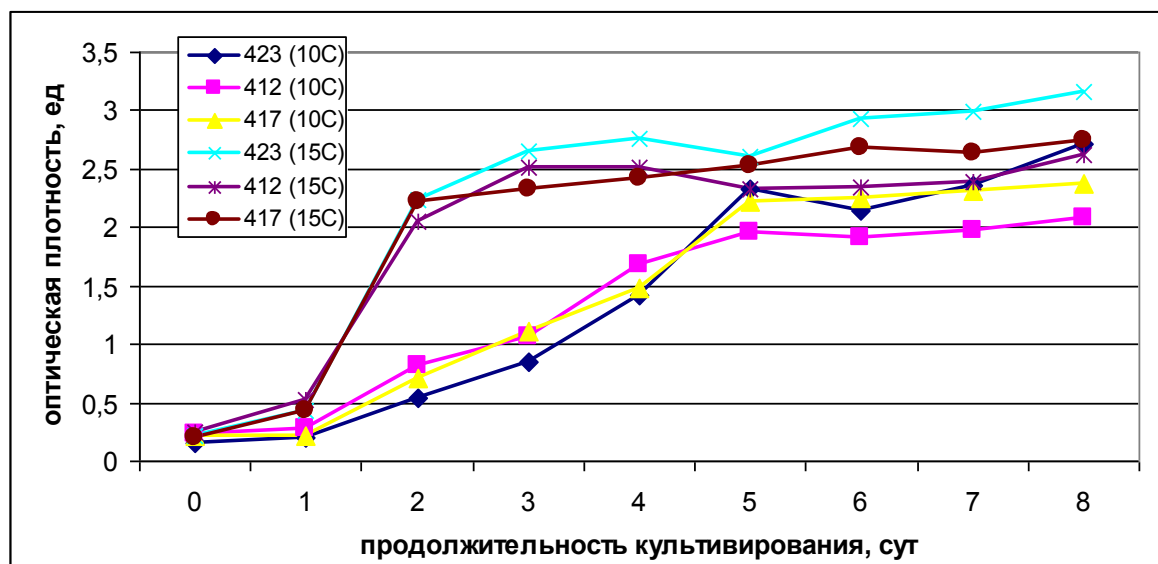


Рисунок 2 – Характеристика роста штаммов рода *Leuconostoc* при различных температурных режимах культивирования

При дальнейшем увеличении продолжительности культивирования отмечен рост оптической плотности у всех исследуемых штаммов. После 5 суток культивирования у всех штаммов оптическая плотность достигла 2 ед. Дальнейшее культивирование показало увеличение оптической плотности до 2,1–2,7 ед. И только у штамма 423 МН-ODG на 8 сутки культивирования оптическая плотность составила 3,16 ед.

**Заключение.** Исследованы физиолого-биохимические и производственно-ценные свойства коллекционных культур лейконостоков. Изучен метаболизм углеводов производственных штаммов лейконостоков с применением стрип-тестов.

Исследованные штаммы не обладают антагонистической активностью к БГКП, не образуют горечь в молоке с сычужным ферментом.

Проведены исследования по определению скорости роста штаммов лейконостоков при различных температурных режимах. Установлена оптимальная температура культивирования ( $34 \pm 1^\circ\text{C}$ ) для штамма 423 МН-ODG (*Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*), и ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ) для штаммов 412 МН-ODG (*Leuconostoc lactis*), 417 МН-ODG (*Leuconostoc mesenteroides ssp. dextranicum*).

Пороговыми температурами для штаммов 423 МН-ODG и 417 МН-ODG являются  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  и  $40 \pm 1^\circ\text{C}$ , а для штамма 412 МН-ODG –  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  и  $42 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### Список использованных источников

- Буянова, И.В. Требования к сырью и готовой продукции в сыроделии Алтайского края / И.В. Буянова, С.А. Дьяченко // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №4. – с.3–8.  
Bujanova, I.V. Trebovanija k syr'ju i gotovoj produkcii v syrodelii Altajskogo kraja [Requirements for raw materials and cheese products in cheesemaking of the Altai Territory]/ I.V. Bujanova, S.A. D'jachenko // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2013. – №4. – s.3–8.
- Kihal, M. Carbon dioxide production by *Leuconostoc mesenteroides* grown in single and mixed culture with *Lactococcus lactis* in skimmed milk / M. Kihal, H. Prevost, D.E. Henni, Z. Benmechernene, C. Divies // World Journal of Dairy and Food Sciences. – 2007. – № 2 (2). – P.62–68.
- Мирошникова, Е.П. Микробиология молока и молочных продуктов: эл. учебн. пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 135 с.  
Miroshnikova, E.P. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov [Microbiology of the milk and the milk products]: el. uchebn. posobie. – Orenburg: GOU OGU, 2005. – 135 s.
- Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов // Учебник для ВУЗов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковье», 1999. – 415 с.

---

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

5. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.

Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheesemaking: technological, biological and physico-chemical aspects] / Pod red. S.A. Gudkova. – М.: DeLi print, 2003. – 800 s.

6. Azadnia, P. Isolation and Identification of *Leuconostocs* from Traditional Yoghurt in Tribes of Kazerun / P. Azadnia, A. Babaki Khalegh Shah Ahmad Ghasemi M., Karimi Jashni M., M.H. Zamani, N. Taarof // Journ. of Animal and Veterinary Advances. – 2011. – № 10 (4). – P. 552–554.

7. Effects of Acetaldehyde on Growth, Substrates and Products by *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* // Biotechnol. Prog. – 1990. – №6. – P. 421–424.

*И.В. Кирик, С.Б. Борунова, С.Л. Василенко, к.б.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИЗУЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ БАКТЕРИОФАГОВ ЛАКТОКОККОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЛИЗАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ**

*I. Kirik, S. Borunova, S. Vasylenko, N. Furyk  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **THE LACTOCOCCAL BACTERIOPHAGES SURVIVABILITY STUDY IN STORAGE OF LYSATES THAT WERE OBTAINED IN DIFFERENT MEDIA**

*e-mail: inna.kirik.1990@mail.ru, vikalana@tut.by, vasylenko@tut.by, furik\_nn@tut.by*

*В статье проведен анализ сохранности лактококкофагов, относящихся к разным видам (из вида C2 – к разным внутривидовым группам), полученным на шести питательных средах и заложенным на хранение при температуре  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Определены наиболее оптимальные среды для хранения бактериофагов в данных условиях в течение 12 месяцев.*

*The article analyzes the survivability of different lactococcophages species (in species C2 belonging to different intraspecies groups) that were obtained in six nutrient media and were stored at a temperature of  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ . The most optimal media were determined for storage of bacteriophages in these conditions within 12 months.*

**Ключевые слова:** бактериофаги; молочнокислые бактерии; фаголизис; лизаты; питательные среды; концентрация фагов.

**Keywords:** bacteriophages; the lactic acid bacteria; phage lysis; lysates; nutrition media; phage concentration.

**Введение.** Лактофаги — вирусы бактерий рода *Lactococcus* — представляют собой весьма обширную и достаточно хорошо изученную группу вирулентных и умеренных фагов. Они вызывают неослабевающий интерес исследователей, прежде всего из-за экономических издержек, которые несут предприятия молочной промышленности в результате фаголизиса. Поскольку в производстве ферментированных молочных продуктов на территории Республики Беларусь чаще других используют молочнокислые бактерии, относящиеся к роду *Lactococcus*, то и фаги, вирулентные по отношению к данным бактериям, распространены на молочных комбинатах наиболее широко. По оценкам зарубежных коллег, до 2/3 всех процессов ферментации осуществляется молочнокислыми бактериями *Lactococcus lactis* [1], и именно лактофаги являются причиной большинства неудачных технологических процессов при выработке кисломолочных продуктов, как в нашей стране, так и за ее пределами [2–4].

Бактериофаги молочнокислых бактерий активно применяются производителями заквасок для селекции штаммов бактерий, устойчивых к вирусной инфекции. Для проведения эффективной селекционной работы создаются производственные коллекции бактериофагов. Одной из действенных профилактических мер, призванных ограничить экономические потери от фаголизиса при производстве кисломолочных продуктов, а также снизить риск контаминации готовой продукции патогенной микробиотой, является непрерывный фаговый мониторинг в каждой конкретной географической местности [3, 5].

Результативность фагового мониторинга зависит от эффективности используемых методов обнаружения лактофагов, их дифференциации и идентификации. Эти методы призваны обеспечить систематизацию всего многообразия выделенных фагов для

возможности своевременного выявления новых изолятов и получения по отношению к ним устойчивых штаммов заквасочных бактерий.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности» является единственным в Республике Беларусь изготовителем заквасок молочнокислых бактерий. В институте разработаны технологии изготовления различных видов одно- и многоштаммовых, моно- и поливидовых бактериальных заквасок. Для селекции фагоустойчивых штаммов в институте сформирована собственная коллекция бактериофагов молочнокислых бактерий, выделенных в Беларуси на молочных предприятиях с неблагоприятной фаговой ситуацией и из кисломолочной продукции, приобретенной в розничной торговле [6, 7].

При создании подобных депозитариев неизменно ставится вопрос о длительном хранении вирусов. Также важно в процессе выделения и особенно последующего хранения сохранить генетические и физиологические свойства полученных бактериофагов для наиболее достоверного выбора фагоустойчивых молочнокислых бактерий, входящих в состав заквасок. Длительное поддержание вирусов в коллекции необходимо также и для использования их при проведении научно-исследовательских работ.

В настоящее время исследований, касающихся непосредственно изучения максимальной длительности хранения фагов лактококков с поддержанием высокого титра и постоянства свойств, проведено не много. Все предлагаемые способы длительного хранения бактериофагов имеют определенные недостатки. К тому же универсального метода хранения вирусов не существует. Разные лактофаги могут переносить один и тот же способ хранения по-разному [8]. Возможно, это связано с различиями на генетическом уровне (разный вид лактофагов).

Таким образом, актуальной задачей является выбор оптимального способа длительного хранения для разных видов вирусов и изучение влияния различных факторов на увеличение выживаемости и сохранение свойств фагов при хранении выбранным способом.

**Целью исследований** являлось изучение сохранности бактериофагов в жидких лизатах, хранящихся в течение 12 месяцев при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  на различных средах.

#### **Материалы и методы исследований.**

В работе использовали четыре бактериофага лактококков – л2/1 (вид С2 группа 3), л23/1 (вид С2 группа 1), л40/1 (вид Р335), 16 (вид 936), а также индикаторные культуры лактококков из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Получение лизатов осуществляли в средах MRS [0], M17 [10], m-MRS [11], ПГС [6], ГО [12], ВОМ-10 [0]. Инкубирование культур осуществляли в термостате при  $30\pm 1^\circ\text{C}$ .

*Получение фаголизата на питательной среде.* В пробирку с  $(1,0\pm 0,01)$  см<sup>3</sup> жидкой питательной среды вносят бактериологической петлей индикаторную культуру и фаголизат, после чего выдерживают в течение  $(25\pm 5)$  мин. Затем  $0,3\text{--}0,5$  см<sup>3</sup> инфицированного бульона вносят в пробирку с 0,6% питательным агаром и засевают в чашки Петри методом агаровых слоев. При получении на чашке Петри сплошной зоны лизиса, в чашку добавляют  $5\text{--}7$  см<sup>3</sup> жидкой питательной среды и тщательно ресуспендируют верхний слой в добавленной среде. Полученный фаголизат очищают от бактериальных клеток и остатков агара путем центрифугирования при 5 тыс. об./мин в течение 30 мин.

#### *Определение количества жизнеспособных фаговых частиц.*

Для количественного определения содержания бактериофагов в полученном фаголизате готовят разведения лизата в стерильном физиологическом растворе.

В чашку Петри вносят  $20\pm 2$  мл расплавленной агаризованной плотной среды ГО и

высушивают в течение 1,5–2 ч. В 5 мл расплавленной 0,6% агаризованной среды ГО, охлажденной до  $47\pm 2^\circ\text{C}$ , вносят  $0,3\text{ см}^3$   $16\pm 2$  ч культуры индикаторного штамма и  $1\text{ см}^3$  исследуемой пробы фаголизата из соответствующего разведения. Содержимое пробирок круговыми движениями перемешивают, выливают на поверхность чашек Петри с нижним слоем застывшей среды и равномерно распределяют по поверхности. После застывания верхнего слоя чашки Петри переворачивают вниз крышками и инкубируют в термостате при  $30\pm 1^\circ\text{C}$  в течение  $16\pm 2$  ч.

Количество фагов в определенном объеме исследуемой пробы определяют по количеству образовавшихся негативных колоний, учитывая используемое разведение.

**Результаты и их обсуждение.** Несмотря на то, что наиболее оптимальным способом сохранения бактериофагов является их лиофильное высушивание, не всегда удобно использовать сухую форму фагов для проведения тестирования культур. Более оптимальным в плане удобства применения является использование жидких или замороженных лизатов, в которых вирусы находятся в высоком титре. В то же время известно что при хранении лизатов в жидкой форме при температуре  $2\text{--}8^\circ\text{C}$  происходит снижение количества вирулентных фагов, что может приводить к искажению результатов по определению фагоустойчивости заквасочных культур и их комбинаций.

Для проведения исследований по изучению сохранности лактофагов выбраны вирусы, относящиеся к разным видам, а из вида С2 – к разным внутривидовым группам [7]:

- вид Р335 – фаг л40/1;
- вид 936 – фаг 16;
- вид С2 группа 1 – фаг л23/1;
- вид С2 группа 3 – фаг л2/1.

Как было показано ранее, установлены факторы, оказывающие наиболее значительное влияние на сохранность бактериофагов: питательная среда, на которой получен лизат бактериофага, концентрация фагов в суспензии, скорость замораживания (медленная или быстрая заморозка); температура хранения фаголизатов; наличие или отсутствие протекторных веществ; состояние замораживаемого объекта: свободное или адсорбированное на стенках бактериальной клетки [14].

Для выполнения данного исследования использовали шесть питательных сред для получения лизатов: MRS, mod-MRS, ПГС, М-17, ГО, ВОМ-10. При получении лизатов на среде ВОМ-10 применяли метод совместного культивирования фага и индикаторной культуры с последующим отделением белка и получением готовых лизатов. На остальных средах накопление вирусов осуществляли с использованием метода агаровых слоев. Получено по 25 мл фаголизата каждого фага на шести исследуемых питательных средах (всего – 24 фаголизата), количество вирусных частиц в которых составило от  $4,45\times 10^7$  БОЕ/мл для фага л40/1, полученного на среде М17, до  $7,95\times 10^9$  БОЕ/мл для фага л2/1, полученного на среде ПГС (рисунки 1–6).

Все полученные лизаты разлили по 0,5 мл в стерильные пробирки типа «Эппендорф» и поместили на хранение в условиях холодильника при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  для последующего определения выживаемости фагов и сохранения ими вирулентных свойств.

Анализ выживаемости лактофагов и сохранения ими вирулентных свойств у лизатов, полученных на шести питательных средах, проводили через 6 и 12 месяцев хранения при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  (рисунки 1–6).



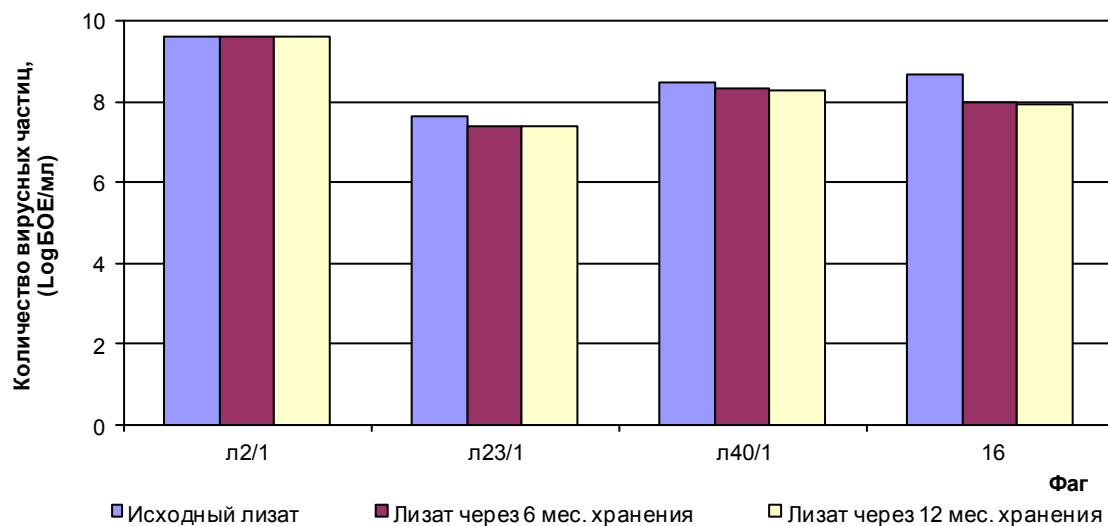


Рисунок 1 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде MRS, при хранении при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ , LogBOE/мл

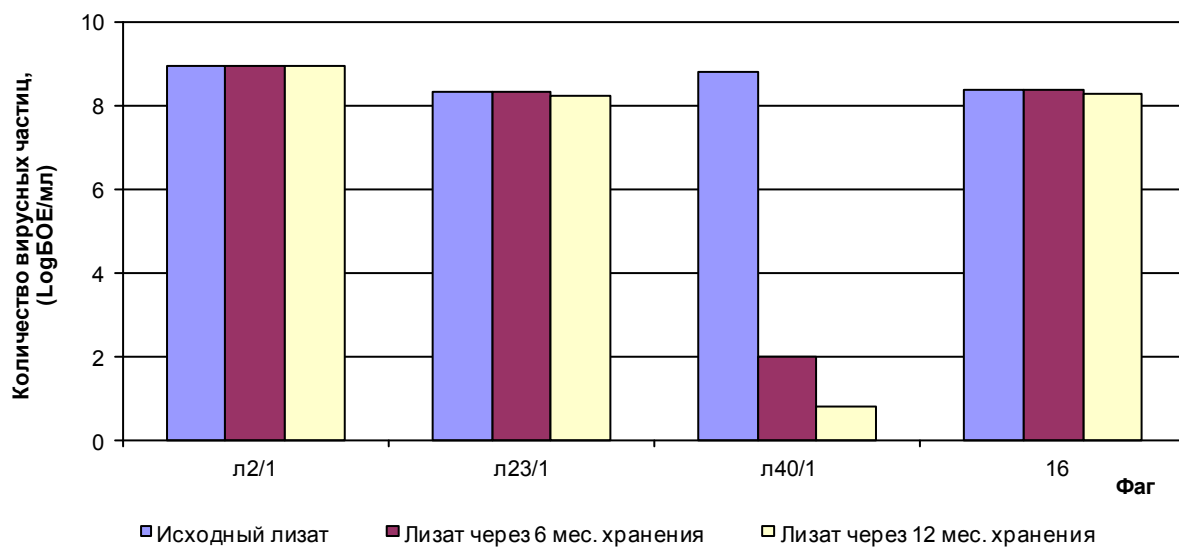


Рисунок 2 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде m-MRS, при хранении при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ , LogBOE/мл

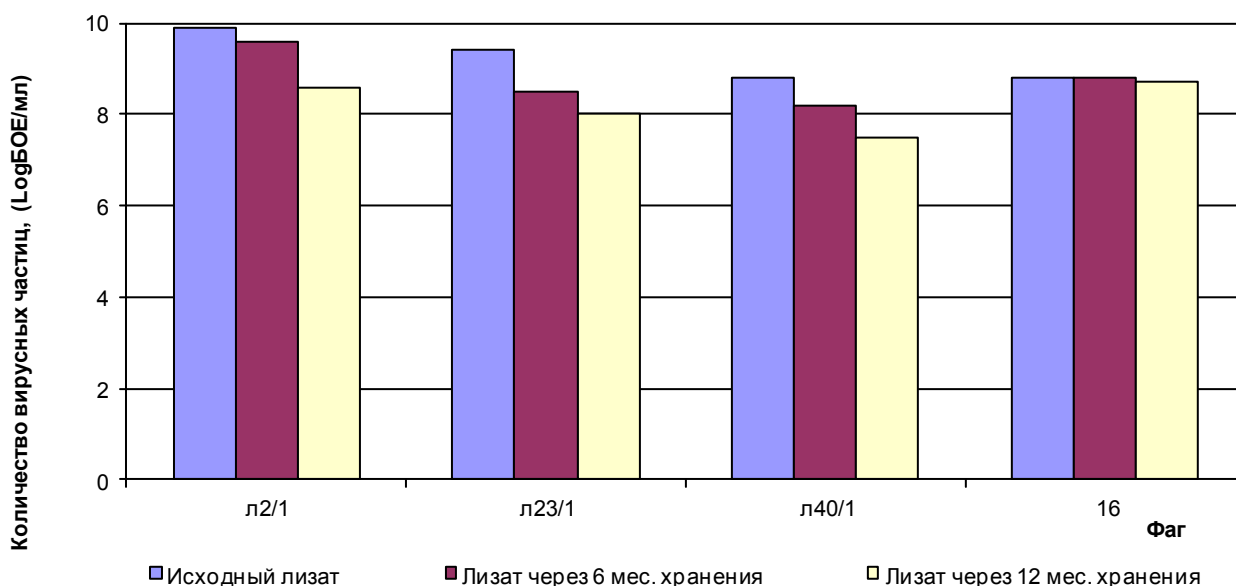


Рисунок 3 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде ПГС, при хранении при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ , LogBOE/мл

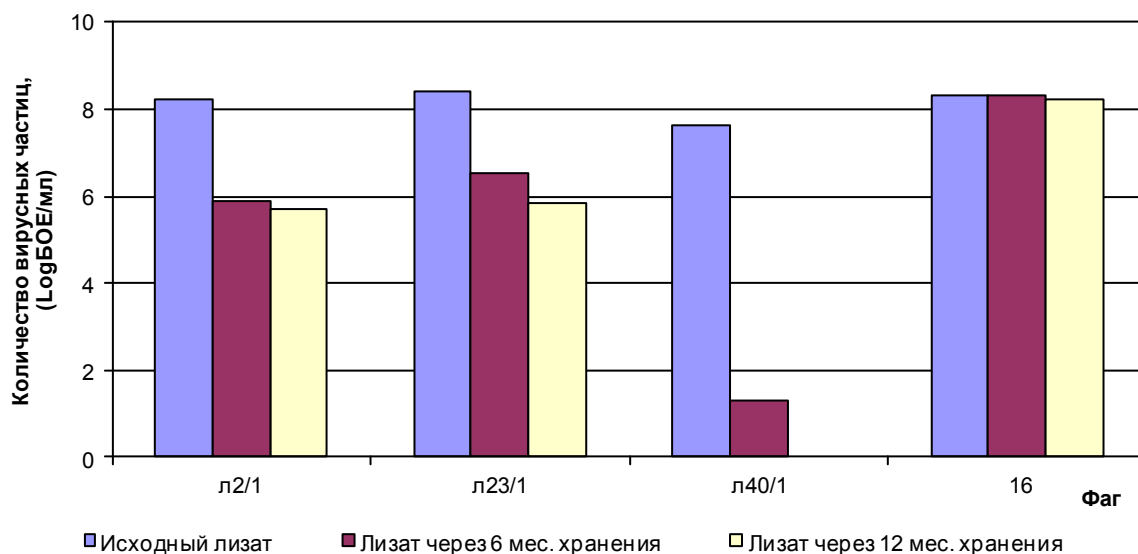


Рисунок 4 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде M17, при хранении при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ , LogBOE/мл

Как видно на рисунках 1–6, для получения лизатов лактококкофагов и последующего хранения при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  наиболее оптимальными являются среды MRS и ГО – именно на этих средах не произошло значительного снижения количества вирусных частиц в лизате – максимально количество вирусных частиц снизилось в 6 раз и в 16 для фага 16, соответственно, при хранении на средах MRS и ГО. Что касается остальных сред, то при их использовании количество вирусных частиц через 12 месяцев хранения снижается для некоторых фагов практически в 20–24 раза (при хранении на среде ПГС) или более раз (на среде BOM-10). На среде m-MRS три лизата бактериофагов полностью сохранили то количество вирусных частиц, которое

было заложено на хранение изначально, в то же время для бактериофага л40/1 регистрировали практически полную гибель. Аналогичную картину наблюдали и при использовании для накопления вирусов среды М17 – хранение фага л40/1 в ней привело к его полной гибели.

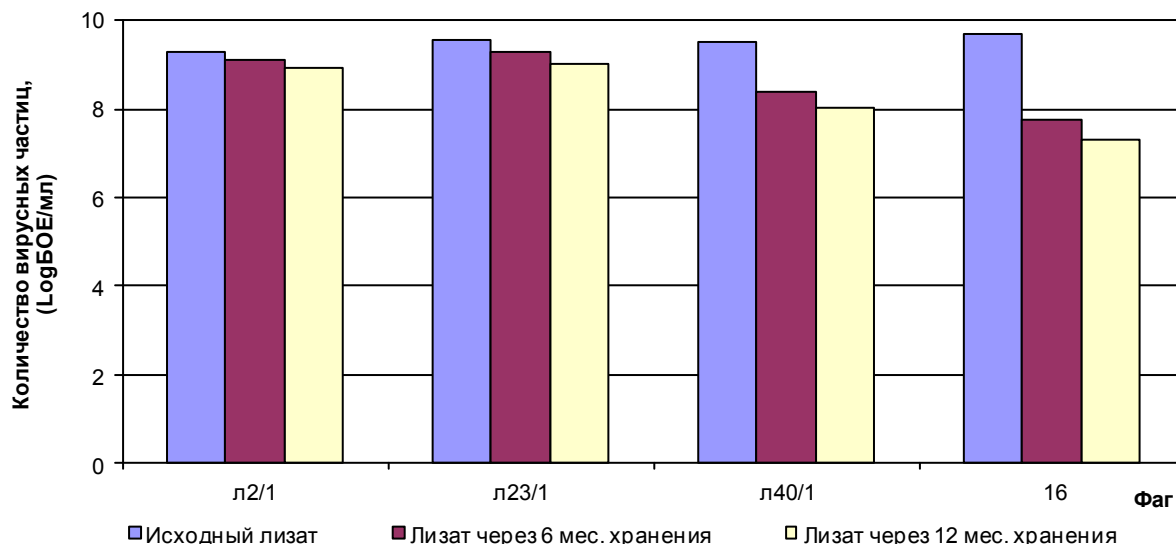


Рисунок 5 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде BOM-10, при хранении при температуре (4±2)°C, LogBOE/мл

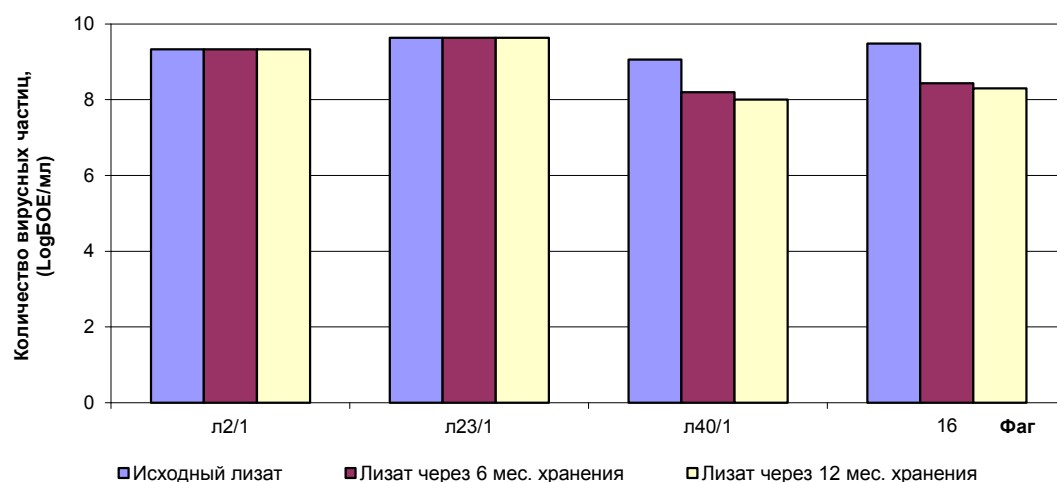


Рисунок 6 – Изменение количества вирусных частиц в лизатах, полученных на среде ГО, при хранении при температуре (4±2)°C, LogBOE/мл

Таким образом, для получения лизатов бактериофагов с целью обеспечения длительного хранения без значительной потери их выживаемости возможно использовать среды MRS и ГО. При использовании сред ПГС и BOM-10 – может происходить снижение вирусных частиц практически в 20 (на среде ПГС) – 200 (на среде BOM-10) раз. Использование сред m-MRS и M17 для хранения вирусных частиц в активном состоянии нецелесообразно, так как эти среды подходят не для всех групп фагов.

**Заключение.** Исследование по изучению сохранности лактофагов, относящихся к разным видам, а из вида С2 – к разным внутривидовым группам, хранящимся при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  на шести питательных средах в течении 12 месяцев показало, что для длительного хранения при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  наиболее оптимальными являются среды MRS и ГО – именно на этих средах не произошло значительного снижения количества вирусных частиц в лизате – максимально количество вирусных частиц снизилось в 6 раз и в 16 для фага 16, соответственно, при хранении на средах MRS и ГО. Что касается остальных сред, то при их использовании количество вирусных частиц через 12 месяцев хранения снижается для некоторых фагов практически в 20–24 раза (при хранении на среде ПГС) или более, чем в 200 раз (на среде BOM-10). На среде m-MRS три лизата бактериофагов полностью сохранили то количество вирусных частиц, которое было заложено на хранение изначально, в то же время для бактериофага л40/1 регистрировали практически полную гибель. Аналогичную картину наблюдали и при использовании для накопления вирусов среды M17 – хранение фага л40/1 в ней привело к его полной гибели.

Следовательно, для получения лизатов бактериофагов с целью обеспечения длительного хранения без значительной потери их выживаемости, возможно использовать среды MRS и ГО. При использовании сред ПГС и BOM-10 – может происходить снижение вирусных частиц в 20 (на среде ПГС) – 200 (на среде BOM-10) раз. Использование сред m-MRS и M17 для хранения вирусных частиц в активном состоянии нецелесообразно, так как эти среды подходят не для всех групп фагов.

#### Список использованных источников

1. Brussow, H. Phages of dairy bacteria / H. Brussow // *Ann. Rev. Microbiol.* – 2001. – Vol. 55. – P. 283–303.
2. Sanlibaba, P. Classification of virulent lactococcal bacteriophages based on protein composition and restriction endonuclease analysis / P. Sanlibaba, M. Akcelik // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* – 2005. – P. 865–871.
3. Szczepanska, A.K. Biodiversity of *Lactococcus lactis* bacteriophages in Polish dairy environment / A.K. Szczepanska, M.S. Hejnowicz, P. Kolakowski, J. Bardowski // *J. Acta Biochim. Pol.* – 2007. – P. 151–158.
4. Moineau, S. Control of bacteriophages in industrial fermentation / S. Moineau, C. Levesque // In: *Bacteriophages: biology and applications.* – CRC Press, Boca Raton, Fla. – 2005. – P. 286–296.
5. Moineau, S. Isolation and characterization of lactococcal bacteriophages from cultured buttermilk plants in the United States / S. Moineau et al. // *J. Dairy Sci.* – 1996. – Vol. 79. – P. 2104.
6. Фурик, Н.Н. Биологические свойства бактериофагов молочнокислых бактерий / Н.Н. Фурик, Е.М. Кононович, Н.В.Образцова // *Матер. междунауч. конф. «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии».* – 2008. – Раков, Беларусь. – Т. 1. – С. 45–48.  
Furik, N.N. Biologicheskie svoystva bakteriofagov molochnokislykh bakterij [Biological properties of lactic acid bacteria bacteriophages] / N.N.Furik, E.M. Kononovich, N.V.Obrazcova // *Mater. mezhd. nauch. konf. «Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija mikrobiologii i biotehnologii».* – 2008. – Rakov, Belarus'. – T. 1. – S. 45–48.
7. Казак, А.Н. Изучение распространенности бактериофагов в ферментированных молочных продуктах / А.Н. Казак, С.Л. Василенко, Н.Н. Фурик // *Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. научн. тр. 2013. Вып. 8 / РУП «Институт мяско-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня [и др.] – Минск, РУП «Институт мяско-молочной промышленности», 2014. С. 117–129*  
Kazak, A.N. Izuchenie rasprostranennosti bakteriofagov v fermentirovannykh molochnykh produktah [Investigation of bacteriophage prevalence in fermented milk products] / A.N. Kazak, S.L. Vasylenko, N.N. Furik // *Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja. Vyp. 5. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A.V. Meleshchenja [i dr.] – Minsk, RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2014. – S. 117–129.*
8. Jarvis, A.W. Species and type phages of lactococcal bacteriophages / A.W. Jarvis. et al. // *Intervirology.* – 1991. – Vol. 32. – P. 2.
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. Teuber, M. The Genus *Lactococcus*. / M. Teuber, A. Geis // In: *The Prokaryotes.* – Dworkin M.; Falkow, S.; Rosenberg, E.; Schleifer, K.-H.; Stackebrandt, E. (Eds.), 3d ed., Springer-Verlag, New York, NY. – 2006. – P. 205–224.
11. Hammes, W.P. The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium* / W.P. Hammes, N. Weiss, W.

Holzappel // In: *The Prokaryotes*. – Balows A., Troper H.G., Dworkin M., Harder W., Schleifer K.-H. (Eds.), 2nd ed., Springer-Verlag, New York, NY. – 1992. – P. 1535–1594.

12. Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства: Справочник / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина. – М.: Агропромиздат, 1987 – 400 с.

Bannikova, L.A. Mikrobiologicheskie osnovy molochnogo pro-izvodstva: Spravochnik. [Microbiological basis of dairy industry: Reference book] / L.A. Bannikova, N.S. Koroleva, V.F. Semenihi-na. – М.: Агропромиздат, 1987 – 400 s.

13. 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.

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. Vasilenko, N.N. Furik // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo 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.

14. Кирик, И.В. Изучение способов хранения бактериофагов / И.В. Кирик, С.Л. Василенко, Н.Н. Фурик // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. Вып. 10. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня [и др.] – Минск, ГУ «ИВЦ Минфина», 2016. – С. 122–132.

Kirik, I.V. Izuchenie sposobov hranenija bakteriofagov / I.V. Kirik, S.L. Vasilenko, N.N. Furik // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja. Vyp. 10. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A.V. Meleshhenja [i dr.] – Minsk, GU «IVC Minfina», 2016. – S. 122–132.

*В.А. Тарас, н.с., Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ СРЕД НА СОХРАННОСТЬ  
МИКРООРГАНИЗМОВ В КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ БИОМАССЕ  
БИФИДОБАКТЕРИЙ ВИДА *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* В ПРОЦЕССЕ  
КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ**

*V. Taras, N. Zhabanos, N. Furyk  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

**STUDY OF PROTECTIVE MEDIA INFLUENCE ON MICROORGANISMS KEEPING  
IN CONCENTRATED *BIFIDOBACTERIUM LONGUM* BIOMASS IN THE PROCESS  
OF CRYOPELLETIZING AND STORAGE**

*e-mail: pobedit@tut.by, nzhabanos@tut.by, furik\_nn@tut.by*

*В статье приведены результаты исследований по подбору оптимального состава защитной среды для криозаморозки концентрированной биомассы штамма *Bifidobacterium longum* 432 OR в жидком азоте и последующего хранения замороженной концентрированной закваски. В результате исследований определена криопротекторная среда, обеспечивающая максимальную сохранность культуры в процессе криоконсервирования и последующего хранения, содержащая сахарозу, лактозу, натрий лимоннокислый, восстановленное обезжиренное молоко с 0,03% натрия лимоннокислого и инулином.*

*The article presents the results of studies about of the optimal composition of the protective medium for cryoconservation of *Bifidobacterium longum* 432 OR concentrated biomass. We froze concentrated biomass in liquid nitrogen and studied its survival in storage process. As a result of the research the cryoprotective medium was constructed. This medium contained sucrose, lactose, sodium citrate, skimmed milk with 0.03% sodium citrate and inulin and provided maximum preservation of starter culture during cryoconservation and further storage.*

**Ключевые слова:** концентрированная биомасса; бифидобактерий; *Bifidobacterium longum*; криопротекторные среды; криозамораживание; концентрированная замороженная закваска.

**Keywords:** concentrated biomass; bifidobacteria; *Bifidobacterium longum*; cryoprotective media; cryoconservation; frozen concentrated started culture.

**Введение.** Производство кисломолочных продуктов с пробиотической направленностью основано на использовании культур микроорганизмов, которые вводятся в виде заквасок и концентрированных заквасок. Совершенствование технологии изготовления концентрированных заквасок является актуальной задачей, при этом, важное место в исследованиях занимает повышение активности концентрированных заквасок, унификация их свойств, экономичность производства. Мировой опыт показывает, что наибольшее распространение получили концентрированные закваски «прямого внесения», замороженные при низких температурах или получаемые методом сублимационной сушки. Применение таких заквасок исключает процедуру восстановления культур перед использованием, стадию перевивки культур в процессе хранения, что обеспечивает устойчивость в соотношении видов и штаммов микроорганизмов; эффективно в борьбе с бактериофагами, а также обеспечивает получение готовой продукции гарантированного качества [1–4].

Производство подобных концентрированных заквасок является динамично развивающимся сектором рынка микробиологических препаратов для пищевой промышленности. Исходной субстанцией культур микроорганизмов, поставляемых в виде заквасок, является микробная биомасса, которая после добавления защитной среды подвергается или сублимационной сушке или заморозке. Криозамораживание в жидком азоте при сверхнизкой температуре ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) является одним из перспективных направлений обработки микробной биомассы и представляет собой один из наиболее удачных методов консервирования культур закваски [5–7]. При использовании сверхнизкой температуры молекулы воды не образуют крупные кристаллы, тем самым не повреждая клетку, биохимические процессы внутри клеток при этом прекращаются.[8–10] В процессе замораживания-размораживания возможны повреждения клеточной мембраны и аминокислотной транспортной системы клеток, но подобные повреждения клеток обратимы и полностью репарируются [11], особенно, при использовании культур в суспендированном виде [5,12]. За счет этого при замораживании бактериального концентрата в жидком азоте сохраняется высокий процент жизнеспособных клеток, не требующих дополнительных операций перед внесением в смесь для сквашивания [8–10]. Кроме того, при использовании данной технологии изготовления бакзаквасок отсутствует стадия сушки биомассы, что сокращает производственный цикл и снижает энергозатраты процесса производства.

Метод замораживания в жидком азоте позволяет получать концентрированную закваску со сроком хранения 1 год при температуре минус  $45^{\circ}\text{C}$ . Замороженные бактериальные закваски вносятся непосредственно в смесь для сквашивания, и, в отличие от сублимированных, имеют значительно меньшее время реактивации, что важно для производственного процесса [13, 14].

Следовательно, получение замороженных концентрированных заквасок для изготовления пробиотических кисломолочных продуктов является актуальной задачей и требует проведения экспериментальных работ с целью отработки технологии производства изготовления концентрированных заквасок, полученных криозамораживанием микробной биомассы.

В сохранении жизнеспособности клеток при замораживании и высушивании главную роль играют защитные среды. Механизм действия защитных сред основан на их способности создавать более прочные связи с молекулами воды, чем связи молекул воды между собой, что препятствует формированию правильной решетки льда и задерживает начало роста кристаллов [11].

**Цель исследований** – выбор оптимальной защитной среды, обеспечивающей максимальную сохранность бифидобактерий в процессе заморозки их бактериальной массы в жидком азоте и последующем хранении. Для достижения данной цели были реализованы следующие задачи:

- 1) определение количества бифидобактерий в смеси концентрированной биомассы с исследуемой защитной средой до криозаморозки;
- 2) определение количества бифидобактерий в замороженной концентрированной закваске;
- 3) определение количества бифидобактерий в замороженной концентрированной закваске после 4-ех месяцев хранения при температуре минус  $(60\pm 1)^{\circ}\text{C}$
- 4) анализ полученных данных, выбор криопротектора, обеспечивающего наилучшую сохранность клеток бифидобактерий в процессе криозаморозки и последующего хранения.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись штамм бифидобактерий *Bifidobacterium longum* 432 OR, защитные среды для криозаморозки микробной массы данной культуры в парах жидкого азота.

#### **Среды и реактивы.**

*Среда ГМК* готовится из сухой питательной среды по описанию, приведенному на

упаковке.

*Промышленная питательная среда для наращивания биомассы культуры Bifidobacterium longum* готовится по ТИ ВУ 100098867.446 – 2016 [16].

**Основные методы исследований.**

**Определение количества бифидобактерий.**

Метод основан на высеве определенного количества биомассы с защитной средой и концентрированной замороженной закваски, и (или) их разведений в агаризованную питательную среду ГМК-1, культивировании посевов при оптимальных условиях и их подсчете.

*Приготовление разведений.*

1,0 г (см<sup>3</sup>) культуральной жидкости, биомассы, биомассы с защитной средой или концентрированной замороженной закваски предварительно размороженной при комнатной температуре, помещают в стерильную ступку, добавляют 9,0 см<sup>3</sup> физиологического раствора и тщательно перемешивают. Таким образом получают (10<sup>-1</sup>) разведение. В пробирку с 9,0 см<sup>3</sup> физиологического раствора вносят 1 см<sup>3</sup> (10<sup>-1</sup>) разведения закваски и тщательно перемешивают. Таким образом получают (10<sup>-2</sup>) разведение. Повторяют эту операцию до получения необходимого количества разведений.

*Подготовка питательной среды к проведению анализа.*

Перед использованием питательную среду помещают в кипящую водяную баню и выдерживают в течение 15–20 мин для регенерации среды и затем среду охлаждают до (48±1)°С.

*Посев и инкубация.*

Для определения количества бифидобактерий засевают по 1 см<sup>3</sup> из четырех последних разведений параллельно в две пробирки с высоким столбиком со средой ГМК-1, содержимое тщательно пассивно перемешивают стерильной пипеткой.

Посевы инкубируют при температуре (37±1)°С, в течение 5 сут.

*Подсчет колоний и обработка результатов.*

Учет результатов проводят путем подсчета количества выросших колоний. Для подсчета используют чашки Петри или пробирки, в которых выросло от 1 до 300 колоний. Количество бифидобактерий N, КОЕ/г(см<sup>3</sup>), определяют по формуле 1.

$$N = \frac{\sum_{i=2}^k c_i + 10 \cdot \sum_{j=2}^m c_j + 100 \cdot \sum_{l=2}^p c_l}{n \cdot d}, \quad (1)$$

где c<sub>2,k</sub> – количество колоний, подсчитанных в самом низком разведении;

c<sub>2,m</sub> – количество колоний, подсчитанных в разведении, следующем за самым низким;

c<sub>2,p</sub> – количество колоний, подсчитанных в следующем разведении;

n – суммарное количество чашек или пробирок, взятых для подсчета;

d – величина самого низкого разведения, взятого для подсчета.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ динамики количества бифидобактерий в ходе технологического процесса изготовления закваски замороженной концентрированной на основе штамма *Bifidobacterium longum* 432 OR показал, что максимальное уменьшение их количества происходило на стадии замораживания. В связи с этим проведено изучение влияния состава защитных сред для криоконсервации в жидком азоте. Основываясь на эмпирических и литературных данных для рассмотрения в качестве основных компонентов защитных сред были выбраны экономически доступные в производственных масштабах, хорошо растворимые в воде, нетоксичные, не



требующие последующего отмывания вещества: сахароза, глюкоза, лактоза, натрий лимоннокислый, инулин, восстановленное обезжиренное молоко.

Исследовано криопротекторное действие защитных сред следующего состава (концентрация веществ указана в смеси биомассы с защитной средой без учета разбавления):

- 1) 5% сахарозы + 1% натрия лимоннокислого;
- 2) 5% сахарозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с добавлением 3% инулина;
- 3) 5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого;
- 4) 5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с добавлением 3% инулина;
- 5) 2,5% сахарозы + 1,5 % лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% ВОМ (14%-ого) с 0,03% натрия лимоннокислого и добавлением 3% инулина.

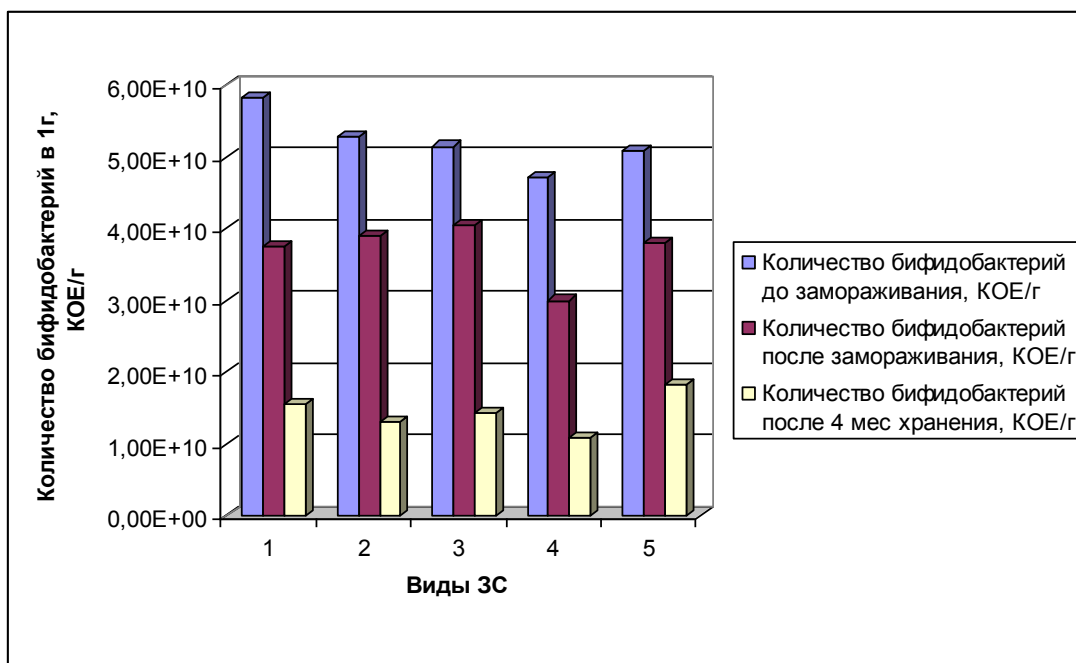
Вещества защитной среды вносили в биомассу в виде концентрированных стерильных растворов. Использовали раствор сахарозы с концентрацией 500 г/дм<sup>3</sup>, растворы лактозы и раствор натрия лимоннокислого с концентрацией 200 г/дм<sup>3</sup>.

Биомасса бифидобактерий получена в результате культивирования микроорганизмов в промышленном ферментере объемом 150 дм<sup>3</sup> на участке бакзаквасок и биоконсервантов отдела биотехнологий РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Накопление биомассы осуществляли на промышленной питательной среде на основе гидролизата восстановленного обезжиренного молока по технологии, приведенной в ТИ ВУ 100098867.446-2016 [15]. Концентрирование культуральной жидкости проводили на сепараторе марки GEA FSC 20-06-076.

Полученную биомассу разделили на 5 равных частей и в асептических условиях смешали с концентрированными растворами защитных сред согласно схеме, приведенной ранее. Бактериальную массу, смешанную с защитной средой, подавали стерильно на установку криозамораживания, где в жидком азоте происходило образование замороженных гранул. Замороженные гранулы расфасовали в мешки, промаркировали, плотно укупили и отправили на хранение в морозильные шкафы, где они хранились при температурном режиме минус (60±1)°С. Для определения влияния питательной среды на выживаемость бифидобактерий проводили определение их количества до и после криозаморозки, а также через 4 месяца хранения при температурном режиме минус (60±1)°С. Данные представлены на рисунке 1.

Как видно из рис. 1, снижение количества бифидобактерий при замораживании в жидком азоте было минимальным при использовании в качестве защитной среды №3 (5% лактозы с 1% натрия лимоннокислого) и защитной среды №5, применяемой при криозамораживании лактококков (2,5% сахарозы + 1,5 % лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с добавлением 3% инулина).

Для оценки влияния исследуемых защитных сред на выживаемость бифидобактерий при температурном режиме минус (60±1)°С определяли их количество в замороженной концентрированной закваске через 4 месяца хранения. Установлено, что максимальное снижение количества бифидобактерий (в 3,00 раза) в процессе хранения происходит при использовании в качестве защитной среды №2 (5% сахарозы+ 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с добавлением 3% инулина). В случаях применения криопротекторных сред №1 (5% сахарозы + 1% натрия лимоннокислого), №3 (5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого) и №4 (5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с 0,03% натрия лимоннокислого и 3% инулина) количество микроорганизмов при хранении снизилось соответственно в 2,42; 2,83 и 2,75 раз. Максимальную сохранность количества бифидобактерий обеспечивала защитная среда №5 (2,5% сахарозы + 1,5 % лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с 0,03% натрия лимоннокислого и 3% инулина). При ее



- 1 - 5% сахарозы + 1% натрия лимоннокислого;  
 2 - 5% сахарозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с добавлением 3% инулина;  
 3 - 5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого;  
 4 - 5% лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% стерильного 14% ВОМ с 0,03% натрия лимоннокислого и 3% инулина;  
 5 - 2,5% сахарозы + 1,5 % лактозы + 1% натрия лимоннокислого + 12% ВОМ (14%-ого) с 0,03% натрия лимоннокислого и 3% инулина.

Рисунок 1 – Определение влияния различных видов защитных сред на выживаемость бифидобактерий в процессе криозамораживания и хранения

использовании количество бифидобактерий в замороженной концентрированной закваске за 4 месяца хранения снизилось в 2,08 раз. Все исследованные образцы после 4 месяцев хранения по показателю качества «количество бифидобактерий в 1 г закваски» соответствовали требованиям ТНПА.

**Вывод.** В результате проведенных исследований установлено, что наилучшую сохранность концентрированной биомассы штамма *Bifidobacterium longum* 432 OR в процессе криозаморозки в жидком азоте и последующем хранении в течение 4 месяцев при температурном режиме минус  $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$  обеспечивала защитная среда №5, содержащая сахарозу, лактозу, натрий лимоннокислый, восстановленное обезжиренное молоко с добавлением натрия лимоннокислого и инулина.

### Список использованных источников

1. Шрамко, М.И. Научно-практическое обоснования новых бактериальных концентратов с криозамораживанием микробной биомассы для получения кормовых добавок пробиотического действия на основе вторичного молочного сырья при выращивании телят-молочников: дисс. ... к.б.н.: 06.02.10/ М.И. Шрамко; Поволжск. науч.-исслед.ин-т производстваи переработки мясомолочной продукции РАСХН. – Волгоград, 2011. – 139 л.

Shramko, M.I. Nauchno-prakticheskoe obosnovaniya novykh bakterial'nykh konzentratov s kriozamorazhivaniem mikrobnoy biomassy dlja polucheniya kormovykh dobavok probioticheskogo dejstviya na osnove vtorichnogo molochnogo syr'ya pri vyrashhivanii teljat-molochnikov [The scientific and practical justification of new concentrated starter cultures with cryofreezing of microbial biomass for receiving feed additives of pro-biotic action on the basis of secondary lactic raw materials at breeding of calfs]: diss. ... k.b.n.: 06.02.10/ M.I. Shramko; Povolzhsk. nauch.-issled.in-t proizvodstvai pererabotki mjasomolochnoj produkcii RASHN. – Volgograd, 2011. – 139 l.

2. Семенихина, В.Ф. Особенности использования бифидобактерий при производстве пробиотических кисломолочных продуктов / В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, А.В. Бегунова // Наука производству: инф. Бюллетень / ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии. – М., 2011. – №2. – С.15–17.

Semenihina, V.F. Osobennosti ispol'zovaniya bifidobakterij pri proizvodstve probioticheskikh kislomolochnykh produktov [The features of use of bifidobacteria by production of pro-biotic fermented milk products] / V.F. Semenihina, I.V. Rozhkova, A.V. Begunova // Nauka proizvodstvu: inf. B'ulleten' / GNU VNIMI Rossel'hozakademii. – М., 2011. – №2. – С.15–17.

3. Тумунова, С.Б. Разработка технологии производства сухого концентрата бифидобактерий автореф. дис. ... канд. техн. наук: 637.146.33 / С.Б. Тумунова; ГНУ ВСГТУ РАСХН. – Улан-Уде, 1995. – 20 с.

Tumunova, S.B. Razrabotka tehnologii proizvodstva suhogo koncentrata bifidobakterij [Development of the production technology of the freeze-dried concentrated starter culture of bifidobacteria] avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 637.146.33 / S.B. Tumunova; GNU VSGTU RASHN. – Ulan-Ude, 1995. – 20 s.

4. Хамагаева, И.С. Научные основы биотехнологии кисломолочных продуктов для детского и диетического питания: монография / И.С. Хамагаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. – 279 с.

Hamagaeva, I.S. Nauchnye osnovy biotehnologii kislomolochnykh produktov dlja detskogo i dieticheskogo pitaniya [Scientific bases of biotechnology of fermented milk products for a children's and dietary food]: monografiya / I.S. Hamagaeva. – Ulan-Udje: Izd-vo VSGTU, 2005. – 279 s.

5. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М: Колос, 2004. – 455 с.

Krus', G.N. Tehnologija moloka i molochnykh produktov [Technology of milk and dairy products] / G.N. Krus', A.G. Hramcov, Z.V. Volokitina, S.V. Karpychev; pod red. A.M. Shalyginov. – М: Kolos, 2004. – 455 s.

6. Цуцаева, А.А. Опыт долгосрочного хранения промышленных штаммов микроорганизмов / А.А. Цуцаева, А.Е. Ананьина, Л.М. Бальбердина, Л.В. Степанюк, Н.В. Павленко // Микробиология. – 2008. – Т.77, №5. – С.696–700.

Cucaeva, A.A. Opyt dolgosrochnogo hranenija promyshlennykh shtammov mikroorganizmov [Experience of long-term storage of the industrial strains of microorganisms] / A.A. Cucaeva, A.E. Anan'ina, L.M. Balyberdina, L.V. Stepanjuk, N.V. Pavlenko // Mikrobiologija. – 2008. – Т.77, №5. – С.696–700.

7. Романова, Э.В. Характеристика штаммов лактобактерий / Э.В. Романова, Р.Г. Кабисов, Б.Г. Цугкиев // Молочная промышленность. – 2009. – № 2. – С. 43.

Romanova, Je.V. Harakteristika shtammov laktobakterij [Characteristic of strains Lactobacillus] / Je.V. Romanova, R.G. Kabisov, B.G. Cugkiev // Molochnaja promyshlennost'. – 2009. – № 2. – С. 43.

8. Вирник, А.Д. Декстран и его производные / А.Д. Вирник, К.П. Хомяков, И.Ф. Скокова // Успехи химии. – 1975. – № 44. – С. 1280.

Virnik, A.D. Dekstran i ego proizvodnye [Dextran and its derivants] / A.D. Virnik, K.P. Homjakov, I.F. Skokova // Uspеhi himii. – 1975. – № 44. – С. 1280.

9. Артюхов, И.В. Криосохранение крупных биологических объектов [Электронный ресурс] / И.В. Артюхов, А.В. Карнаухов // Журнал «Биология». – 2003. – №43 Режим доступа: [http://bio.1september.ru/view\\_article.php?ID=200304301](http://bio.1september.ru/view_article.php?ID=200304301). – Дата доступа: 30.03.2017.

Artjuhov, I.V. Kriosohranenie krupnykh biologicheskikh ob'ektov [Cryopreservation of large biological objects] [Jelektronnyj resurs] / I.V. Artjuhov, A.V. Karnauhov // Zhurnal «Biologija». – 2003. – №43 Rezhim dostupa: [http://bio.1september.ru/view\\_article.php?ID=200304301](http://bio.1september.ru/view_article.php?ID=200304301). – Data dostupa: 30.03.2017.

10. Fernandez Murga, M. L. Influence of growth temperature on cryotolerance and lipid composition of Lactobacillus acidophilus // M.L. Fernandez Murga, G.M. Cabrega, G.F. De Valdez, A. Disalvo, A.M. Seldes // Journal of applied microbiology. – 2000. – Vol. 88, №2. – P. 342–348.

11. Цуцаева, А.А. Криобиология и биотехнология / А.А.Цуцаева [и др.] – Киев: Навукова думка, 1987. – 214с.

Cucaeva, A.A. Kriobiologija i biotehnologija [Cryobiology and biotechnology] / A.A.Cucaeva [i dr.] – Kiev: Navukova dumka, 1987. – 214 s.

12. Hubalec, Z. Protectants used in the cryopreservation of microorganisms / Z. Hubalec // Cryobiology. – 2003. – Vol. 46, №3. – P. 205–229.

13. Тамим, А.И. Йогурты и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.И. Тамим, Р.К. Робинсон – СПб: Профессия, – 2003. – 664 с.

Tamim, A.I. Jogurty i analogichnye kislomolochnye produkty: nauchnye osnovy i tehnologii [Yogurts and similar fermented milk products: scientific bases and technologies] / A.I. Tamim, R.K. Robinson – SPb: Professija, 2003. – 664 s.

14. Кузьмина О.М. Исследование влияния состава защитной среды на эффективность процесса криозамораживания микроорганизмов: дисс. ... к.т.н.: 05.18.04 / О.М.Кузьмина. – Москва, 2010. – 128 с.

Kuz'mina, O.M. Issledovanie vlijaniya sostava zashhitnoj sredy na jeffektivnost' processa kriozamorazhivaniya mikroorganizmov [The research of influence of structure of a protective medium on effectiveness of process of cryofreezing of microorganisms]: diss. ... k.t.n.: 05.18.04 / O.M.Kuz'mina. – Moskva. 2010. – 128 s.

15. Технологическая инструкция по изготовлению закваски замороженной концентрированной бифидобактерий. Технологическая инструкция: ТИ ВУ 100098867.446 – 2016.: Введ. 03.11.2016 (введена впервые). – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2016. – 51 с.

Tehnologičeskaja instrukcija po izgotovleniju zakvaski zamorožhennoj koncentrirovannoj bifidobakterij. Tehnologičeskaja instrukcija [The technological instruction for manufacture of the the frozen concentrated starter culture bifidobacteria. The technological instruction]: ТИ ВУ 100098867.446 – 2016.: Vved. 03.11.2016 (vvedena v pervye). – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2016. – 51 s.

*Л.Л. Богданова, к.т.н., И.Б. Фролов, ст.н.с.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ**

*L. Bahdanava, I. Frolov  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

### **STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF USING DIFFERENT MILK COAGULATING AGENTS IN THE PRODUCTION OF CHEESES**

*e-mail: bogdanova\_ll@tut.by, frol2358@mail.ru*

*Исследовано влияние различных  
молокосвертывающих ферментных препаратов на  
качественные и количественные характеристики,  
характеризующие ход технологического процесса  
изготовления сыра.*

*The effect of different milk coagulating agents on  
qualitative and quantitative properties,  
characterizing the flow of the technological  
process of cheese production, was studied.*

**Ключевые слова:** молокосвертывающие  
ферментные препараты; сыр; реологические  
показатели.

**Keywords:** milk coagulating agents; cheese;  
Rheological indicators.

**Введение.** Молокосвертывающие ферментные препараты играют ключевую роль в формировании качества сыра как продукта. Все технологические параметры, такие как температура свертывания, плотность сгустка, продолжительность вымешивания, температура второго нагревания, продолжительность созревания сыра отрабатываются с учетом свойств используемых молокосвертывающих ферментных препаратов. Подбор заквасок также обычно осуществляют с учетом их взаимодействия с молокосвертывающим ферментом. И, если на начальных этапах развития сыроделия, в качестве коагулянта использовали только сычужные ферменты, то в настоящее время из-за нецелесообразности забоя молодняка в молочный период жизни широко используются и другие молокосвертывающие препараты, близкие по действию к сычужному ферменту: пепсины; протеазы, продуцируемые некоторыми микроорганизмами и растениями (рисунок 1). Разработаны методы геной инженерии, позволяющие включать гены, ответственные за синтез химозина, в геномы микроорганизмов, и тем самым осуществлять синтез чистого химозина микроорганизмами.

Рисунок 1, на котором мы схематично представили лишь небольшую часть всего многообразия молокосвертывающих ферментных препаратов, является наглядным доказательством того, что сычужный фермент перестал быть единственным молокосвертывающим ферментом. Сегодня сыроделам предлагается широкий выбор из списка ферментов с разной ценой, различной активности и различного происхождения. В этой связи очень важно правильно выбрать молокосвертывающий ферментный препарат, так как впоследствии этот выбор окажет влияние не только на выход сыра, но и на его качественные характеристики.

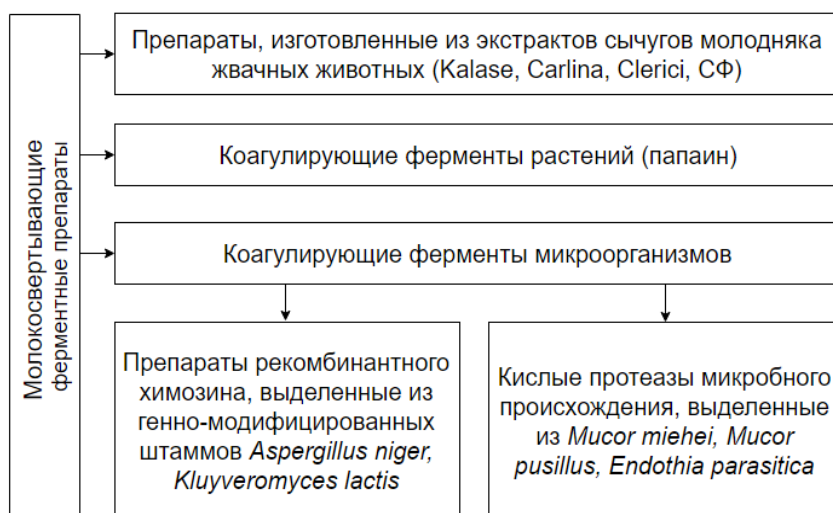


Рисунок 1 – Типы молокоосвертывающих ферментных препаратов

**Цель работы** – исследование ферментных препаратов и ферментативных процессов, происходящих в ходе изготовления и хранения сыров, с целью оценки пригодности заменителей сычужного фермента для выработки конкретного вида сыра.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения научных исследований осуществлен отбор молокоосвертывающих ферментных препаратов различной природы: натуральный сычужный препарат «Kalase» («CSK», Нидерланды), рекомбинантный препарат «CHY-MAX Ultra» («Chr.Hansen», Дания), препарат на основе микробной протеазы «Fromase» («DSM», Нидерланды), сычужный препарат «БелРен», рекомбинантный препарат «МаксиБел», препарат на основе микробной протеазы «МикроБел» («РеннетПродукт», Республика Беларусь).

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624, плотность молока – по ГОСТ 3625, массовую долю жира – по ГОСТ 5867. Массовую долю влаги и сухого вещества сыра определяли по ГОСТ 3626.

Предел прочности молочного сгустка на сжатие определяли следующим образом: на поверхности сгустка располагали металлическую пластину диаметром 50 мм, на которую помещали груз различной массы. В процессе исследований измеряли пороговую величину постоянного механического воздействия, превышение которого приводило к необратимой деформации сгустка.

Вязкость молочной смеси в процессе образования сгустка после добавления различных молокоосвертывающих ферментных препаратов определяли на ротационном вискозиметре по степени закручивания калибровочной пружины, которая измерялась датчиком угла вращения при вращении внутреннего ротора (шпинделя) в тестируемой жидкости с постоянной скоростью.

**Используемое оборудование:** лабораторный сыроизготовитель, сыродельные формы из полимерных материалов, электроплита ЭПЧ 2,2, шкаф сушильный HS 61A, магнитная мешалка MM2A, pH-метр HI 8314, ультратермостат U2, весы ВСЛ-400/1, термостат воздушный ХТ-3/40, холодильник ШВУ-0,4-1,3-20, весы EW 6200, вискозиметр Brookfield LVDV-II+Pro.

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе работы исследовали динамику изменения вязкости. Для этого в приемную кювету ротационного вискозиметра Brookfield LVDV-II+Pro помещали молочную смесь, в которую добавляли заданное количество молокоосвертывающего ферментного препарата. Молочная смесь, в которую вносили молокоосвертывающие ферментные препараты, имела следующие характеристики: массовая доля жира – 2,7%, массовая доля белка – 2,95%, плотность – 1028 кг/м<sup>3</sup>, активная кислотность перед свертыванием – 6,51 ед. рН. Количество

вносимых молокосвертывающих ферментных препаратов соответствовало дозировкам, рекомендуемым предприятиями-изготовителями (поставщиками) и соответствовало следующим значениям: препарат «МикроБел» – 6 мл/100 л (вариант 1), «МаксиБел» – 5 мл/100 л (вариант 2), «БелРен» – 6 мл/100 л (вариант 3), «СНУ-MAX Ultra» – 4,0 мл/100 л (вариант 4), «Fromase» – 4,5 мл/100 л (вариант 5), «Kalase» – 18 мл/100 л (вариант 6). В процессе исследований через определённый промежуток времени (1 мин) измеряли показания динамической вязкости молочной смеси.

На рисунке 2 отражены полученные результаты измерений.

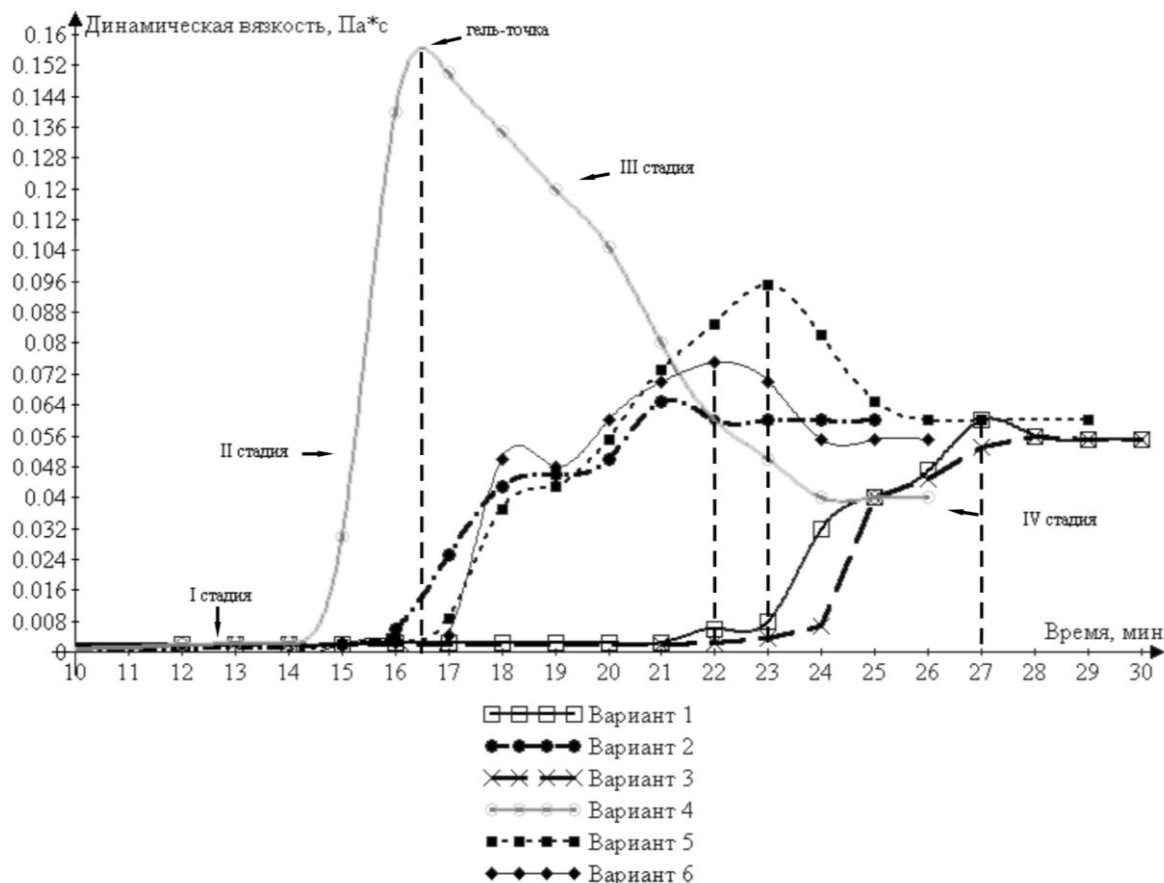


Рисунок 2 - Изменение динамической вязкости молочной смеси (Вариант 1 – «МикроБел»; вариант 2 – «МаксиБел»; вариант 3 – «БелРен»; вариант 4 – «СНУ-MAX Ultra»; вариант 5 – «Fromase»; вариант 6 – «Kalase»)

Представленные на рисунке 2 графики являются подтверждением ряда научных публикаций, согласно которым процесс сычужного свертывания молока можно разделить на четыре стадии: индукционный период (I), который оканчивается с началом хлопьеобразования; стадию флокуляции (II), заканчивающуюся образованием сгустка; стадию метастабильного равновесия (III) и синергическую стадию (IV) [1]. Вторая и третья стадия разделяются так называемой гель-точкой, положение которой определяется образованием минимального количества межмицеллярных связей, которых достаточно для образования сгустка. До гель-точки система сохраняет свойства золя, а после гель-точки образуется гель, обладающий упругими свойствами [2].

В результате анализа полученных данных установлено следующее. Использование молокосвертывающего ферментного препарата «СНУ-MAX Ultra» приводило к наиболее быстрому сычужному свертыванию молока – время достижения гель-точки составляло 16,5 мин. Наиболее продолжительное время сычужного свертывания (27 мин) наблюдалось в образце с использованием препарата «БелРен». Самая короткая

продолжительность индукционного периода свертывания (14 мин) наблюдалась при использовании препарата «СНУ-MAX Ultra», а максимальная (21 мин) – препарата «БелРен». Динамическая вязкость молочной смеси в гель-точке, характеризующая плотность сгустка, при свертывании препаратом «СНУ-MAX Ultra» в 2,5 раза превышала соответствующие значения при свертывании препаратами «Максибел», «Микробел» и «БелРен». Продолжительность стадии флокуляции для вариантов 1,2,3,6 составила 6 мин, в то время как для препарата «СНУ-MAX Ultra» она составила 3 мин, а для препарата «Fromase» – 8 мин. Наиболее продолжительный период метастабильного равновесия выявлен в случае использования препарата «Максибел», в случае же использования препарата «СНУ-MAX Ultra», после нарушения структуры сгустка, быстро наступала синергетическая стадия. Реологические показатели образовавшегося сгустка после достижения стадии метастабильного равновесия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Реологические показатели сгустка

Используемый препарат	Показатель и значение		
	Динамическая вязкость, Па·с	Сила сдвига, Па	Скорость сдвига, 1/с
«Микробел»	0,055±0,005	1,06±0,01	5,5±0,25
«МаксиБел»	0,060±0,004		5,3±0,1
«БелРен»	0,055±0,003		5,7±0,3
«СНУ-MAX Ultra»	0,040±0,004		6,2±0,4
«Fromase»	0,060±0,006		5,2±0,3
«Kalase»	0,055±0,005		5,8±0,4

Скорость сдвига характеризует величину градиента скорости движения параллельных слоев жидкости. Для сдвига жидкости с высокой вязкостью необходимо приложить большее усилие, чем для менее вязких материалов. Как видно из полученных результатов, для варианта с использованием препарата «СНУ-MAX Ultra» наблюдалась самая непродолжительная стадия метастабильного равновесия, после чего наступала стадия синерезиса, что выразилось в самом низком значении показателя динамической вязкости и повышенном значении показателя скорости сдвига.

На следующем этапе работ исследовали прочность сгустка на сжатие после свертывания молочной смеси при помощи различных молокосвертывающих ферментных препаратов. Перечень и дозы внесения препаратов были аналогичны предыдущему опыту. Предел прочности на сжатие – это пороговая величина постоянного механического напряжения, превышение которого приводит к деформации или разрушению. Проведение испытаний осуществляли следующим образом. В пастеризованную молочную смесь с массовой долей жира 2,6%, массовой долей белка 2,9%, плотностью 1027,5кг/м<sup>3</sup>, активной кислотностью 6,61 ед. рН вносили раствор хлористого кальция из расчета 15 г/100 дм<sup>3</sup> и закваску лактококков. После активизации закваски в смесь вносили молокосвертывающий ферментный препарат. Продолжительность свертывания составляла 30 мин при температуре 32°С. После достижения указанного времени на поверхность сгустка помещали металлическую пластину диаметром 50 мм, на которую устанавливали груз различной массы. В процессе исследований, зная площадь, массу пластины и массу установленного груза, измеряли пороговую величину постоянного механического воздействия, превышение которого приводило к необратимой деформации сгустка. Результаты исследований представлены в таблице 2.



Таблица 2 – Показатели предела прочности сгустка на сжатие

Используемый препарат	Показатель и значение
	Предел прочности, г/см <sup>2</sup>
«Микробел»	1,697±0,093
«МаксиБел»	1,875±0,099
«БелРен»	1,748±0,118
«СНУ-MAX Ultra»	1,952±0,088
«Fromase»	1,646±0,082
«Kalase»	1,850±0,124

Как видно из полученных результатов, наибольшим пределом прочности обладали молочные сгустки, полученные с использованием рекомбинантных препаратов «СНУ-MAX Ultra» и «МаксиБел», а самым низким – варианты с использованием микробных протеаз «Микробел» и «Fromase». Предел прочности сгустка, полученного при помощи рекомбинантного препарата «СНУ-MAX Ultra», на 18% превышал аналогичный показатель варианта с использованием микробной протеазы «Fromase».

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что самые прочные сгустки образуются в случае использования в качестве молокосвертывающих ферментов рекомбинантных препаратов, а с использованием препаратов на основе микробных протеаз были получены наименее прочные сгустки, причем, прочность сгустков, полученных с использованием отечественных молокосвертывающих ферментных препаратов («Микробел», «МаксиБел») сопоставима с плотностью вариантов, полученных с использованием импортных аналогов. В случае применения натуральных сычужных препаратов «Kalase» и «БелРен» более прочные сгустки были получены с использованием импортного препарата «Kalase».

На следующем этапе работ проводили исследования, направленные на изучение влияния различных молокосвертывающих препаратов на синерезис сгустка, время обсушки сырного зерна и качественные характеристики молочного сгустка, подсырной сыворотки и сырного пласта. Для этого в лабораторных условиях была проведена опытная выработка сыра «Белая Русь», формуемого насыпью. Для свертывания молочной смеси использовали все вышеперечисленные ферментные препараты. Доза внесения молокосвертывающих ферментных препаратов была подобрана таким образом, чтобы время достижения гель-точки процесса свертывания составляло 20–25 мин.

В результате изучения технологических параметров процесса изготовления сыра установлено следующее. Динамика нарастания активной кислотности молочной смеси, подсырной сыворотки и сырного пласта в процессе изготовления сыра не выявила существенных отличий в образцах, свертывание которых осуществлялось ферментными препаратами различной природы (сычужный препарат, микробная протеаза и рекомбинантный препарат). В то же время, более высокое значение указанного показателя в вариантах, изготовленных с использованием импортных молокосвертывающих препаратов («СНУ-MAX Ultra», «Fromase», «Kalase»), свидетельствует о том, что развитие заквасочной молочнокислой микрофлоры в этих вариантах протекало более интенсивно. Кроме того, установлено, что образцы сыров с использованием рекомбинантного молокосвертывающего ферментного препарата «СНУ-MAX Ultra» после 30 суток созревания обладали выраженной горечью.

Основные показатели технологического процесса, характеризующие материальный баланс и степень использования составных частей молока, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели, характеризующие степень использования сухих веществ молока

Показатель	Используемый препарат					
	«Микробел»	«МаксиБел»	«БелРен»	«СНУ- MAX Ultra»	«Fromase»	«Kalase»
Масса молока, кг	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57
Массовая доля сухих веществ молока, %	11,1					
Масса сухих веществ молока, кг	0,285					
Масса сыворотки, кг	2,200	2,220	2,220	2,235	2,230	2,230
Массовая доля сухих веществ сыворотки, %	6,78	6,88	6,77	7,15	7,00	7,05
Масса сухих веществ сыворотки, кг	0,149	0,153	0,150	0,160	0,156	0,157
Масса сыра, кг	0,370	0,350	0,350	0,335	0,340	0,340
Массовая доля сухих веществ в сыре, %	42,4	44,7	43,4	41,9	42,7	40,2
Масса сухих веществ сыра, кг	0,157	0,156	0,152	0,140	0,145	0,137
Степень перехода составных частей молока в сыр, %	55,1	54,7	53,3	49,1	50,9	48,0

Как свидетельствуют полученные результаты, степень перехода составных частей молока в сыр и обусловленный этим выход сыра были выше в вариантах, изготовленных с использованием отечественных молокосвертывающих ферментных препаратов производителя «РеннетПродукт». Кроме того, масса сухих веществ в выделенной сыворотке этих вариантов на 4% меньше, чем вариантов с использованием импортных препаратов. Установлено, что наибольшую степень перехода составных частей молока в сыр обеспечивало использование в качестве молокосвертывающего препарата микробных протеаз, а наименьший – натуральных сычужных препаратов. Масса сухих веществ сыра в варианте с использованием микробной протеазы «Микробел» была на 3% выше, чем в варианте с использованием сычужного препарата «БелРен», и на 15% выше, чем в варианте с использованием сычужного препарата «Kalase».

**Заключение.** В результате исследований установлено, что при использовании рекомбинантных молокосвертывающих препаратов наблюдаются минимальная продолжительность индукционного периода и стадии флокуляции процесса свертывания, а также максимальное значение динамической вязкости молочной смеси в гель-точке. Наибольшим пределом прочности обладали сгустки, полученные при помощи рекомбинантных препаратов «СНУ-MAX Ultra» и «МаксиБел», а самым низким – варианты с использованием микробных протеаз «Микробел» и «Fromase». Наибольшую степень перехода составных частей молока в сыр обеспечивало использование в качестве молокосвертывающих препаратов микробных протеаз, а наименьшую – натуральных сычужных препаратов.

#### Список использованных источников

1. Дудник, П.Н. / П.Н. Дудник, В.П. Табачников // Труды ВНИИМС. Пищевая промышленность, 1974, выпуск 17. – С. 7–16.  
Dudnik, P.N. / P.N. Dudnik, V.P. Tabachnikov // Trudy VNIIMS. Pishhevaya promyshlennost', 1974, vupusk 17. – S. 7–16.
2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. / А.В. Гудков // 2-е изд., испр. и доп. – М., ДеЛи принт, 2004. – 804 с.  
Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty. / A.V. Gudkov // 2-e izd., ispr. i dop. – M., DeLi print, 2004. – 804 s.

# ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.138, 637.058

Поступила в редакцию 10 марта 2017 года

*О.В. Дымар, к.т.н., доцент, О.Л. Сороко, к.т.н., доцент,  
Л.Н. Соколовская, аспирант, И.В. Миклух, ст.н.с.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С САХАРОМ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

*O. Dymar, O. Soroko, L. Sokolovskaya, I. Miklukh  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

## RHEOLOGICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SWEET CONDENSED MILK PRODUCTS FROM WHEY

*e-mail: dymarov@tut.by, oleg soroko@tut.by, sokolovskaya\_LN@tut.by, inmiklukh@mail.ru*

*В статье проведен сравнительный анализ реологических и органолептических характеристик сладких сгущенных молочных продуктов, изготовленных на основе деминерализованной гидролизованной сыворотки и молока цельного сгущенного с сахаром. Микроскопирование исследуемых образцов подтвердило необходимость применения ферментативного гидролиза лактозы сыворотки, используемой для производства сгущенных молочных продуктов, исключающего возможность неконтролируемой кристаллизации лактозы в процессе изготовления и хранения данной группы молочных консервов.*

**Ключевые слова:** сгущенные молочные продукты; молочная сыворотка; лактоза; сахароза; органолептические показатели; эффективная вязкость; гидролиз; кристаллизация.

*The article presents the comparative analysis of the rheological and organoleptic characteristics of sweet condensed milk products, produced from hydrolyzed demineralized whey and condensed milk with sugar. Microscopy of samples proved the necessity of the hydrolysis of whey lactose intended for the production of condensed milk products, excluding the possibility of uncontrolled crystallization of lactose in the process of manufacture and storage of this group of canned milk.*

**Keywords:** condensed milk products; whey; lactose; saccharose; organoleptic characteristics; effective viscosity; hydrolysis; crystallization.

**Введение.** Наряду с физико-химическими и микробиологическими характеристиками молочного продукта его реологические и органолептические показатели являются важными индикаторами качества пищевой продукции. Вкус, консистенция и внешний вид продукта – это первое на что обращает свое внимание потребитель при выборе молочной продукции, поэтому при разработке нового сгущенного молочного продукта на основе молочной сыворотки с сахаром особое внимание было уделено изучению и подбору оптимальных реологических и органолептических показателей.

**Цель исследований.** Целью научно-исследовательской работы является анализ реологических и органолептических характеристик сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки.

**Материалы и методы исследований.** Для выработки сладких сгущенных молочных продуктов использовалась концентрированная деминерализованная молочная сыворотка и сахар, а для жирных продуктов, помимо сыворотки, молочные сливки, в количестве, согласно рецептурам. В качестве гидролизующего лактозу фермента

применялся препарат марки «Maxilakt L2000». Исследование характеристик полученных продуктов осуществлялось в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Исследование вязкости сгущенных молочных продуктов осуществлялось с помощью ротационного вискозиметра марки Брукфильда, модель LVDV-II+PRO (производство США). Фиксировали значения вязкости (мПа×с) и градиента скорости (с<sup>-1</sup>) при различных скоростях вращения ротора (об/мин) и температуре 20,0°С. Для сгущенного молочного продукта с сахаром, который является неньютоновской жидкостью, вязкость – это функция скорости сдвига, поэтому ее называют кажущейся или эффективной вязкостью (мПа×с) [1].

Для оценки количества и размера кристаллов лактозы и сахарозы, образовавшихся в исследуемых сгущенных продуктах, использовали микроскоп с 400 кратным увеличением, окуляр с линейкой, а также Камеру Горяева с длиной стороны малого квадрата 50 мкм, что соответствует двум делениям шкалы окуляра. Таким образом, цена деления шкалы окуляра составила 25 мкм.

Вкус, запах и внешний вид образцов осуществлялся органолептически.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе выполнения научно-исследовательской работы были получены образцы сгущенного молочного продукта на основе концентрированной деминерализованной молочной сыворотки. После смешения подготовленной сыворотки со сливками проводилась гомогенизация (в случае выработки жиродержащих продуктов), для равномерного распределения жировой фазы в продукте и предотвращения отстоя жира в процессе его хранения. В лабораторных условиях расчетное количество сахара растворялось непосредственно в теплой гомогенизированной сывороточно-жировой смеси перед сгущением, в производственных условиях сахар подавался в виде сахарного сиропа непосредственно в вакуумвыпарную установку. В результате ряда экспериментальных выработок получены следующие образцы:

- продукт молочный сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (образец №1, изготовлен в лабораторных условиях);
- продукт молочный сгущенный с сахаром на основе молочной не гидролизованной молочной сыворотки (образец №2, изготовлен в лабораторных условиях);
- продукт молочный сгущенный частично обезжиренный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (образец №3, изготовлен в промышленных условиях на ОАО «Глубокский МКК»);
- продукт молочный сгущенный обезжиренный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (образец №4, изготовлен в лабораторных условиях);
- молоко сгущенное цельное с сахаром (контроль).

Физико-химические показатели, характеризующие состав и свойства сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки, в сравнении с классическим молоком цельным сгущенным с сахаром [2] представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сладких сгущенных молочных продуктов и молока цельного сгущенного с сахаром

Наименование показателя, единицы измерения	Номер образца				Контроль (справочные данные)
	1	2	3	4	
Массовая доля сухих в-в, %	71,60±0,5	72,00±0,5	71,60±0,5	71,5±0,5	71,5–73,5
Массовая доля жира, %	7,45±0,1	7,50±0,1	3,20±0,1	0,50±0,1	8,5
Массовая доля белка, %	7,20±0,1	6,81±0,1	4,81±0,1	5,3±0,1	7,20±0,1

Продолжение таблицы 1

Наименование показателя, единицы измерения	Номер образца				Контроль (справочные данные)
	1	2	3	4	
Тируемая кислотность, °Т	31±0,1	28±0,1	31±0,1	33±0,1	48
Массовая доля сахарозы, %	36,0 ±0,5	43,20±0,5	25,0±0,5	35,1±0,5	43,5–45,5
Массовая доля лактозы, %	4,29±0,5	19,00±0,5	4,80±0,5	5,70±0,5	10,0–14,0

По основным физико-химическим показателям сгущенные молочные продукты на основе молочной сыворотки максимально приближены к классическому молоку цельному сгущенному, основное отличие образцов № 1, 3, 4 заключается в содержании сахарозы и лактозы. Содержание лактозы составляло 4,29% в жирном, 3,2% в частично обезжиренном и 5,7% в обезжиренном образце, что значительно меньше чем в образце №2 и контроле. Массовая доля сахарозы в опытных образцах № 1, 3, 4 была намеренно занижена и составляла 35,1%, 25,0% и 36,0% для жирного, частично обезжиренного и обезжиренного продуктов соответственно, это на 9% – 20,0% меньше чем в классическом цельном сгущенном молоке. Количество вносимого сахара подбиралось с учетом роста сладости гидролизованного молочного сырья, так как относительная сладость не гидролизованной лактозы в сравнении с сахарозой составляет 0,20, а подверженной 85%-ому гидролизу – 0,75 [3]. В связи с тем, что сахароза в составе сладких сгущенных продуктов, кроме функции подсластителя, играет роль консервирующего вещества, определение его количества основывалось также на показателях активности воды сгущенных продуктов и их хранимоспособности. [4]

В отличие от цельного сгущенного молока с сахаром, полученный продукт обладал желтоватым, свойственным сыворотке, цветом, особенно это отмечалось у продуктов с меньшей массовой долей жира в их составе. Обезжиренный продукт обладал насыщенно желтым цветом (рисунок 1), этот недостаток можно нивелировать применением пищевкусовых компонентов (какао, кофе, цикория) или применением карамелизации продукта.

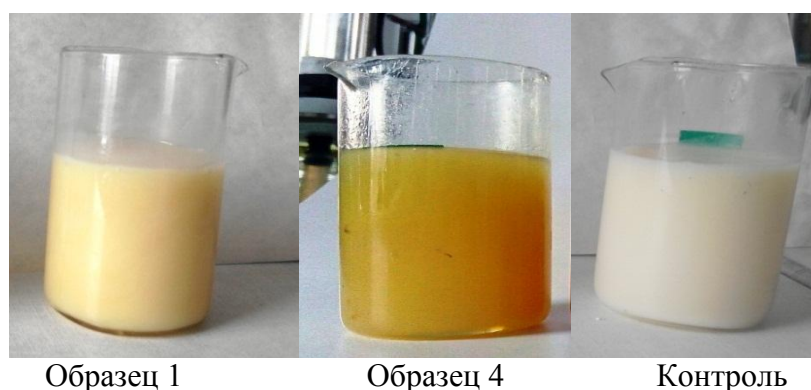


Рисунок 1 – Внешний вид продуктов молочных сгущенных на основе молочной сыворотки с сахаром

Образцы № 1–4 обладали приятным чистым и сладким вкусом, с легким привкусом сыворотки. Стоит отметить так же, что сладость продуктов на основе гидролизованной сыворотки (образцы №1, №3, №4) отличалась от классического сладкого вкуса сгущенного молока с сахаром и образца №2, т.к. образовавшиеся в процессе распада молочного сахара моносахара придавали продукту более мягкий сладкий вкус схожий с медовым. В образце №2 наблюдалась усиленная песчанистость, что является пороком и недопустимо для данной группы продукции. Дальнейшие

реологические исследования проводились с продуктами, выработанными из гидролизованной молочной сыворотки и контрольным образцом.

Консистенция сладких сгущенных продуктов на основе гидролизованной сыворотки незначительно отличалась от консистенции цельного сгущенного молока с сахаром. Образцы №1, №3, №4 обладали более текучей, чем контрольный образец, консистенцией. Реограммы исследуемых образцов представлены на рисунках 2–5.

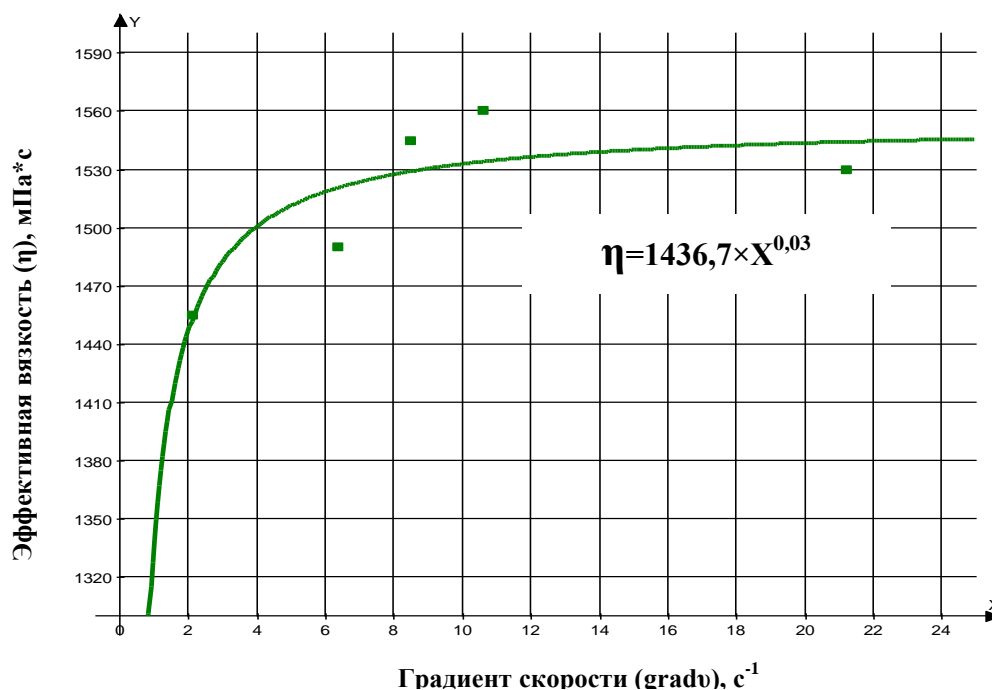


Рисунок 2 – Реограмма образца молочного сгущенного продукта с сахаром с массовой долей жира 7,5 % (образец №1 при температуре 20,0°C)

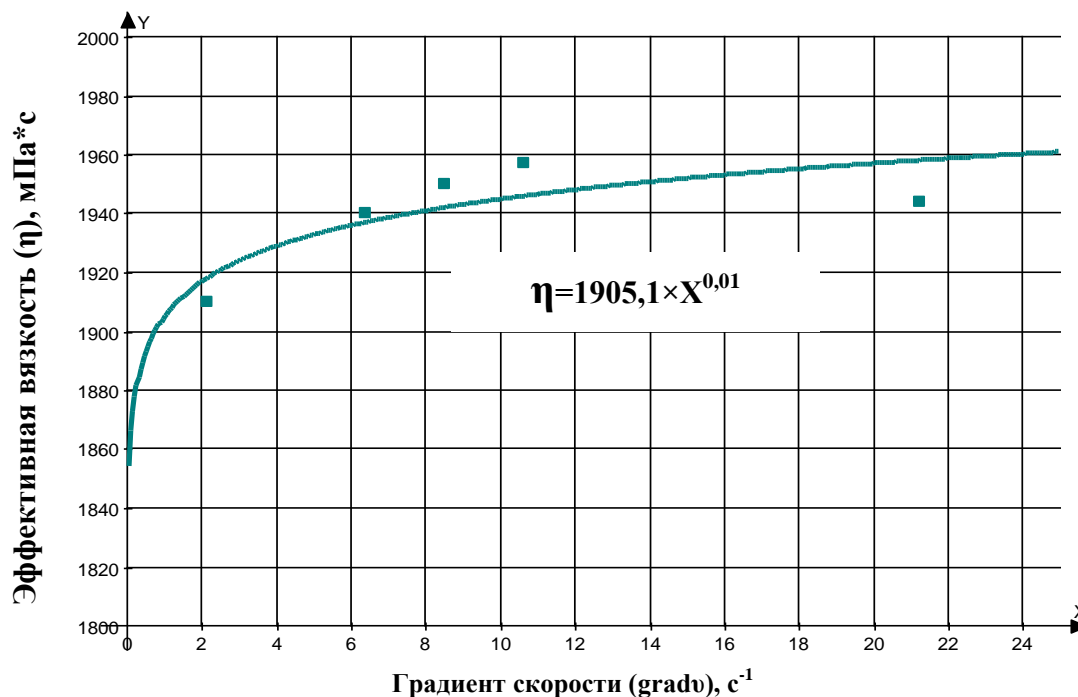


Рисунок 3 – Реограмма образца молочного сгущенного продукта с сахаром с массовой долей жира 3,2% (образец №3 при температуре 20,0°C)

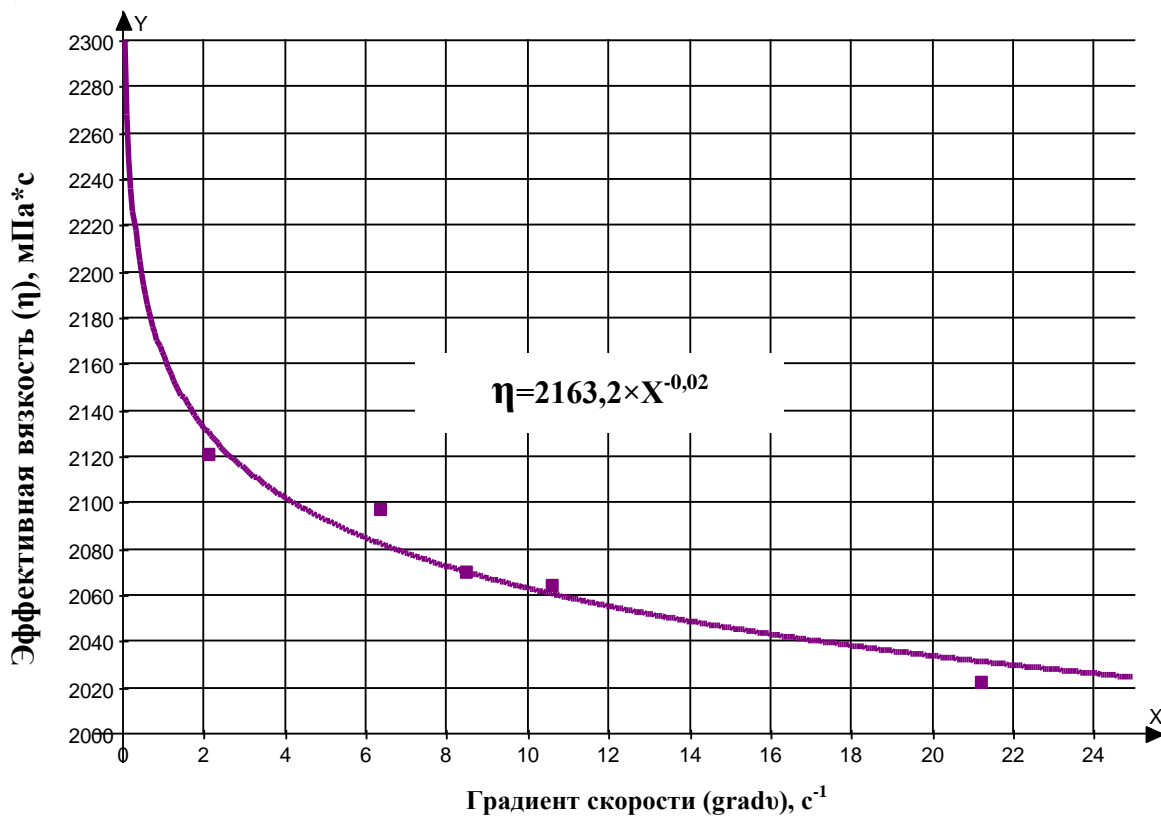


Рисунок 4 – Реограмма образца молочного сгущенного продукта с сахаром обезжиренного (образец №4 при температуре 20,0°C)

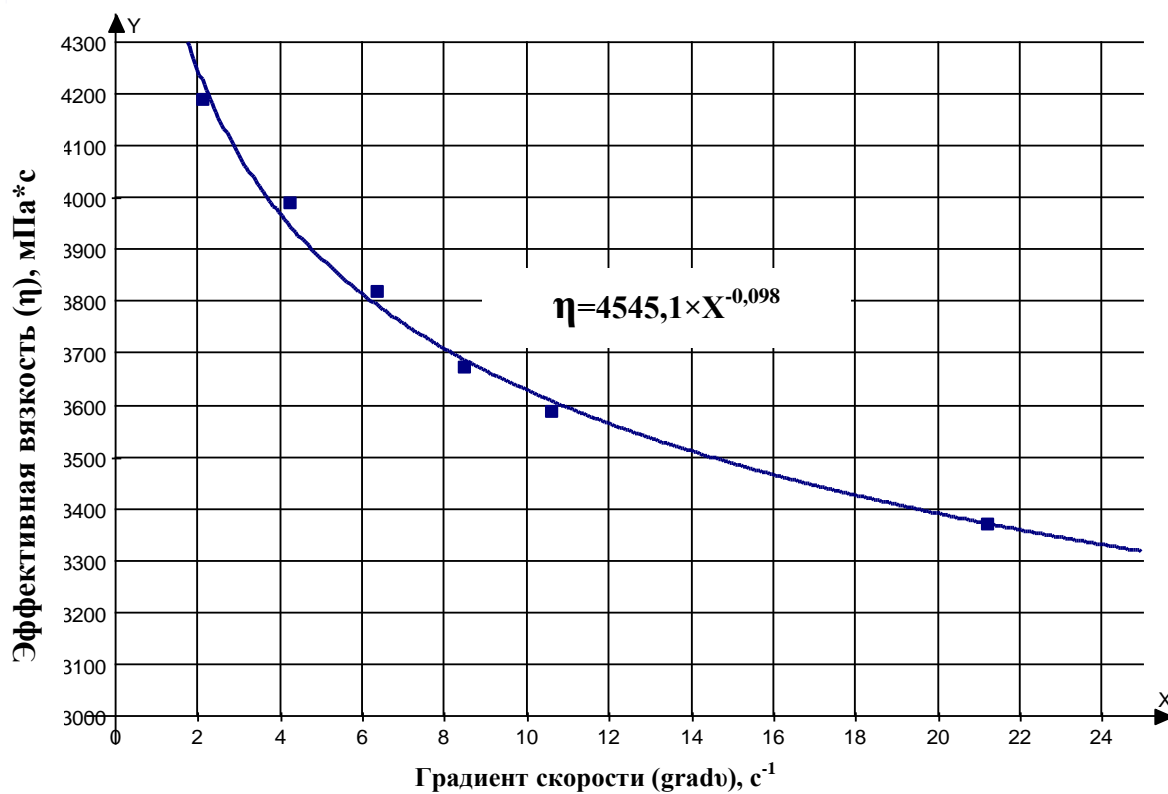


Рисунок 5 – Реограмма образца молока цельного сгущенного с сахаром (контрольный образец при температуре 20,0°C)

Исходя из полученных уравнений регрессии, описывающих зависимость вязкости от градиента скорости, определили показатели эффективной вязкости исследуемых образцов. Так эффективная вязкость молочного сгущенного продукта с сахаром на основе гидролизованной сыворотки с массовой долей жира 7,5% при градиенте скорости  $1 \text{ с}^{-1}$  и температуре  $20,0^\circ\text{C}$ , составила  $1437 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , молочного сгущенного продукта с сахаром на основе гидролизованной сыворотки с массовой долей жира 3,2% –  $1905 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , обезжиренного молочного сгущенного продукта с сахаром на основе гидролизованной сыворотки –  $2163 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , молока цельного сгущенного с сахаром –  $4545 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ .

Анализ полученных данных показал, что эффективная вязкость сгущенных молочных продуктов на основе гидролизованной молочной сыворотки меньше, чем у классического цельного сгущенного молока с сахаром, что объясняется меньшим содержанием сахара и казеина в составе опытных образцов.

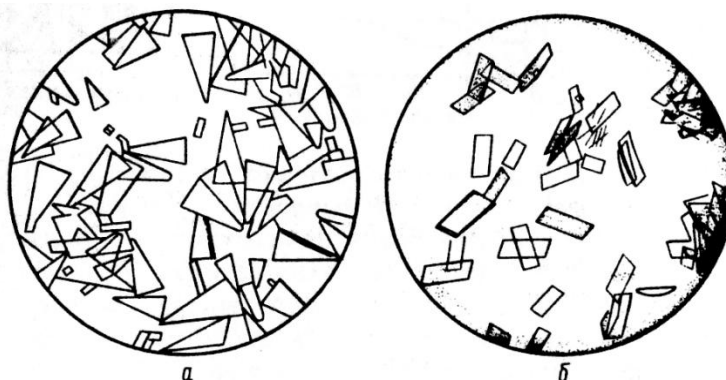
Сравнивая показатели эффективной вязкости внутри группы сладких продуктов из гидролизованной сыворотки можно сделать вывод о снижении вязкости с повышением массовой доли жира, что совпадает с литературными данными [5].

Помимо вязкости важной характеристикой для сгущенных молочных продуктов является наличие и размер кристаллов лактозы в продукте, так, одним из самых распространенных пороков консистенции, для данной группы продуктов, являются мучнистость и песчаность, вследствие неконтролируемой кристаллизации лактозы в процессе производства и реализации продукта. В таблице 2 представлены справочные данные по показателям эффективности процесса кристаллизации лактозы [2].

Таблица 2 – Показатели оценки кристаллизации сгущенных молочных продуктов

Количество кристаллов в $1 \text{ мл}^3$ сгущенного молока с сахаром, тыс	Средний размер кристаллов, мкм	Консистенция сгущенного молока с сахаром
400–300	Не более 10	Однородная
300–100	12–15	Слабомучнистая
100–50	16–20	Мучнистая
50–25	21–24	Сильномучнистая
Менее 25	Более 25	Песчаная

Внешний вид кристаллов  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм лактозы показан на рисунке 6. Отличительная особенность  $\alpha$ -формы – усеченная пирамида, а  $\beta$ -формы – четкие параллелепипеды [6]. В сгущенных молочных продуктах лактоза в основном находится в виде  $\alpha$ -формы – моногидрата.



а –  $\alpha$ -форма; б –  $\beta$ -форма

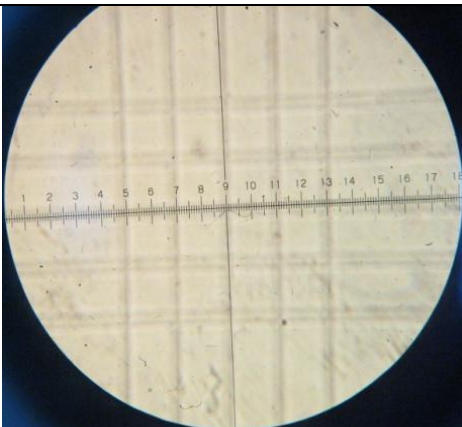
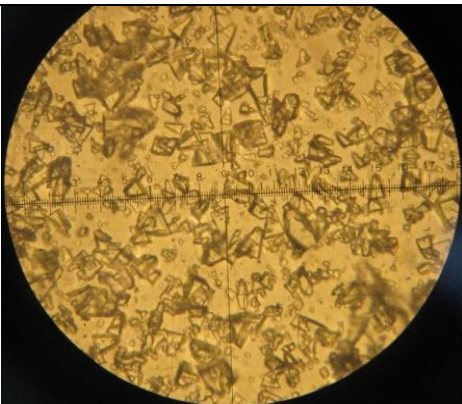
Рисунок 6 – Внешний вид кристаллов молочного сахара

Так как молочная сыворотка является высоколактозным сырьем - среднее содержание лактозы в концентрированной до 20% сухих веществ сыворотке составляет 13%–15%, использование ее в качестве основы сгущенного молочного продукта

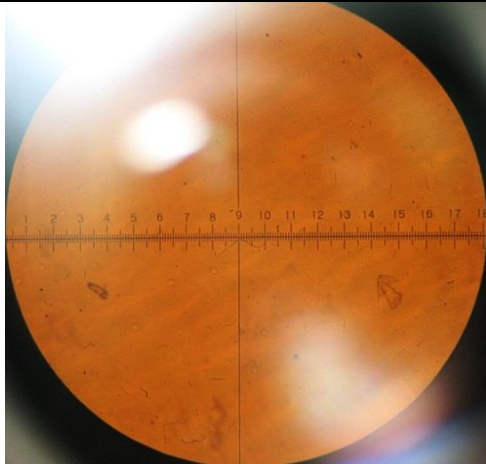



определяет некоторые технологические особенности их производства. Проведение направленной массовой кристаллизации молочного сахара затравкой мелкокристаллической лактозы в ходе ступенчатого охлаждения сгущенного продукта на основе не гидролизованной сыворотки не обеспечило получение оптимальной консистенции готового продукта. В образце №2 наблюдалась песчаная консистенция, усиливающаяся в процессе его хранения, что подтверждает необходимость проведения гидролиза лактозы в сыворотке, используемой для производства сладких сгущенных продуктов. Образцы №1, №3 и №4, как свежеработанные, так и в процессе хранения обладали однородной консистенцией, что подтверждают результаты микроскопирования анализируемых продуктов (таблица 3). Методом микроскопирования исследовались образцы с песчаностью (образец №2) и обезжиренный продукт (образец №4), в котором жировые шарики не создавали помех для оценки микроскопической картины.

Таблица 3 – Оценка образования кристаллов в сгущенных молочных продуктах на основе молочной сыворотки

Наименование образца	Изображение (400-кратное увеличение)	Описание
Камера Горяева (без образца)		Цена деления шкалы 25 мкм, длина стороны малого квадрата камеры Горяева 50 мкм
Образец №2 – Продукт сгущенный на основе не гидролизованной молочной сыворотки		Средний размер кристаллов 30–40 мкм

Продолжение таблицы 3

Образец №4 – Продукт сладкий сгущенный на основе гидролизованной молочной сыворотки (свежевыработанный)		Наблюдаются единичные кристаллы лактозы (размер 10–15 мкм)
Образец №4 – Продукт сладкий сгущенный на основе гидролизованной молочной сыворотки (3 месяца хранения)		Наблюдаются единичные кристаллы лактозы (размер 20–30 мкм) и сахарозы (более 50 мкм)

По результатам микроскопирования видно, что в продукте, изготовленном из не гидролизованной сыворотки, не смотря на проведенную направленную кристаллизацию лактозы мелкокристаллической затравкой, средний размер 30–40 мкм и многочисленное количество молекул молочного сахара обуславливают ощутимую песчанность консистенции. В сладком обезжиренном сгущенном продукте (образец №4) на основе гидролизованной молочной сыворотки размер кристаллов лактозы составлял 10–15 мкм и наблюдались они в единичном количестве, а в процессе хранения отмечался их незначительный рост до 20–30 мкм, а также единичный рост кристаллов сахарозы.

**Заключение.** Анализ реологических и органолептических характеристик сладких сгущенных молочных продуктов на основе молочной сыворотки показал, что полученные консервы обладают приятным вкусом, от светло желтого до желтого цветом, вязкой и текучей консистенцией, но меньшей эффективной вязкостью, чем у цельного сгущенного молока с сахаром. Микроскопирование исследуемых образцов подтвердило необходимость применения ферментативного гидролиза лактозы сыворотки, используемой для производства сгущенных молочных продуктов, исключающего возможность неконтролируемой кристаллизации лактозы в процессе изготовления и хранения данной группы молочных консервов.

### Список использованных источников

1. Пирогов, А.Н. Методика определения вязкости молочных консервов на ротационном вискозиметре / А.Н. Пирогов, Н.А. Пирогова, А.В. Шилов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – №4. – С. 46–48.
2. Pirogov, A.N. Metodika opredeleniya viazkosti molochnih konswrrov na rotacionnom viskozimetre / A.N. Pirogov, N.A. Pirogova, A.V. Shilova // Hranenie I pererabotka sel'hozsiriya. – 2006. - №4. – S. 46-48.
2. Галстян, А.Г. Краткий справочник специалиста молочно-консервного производства / А.Г. Галстян и др. – М.: Издательство ООО «Ритм», 2011. – 152 с.

Galst`an, A.G. kratkiy spravochnik specialista molochno-konservnogo proizvodstva / A. G. Galst`an i dr.- M: Izdatelstvo OOO «Ritm», 2011. – 152 s.

3. Синельников, Б.М. Лактоза и её производные / Б.М. Синельников и др. – М.: Издательство профессия, 2007. – 767 с.

Sinel`nikov, B. M. Laktoza i ee proizvodnie / B. M Sinel`nikov i dr. – M: Izdateľstvo professi`a, 2007. – 767 s.

4. Дымар, О.В. Анализ показателей активности воды в сгущенных молочных продуктах с сахаром на основе молочной сыворотки / О.В. Дымар, Л.Н. Соколовская // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр., Вып. № 10 – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2016. – С.169–175.

Dymar, O.V. Analiz pokazateley aktivnosti vody v sguschennih molochnih produktah s saharom na osnove molochnoy sivorotki / O.V. Dymar, L.N. Sokolovskaya // Aktual`nie voprosi pererabotki miasnogo i molochnogo sirya: sb. nauch. Tr., Vip. №10 – Minsk: RUP «Institute for the Meat and Dairy Industry», 2016. – S.169–175.

5. Кузнецов, О.А. Реология пищевых масс : учебное пособие / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.

Kuznecov, O.V. Reologiya pischevih mass: uchebnoe posobie / O.A. Kuznecov, E.V. Voloshin, R.F. Sagitov. – Orenburg: GOU OGU, 2005. – 106 s.

6. Храмцов, А.Г. Молочный сахар. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

Hramcov, A.G. Molochniy sahar. – M: Agropromizdat, 1987. – 224 s.

*Т.Н. Забело, аспирант, Т.А. Савельева, к.в.н., доцент,  
О.В. Дымар, к.т.н., доцент, Н. Муавад, аспирант  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

*T. Zabelo, T. Savelieva, O. Dymar, N. Muavad  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **EVALUATION METHODOLOGY OF GRANULOMETRIC COMPOSITION OF THE FAT PHASE OF DAIRY PRODUCTS**

*e-mail: list.zabelo@tut.by, t.savelyeva@tut.by, dymarov@tut.by, nazihmaw@gmail.com*

*В статье представлен анализ влияния гомогенизации концентрированных методом ультрафильтрации смесей, нормализованных по жиру, на технологические свойства смесей, идущих на производство жирного йогурта. Полученные результаты микроскопирования исследуемых образцов подтверждают эффективность гомогенизации, а проведенный анализ позволяет установить рациональные режимы гомогенизации смесей.*

*The article presents the analysis of the influence of homogenization of mixtures concentrated by ultrafiltration, normalized for fat, on the technological properties of mixtures, used for the production of fat yogurt. The results obtained by microscope of the studied samples prove the efficiency of homogenization; and the analysis allows establishing a rational modes of homogenization of the mixtures.*

**Ключевые слова:** обезжиренное молоко; ультрафильтрация; нормализация; гомогенизация; йогурт; синерезис; органолептические показатели.

**Keywords:** skim milk; ultrafiltration; normalization; homogenization; yoghurt; syneresis; organoleptic indicators.

**Введение.** Традиционный способ повышения сухих веществ в молочной основе достигается путем добавления сухого молока, однако, в настоящее время повысить содержание сухих веществ йогурта возможно путем концентрирования молока баромембранными методами, применение которых позволяет получать греческий йогурт [1, 2]. Следует отметить, что при проведении процесса концентрирования, в целях предотвращения закупорки мембран, рекомендуется работать преимущественно с обезжиренным сырьем, а уже затем проводить нормализацию по жиру. Поэтому при производстве жирных йогуртов представляет интерес изучение влияния гомогенизации на технологические свойства смесей и определение рациональных режимов гомогенизации этих смесей.

Под технологическими свойствами молока принято считать те его свойства, которые обеспечивают правильное проведение технологического процесса и получение стандартного молочного продукта, отвечающего требованиям нормативного документа. Данные свойства различны в зависимости от группы вырабатываемых молочных продуктов. Так, например, при получении кисломолочных продуктов к таким свойствам можно отнести способность молока сквашиваться молочнокислыми бактериями с образованием сгустков нужной консистенции и с другими определенными структурно-механическими свойствами; при получении молочных консервов – термоустойчивость белков молока (способность выдерживать высокотемпературную обработку); при выработке сыра и творога – способность молока к сычужному свертыванию и т.д. [3].

В настоящее время наиболее распространены только некоторые из них – термоустойчивость и сычужная свертываемость, поскольку для контроля остальных

свойств необходимы быстрые, точные и легко воспроизводимые методы контроля, которые пока отсутствуют.

Исходя из вышеизложенного, в качестве технологического свойства концентрированных смесей, идущих на производство жирных йогуртов, выбраны их способность удерживать сыворотку после проведения сквашивания и органолептические показатели готового йогурта.

**Цель исследований.** Целью данных исследований является анализ влияния гомогенизации на технологические свойства нормализованной концентрированной смеси для производства жирного йогурта и определение рациональных режимов гомогенизации смеси.

**Материалы и методы исследований.** Для выработки йогуртов без сахара использовалась нормализованная концентрированная методом ультрафильтрации молочная смесь без гомогенизации или после гомогенизации при различных режимах. Эксперимент проведен на гомогенизаторе HOMOLAB2.

Исследование характеристик полученных продуктов осуществлялось в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Исследование синергетических свойств йогурта осуществлялось с помощью лабораторной центрифуги. В процессе центрифугирования со скоростью вращения 2000 об/мин в течение 30 мин через каждые 5 минут фиксировался объем выделившейся сыворотки из 10 см<sup>3</sup> исследуемого образца йогурта.

Рациональные режимы гомогенизации нормализованных смесей определяли с помощью микроскопа Nikon с 400 кратным увеличением, камеры Горяева (исполнение 3), а также среды ImageJ, в которой реализовано большое количество типовых алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений.

Внешний вид и консистенцию йогуртов определяли визуально.

**Результаты и их обсуждение.** В качестве сырья применяли обезжиренное молоко и сливки 25% жирности. Концентрирование обезжиренного молока проводили на ультрафильтрационной установке до содержания сухих веществ 12%. Концентрированную смесь нормализовали сливками до массовой доли жира 2%. Гомогенизацию образцов проводили при температуре 65±2°С при различных давлениях или вообще без гомогенизации (контроль). Для достижения оптимальной эффективности гомогенизации был выбран двухступенчатый вариант, поскольку в нормализованной смеси повышенное содержание сухих веществ.

Отличительные показатели исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Отличительные показатели исследуемых образцов смеси

контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
	двухступенчатая гомогенизация, МПа		
без гомогенизации	p <sub>1</sub> = 10±2 p <sub>2</sub> = 3±1	p <sub>1</sub> = 12±2 p <sub>2</sub> = 3±1	p <sub>1</sub> = 13±2 p <sub>2</sub> = 4±1
	общее давление p = 13±2	p = 15±2	p = 17±2

Пастеризацию проводили при температуре 90–92°С с выдержкой 2–5 мин, после гомогенизации. Охлажденные пастеризованные нормализованные смеси заквашивали сухой концентрированной закваской термофильного стрептококка и болгарской палочки (ТЛББв, 1 Е.А.) и проводили сквашивание при температуре 40±2°С до получения сгустка. Кислотность полученных сгустков экспериментальных образцов отражена в таблице 2.

Таблица 2 – Титруемая кислотность полученных сгустков различных образцов, °Т

контроль	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
85	75	89	85

Для определения синергетических свойств 10 мл йогурта помещали в мерную пробирку и после центрифугирования со скоростью вращения 2000 об/мин в течение 30 мин через каждые 5 минут фиксировали объем выделившейся сыворотки.

Динамика отделения сыворотки из данных образцов йогурта представлена на рисунке 1.

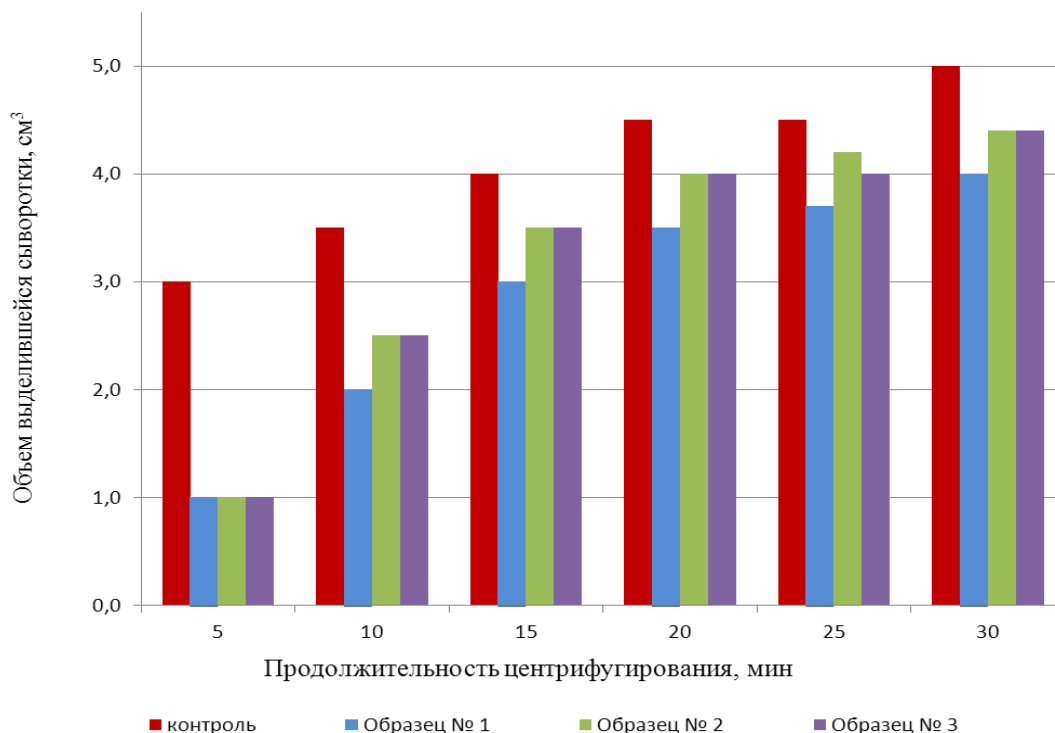


Рисунок 1 – Динамика отделения сыворотки из образцов йогурта, полученных из нормализованного ультрафильтрационного концентрата

Как видно из рисунка 1, гомогенизация жиросодержащей нормализованной смеси благоприятно сказывается на синергетических свойствах йогуртов, полученных из этих образцов. При этом в зависимости от выбранного режима гомогенизации способность отделять сыворотку у йогуртов в среднем снижается на 16%. Пониженная синергетическая способность йогурта – образца № 1, обусловлена тем, что в нем отмечена наименьшая кислотность на момент проведения испытаний.

Кроме того, учитывали влияние гомогенизации нормализованной смеси на такие органолептические показатели готового йогурта как консистенция и внешний вид. На рисунке 2 представлен внешний вид образцов йогурта с проведенной гомогенизацией и без нее.



Рисунок 2 – Внешний вид различных образцов йогурта

Выявлено, что с давлением более  $15 \pm 2$  МПа исчезает такой порок йогурта как крупитчатость, а сам сгусток после перемешивания имеет однородную консистенцию с характерной глянцевой поверхностью (рисунок 2, образец № 2).

В ходе эксперимента эффективность гомогенизации определяли методом отстаивания и изучая микроскопические картины образцов негомогенизированной и гомогенизированных концентрированных смесей.

Определение эффективности гомогенизации методом отстаивания относительно простой, поскольку для его проведения необходимы приборы и реактивы те же, что и для определения массовой доли жира. Принцип метода отстаивания заключается в измерении разницы между содержанием жира в верхнем и нижнем слоях образца после его отстаивания при температуре  $10^\circ\text{C}$  в течение 48 ч. Разницу в содержании жира в двух слоях молока, показывающую степень отстаивания жира  $X$ , %, рассчитывали по формуле (1):

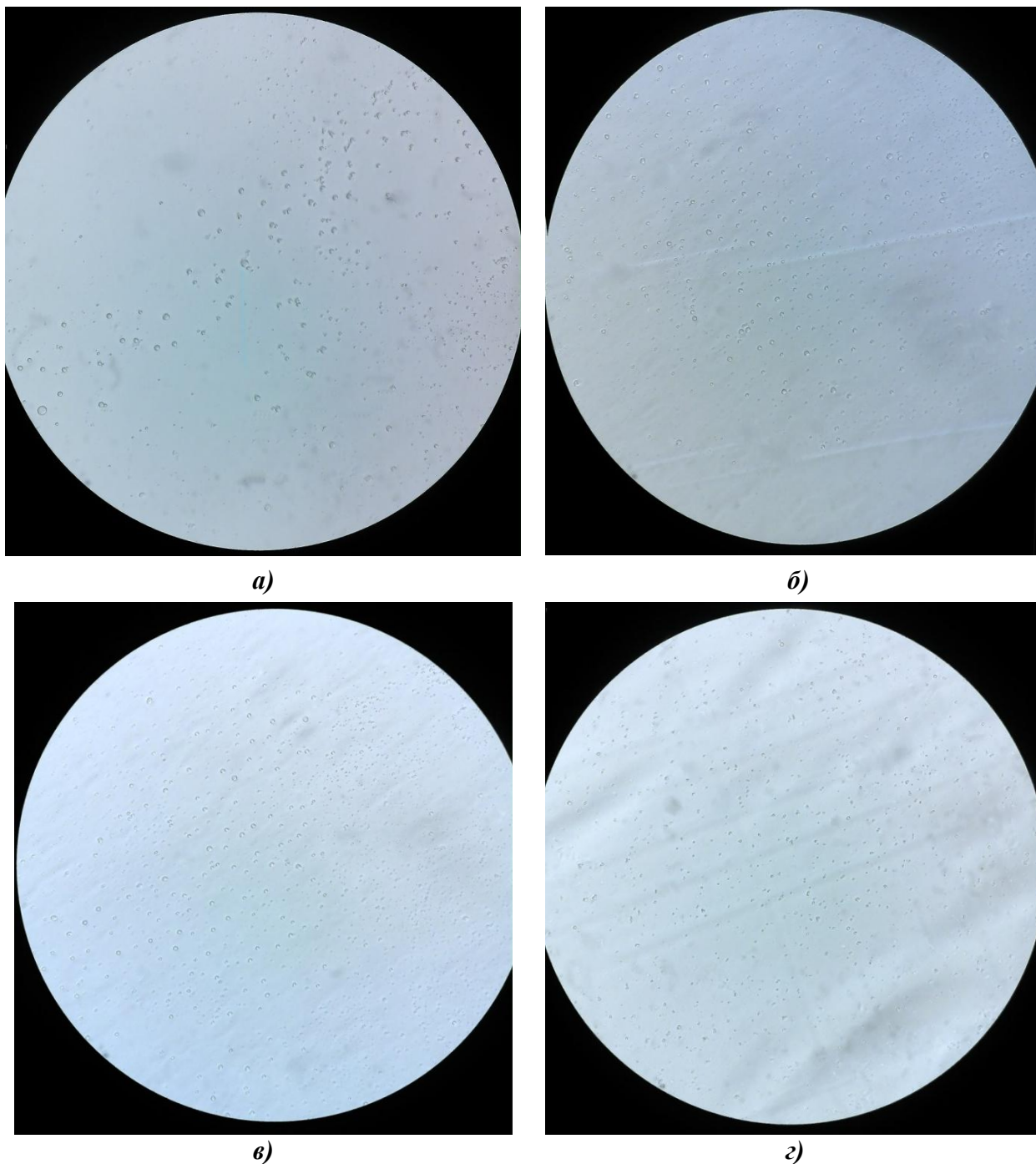
$$X = \frac{Ж_1 - Ж_2}{Ж_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $Ж_1$ ,  $Ж_2$  – массовая доля жира в верхнем и нижнем слое соответственно, %.

Чем больше степень отстаивания жира, тем ниже эффективность гомогенизации молока. В идеале эта величина не должна превышать 10%.

Результаты определения эффективности гомогенизации данным методом показали одинаковую – нулевую степень отстаивания жира у всех исследуемых образцов (таблица 1), что обусловлено недостаточно большим содержанием жира и повышенным содержанием сухих веществ (особенно белка), что и способствовало стабилизации жировой фазы в смеси.

Кроме этого, для определения эффективности гомогенизации исследовали микроскопические картины. Предварительно из полученных образцов нормализованных смесей готовили разведение: 1 мл смеси разбавляли дистиллированной водой в мерной колбе емкостью 100 мл до метки. Затем переносили каплю на зазор камеры Горяевой и делали снимки при увеличении в 400 раз (объектив 40 и окуляр 10). Полученные картины представлены на рисунке 3.



*а) – контроль; б) – образец №1; в) – образец № 2; з) – образец № 3*

Рисунок 3 – Снимки жировых шариков в исследуемых образцах (ув. 400)

Для обработки графической информации применялась среда ImageJ, в которой реализовано большое количество типовых алгоритмов обработки и анализа цифровых изображений [4].

Для калибровки изображений и перехода к физическим единицам измерения осуществлялась микросъемка эталонного объекта – объект микрометра с нанесенной линией известной длины  $1\text{мм}=1000\text{ мкм}$  (рисунок 4).



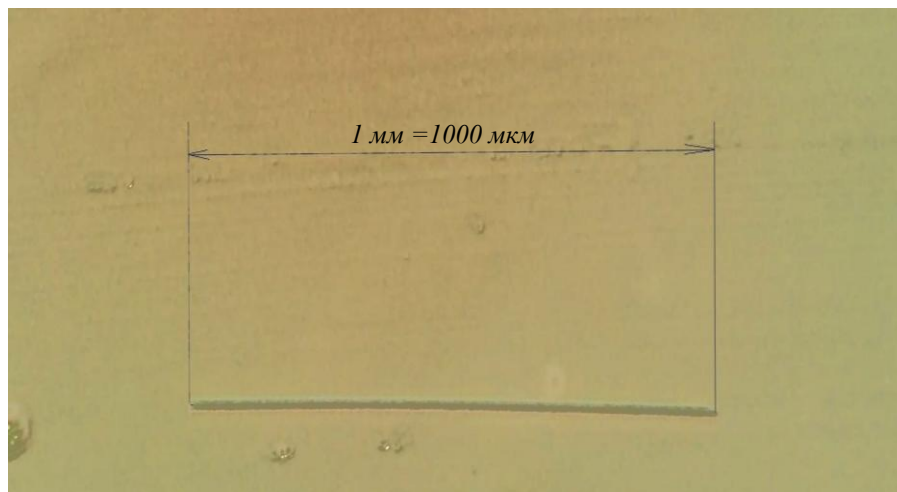


Рисунок 4 – Снимок объект микрометра для микроскопа отраженного света

Поскольку цвет пробы не представлял интереса, осуществили преобразование изображений проб в режим 8-bit. Затем на основе цифрового изображения с известной длиной (рисунок 4), шкалировали размеры жировых шариков, зафиксированных на снимках. После проведенных операций, осуществляют поиск и анализ размера жировых шариков на изображении в соответствии с заданными параметрами Analyze Particles.

Пример выходного графического изображения с опцией Overlay Outlines представлен на рисунке 5. Также в результате работы процедуры Analyze Particles формируется таблица, содержащая перечень свойств всех обнаруженных объектов.

Полученная таблица содержит информацию о площади обнаруженных объектов в выбранной на этапе шкалирования размерности ( $\text{мкм}^2$ ), среднем, минимальном и максимальном значении выборки, а также порядковый номер объекта. Формат Excel сохранения представленной таблицы позволяет в дальнейшем провести анализ полученных данных в любых пакетах обработки информации.

Для дальнейшего анализа также целесообразно осуществить переход от единиц площади  $S_{\text{ж.ш.}}$ ,  $\text{мкм}^2$ , к радиусу объекта  $r_{\text{ж.ш.}}$ ,  $\text{мкм}$  (формула 2), эти расчеты также можно выполнить в любых пакетах обработки информации.

$$r_{\text{ж.ш.}} = \sqrt{\frac{S_{\text{ж.ш.}}}{\pi}}, \quad (2)$$

где  $r_{\text{ж.ш.}}$  – радиус жирового шарика,  $\text{мкм}$ ;  
 $S_{\text{ж.ш.}}$  – площадь жирового шарика,  $\text{мкм}^2$ .

Зная, что средний размер (диаметр) жировых шариков составляет 2–4  $\text{мкм}$  (с колебаниями от 0,1 до 20  $\text{мкм}$ ) после проведения вышеперечисленных операций, строили вариационный ряд распределения для опознанных жировых шариков каждой пробы образцов смеси. Для наглядного представления полученных данных строили гистограмму, представленную на рисунке 6.

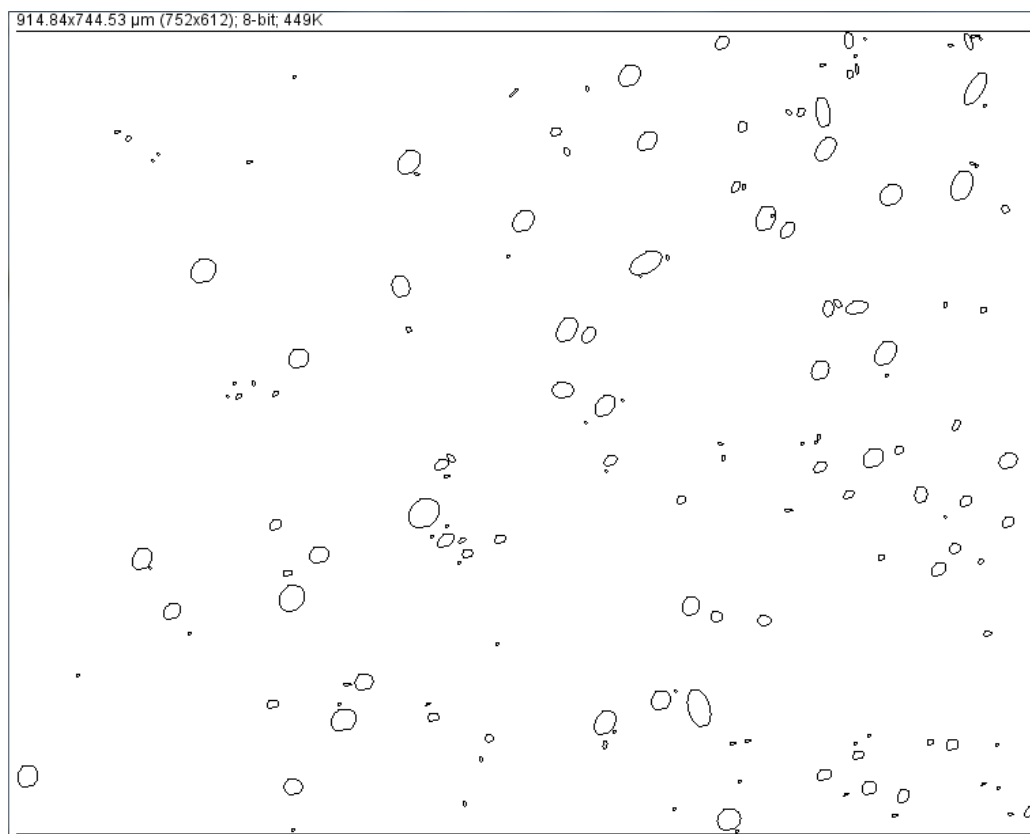


Рисунок 5– Графическое изображение пробы негомогенизированного образца смеси

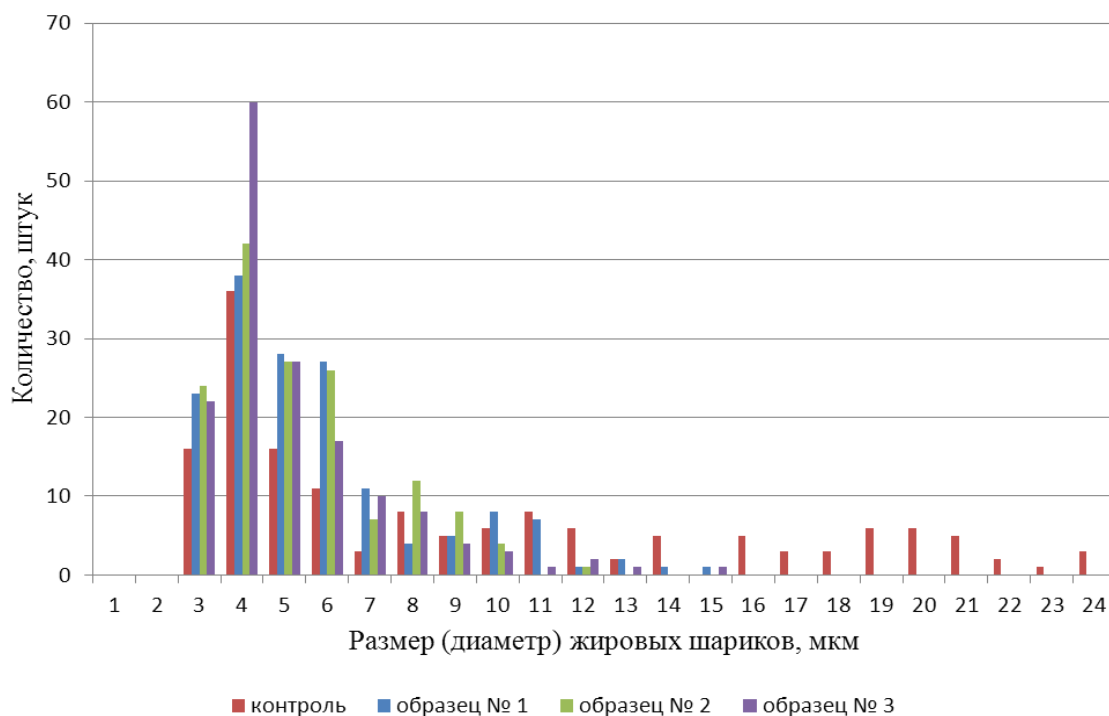


Рисунок 6 – Гистограмма распределения жировых шариков для различных образцов смеси

Гистограмма на рисунке 6 показывает, что наилучшее диспергирование жировой фракции нормализованной смеси достигнуто в образце №2, для которого двухступенчатую гомогенизацию проводили при следующих режимах: температура  $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ , давление на первой ступени  $10\pm 2$  МПа, на второй –  $3\pm 1$  МПа.

**Заключение.** Установлено влияние гомогенизации нормализованной смеси на технологические свойства смесей для производства жирных йогуртов – синергетическую способность и органолептические показатели йогуртов. Показано, что с увеличением давления гомогенизации нормализованных смесей, у готовых йогуртов на их основе повышается способность удерживать сыворотку в среднем на 16%, а с общим давлением более  $15\pm 2$  МПа исчезает такой порок йогурта как крупитчатость и сгусток йогурта после перемешивания имеет однородную консистенцию с характерной глянцевой поверхностью.

Проведенные методы определения эффективности гомогенизации высокобелковой жирной нормализованной смеси дали понять, что метод отстаивания не обладает требуемой точностью, а вот проведение и анализ микроскопической картины – не только наглядны, но позволяет сравнивать полученные результаты. Таким образом, на основании сравнительного анализа методов определения эффективности гомогенизации, установлены рациональные режимы гомогенизации смесей, идущих на производство жирного йогурта. При этом наилучшим определен двухступенчатый режим гомогенизации при следующих параметрах: температура  $65\pm 2^\circ\text{C}$  давление на первой ступени  $10\pm 2$  МПа, на второй –  $3\pm 1$  МПа. Следует также отметить, что с помощью вышеописанной методики возможна оценка гранулометрического состава и других фракций молочных смесей, идущих не только для производства йогуртов, но и иных молочных продуктов.

#### Список использованных источников

1. Забегалова, Г.Н. Повышение белка в готовом продукте. Применение ретентата обезжиренного молока при производстве йогурта / Г.Н. Забегалова, Л.И. Чуракова // Молочная река. – 2015. – № 3 (59). – С. 38.

Zabegalova, G.N. Povyshenie belka v gotovom produkte. Primenenie retentata obezhirennogo moloka pri proizvodstve jogurta / G.N. Zabegalova, L.I. Churakova // Molochnaja reka. – 2015. – № 3 (59). – S. 38.

2. Кашина, Е.Д. Греческий йогурт // Молочная промышленность. – 2015. – № 9. – С. 38–39.

Kashina, E.D. Grecheskij jogurt // Molochnaja promyshlennost'. – 2015. – № 9. – S. 38–39.

3. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 352 с.

Gorbatova, K.K. Fiziko-himicheskie i biokhimicheskie aspekty proizvodstva molochnyh produktov. – SPb. : GIORД, 2004. – 352 s.

4. ImageJ [Электронный ресурс] / Домашняя страница ImageJ – Режим доступа: <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>. – Дата доступа: 17.01.2017.

ImageJ [Jelektronnyj resurs] / Domashnjaja stranica ImageJ – Rezhim dostupa: <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>. – Data dostupa: 17.01.2017

*Б.Н. Берлин, к.т.н.*

*Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Республика Беларусь*

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОДУКТ ИЗ ДЕНАТУРИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО БЕЛКА**

*B.N. Berlin, Ph.D.*

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock, Zodino,  
Republic of Belarus*

## **INNOVATIVE PRODUCT FROM DENATURED DAIRY PROTEIN**

*e-mail: bnberlin@mail.ru*

*В статье проведен анализ продукта, полученного путем денатурации молочного белка. Полученный продукт получил условное название – лактогель и, как предполагает автор, обладает антигрибковым и антибактериальным свойствами, который можно использовать в качестве субстанции для создания медицинских, ветеринарных, косметических препаратов, БАДов, продуктов детского питания. Всё нижеизложенное является научной гипотезой.*

*The article analyzes the product obtained by denaturing milk protein. The obtained product received a conditional name - lactogel and, as suggested by the author, has antifungal and antibacterial properties, which can be used as a substance for the creation of medical, veterinary, cosmetic products, dietary supplements, baby food products. All of the following is a scientific hypothesis.*

**Ключевые слова:** лактоферрин; молоко; лактогель; молочные продукты; денатурация белка; электрофорез.

**Keywords:** lactoferrin; milk; lactogel; dairy; denaturation of the protein; electrophoresis.

**Введение.** Со времени открытия лактоферрина в середине 30-х годов прошлого столетия, этот полифункциональный белок является объектом пристального изучения, не только в плане научных исследований, но и применительно к созданию всё более совершенных технологий его промышленного получения. Это выразилось в неуклонном росте объёмов его производства во всём мире. Даже самые осторожные прогнозы мировых потребностей этого белка составляют 90 тонн в год [1]. По мнению некоторых авторов [2] свыше половины населения США регулярно принимает лактоферриносодержащие препараты.

В Беларуси, также начата работа по организации промышленного производства рекомбинантного человеческого лактоферрина из молока трансгенных коз. В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» создана экспериментальная ферма по содержанию трансгенных коз, молоко которых и должно стать сырьём для получения человеческого лактоферрина. Все технологии выделения лактоферрина предполагают, что исходные природные или трансгенные продукты, которые используются для его получения, имеют в своём составе белок лактоферрина в готовой форме и определённом (как правило, весьма ограниченном) количестве.

**Результаты и их обсуждение.** Лактогель – продукт, полученный на основе коровьего молока (начальное содержание молока при формировании исходного состава, из которого получают лактогель, составляет от 74% до 86%), представляет собой субстанцию, которая в зависимости от степени дегидротации, может иметь консистенцию от «жидкая сметана» до «густая мазь».

Технология получения лактогеля получила название «лактогель-технология».

Использование лактогель-технологии при производстве молочных продуктов (экспериментально пока получены образцы творога и двух видов мягких сыров), даёт оригинальные результаты. Указанные молочные продукты при использовании в производстве лактогель-технологии приобретают свойство самосохраняемости, то есть, могут долгое время храниться без герметичной упаковки при комнатной температуре. При этом следует отметить, что консерванты в лактогель-технологии не используются.

В составе лактогеля, как считает автор, содержатся денатурированные белки, а предварительные испытания показали, что продукт обладает антигрибковой и антибактериальной активностью. Более того, по мнению автора, используя различные условия и степень денатурации, можно получить из коровьего молока лактоферрин, отличный по своим свойствам от лактоферрина, который получают из молока при существующих технологиях. Если предположить, что лактоферрин синтезируется организмом, как ответ на внешнюю или внутреннюю угрозу стабильности, то очевидно его количество будет повышаться, чем больше такая угроза. Таким образом, если удастся смоделировать *in vitro* такие условия, то можно выделить значительно больше лактоферрина, чем это имеет место при нынешних технологиях. Возможно, что имеет место и иная схема процесса. Оба изложенных подхода возможного механизма синтеза лактоферрина ещё требуют своего изучения. Рассмотрим некоторые аспекты, которые, делают возможной высказанную гипотезу о синтезе лактоферрина, как ответной реакции на внешнее воздействие. Наибольшее внимания заслуживают два из них. Известно, что лактоферрин – полифункциональный белок, он обладает антибактериальными, антивирусными, противогрибковыми, противопаразитарными, антиканцерными, антиоксидантными, противовоспалительными, иммуномодуляционными, регенеративными свойствами [1].

Таким образом, лактоферрин должен обладать очень высокой биологической активностью. Если белок с такими свойствами постоянно присутствует в организме, он неминуемо должен взаимодействовать с окружающими его молекулами других биологических компонентов. При этом он должен утратить свою биологическую активность и перейти в более стабильную форму. Логично предположить, что биологически активный лактоферрин синтезируется организмом непосредственно, когда это для организма требуется. Возможно, что для такого синтеза необходимой составляющей, участвующей в процессе, являются бактерии (вирусы), конкретный характер которых определяет вид образующегося лактоферрина. Этим можно объяснить многообразие видов этого белка, выявленных при его исследовании [4]. Другим важным подтверждением, говорящим в пользу высказанной гипотезы синтеза лактоферрина является тот факт, что получаемый *in vitro* лактоферрин возможно является не нативным, а денатурированным белком. Существующие технологии его выделения из молока предполагают использование химически активных веществ (например, кислот), что не может не вызвать процесса денатурации. Отсюда, можно сделать вывод, что лактоферрин, если он изначально присутствует в молоке в «готовом виде», должен подвергнуться денатурации при его выделении из этого продукта. Таким образом, если считать, что лактоферрин содержится в молоке в готовой форме, полученный из молока в «чистом» виде лактоферрин всё равно не будет полностью аутентичен лактоферрину, входящему в состав молока. Это противоречие устраняется, если предположить, что и в организме, и в ходе процесса выделения лактоферрина из молока, происходит молекулярный синтез этого белка при создании сходного по характеру внешнего воздействия. Предложенная гипотеза молекулярного синтеза лактоферрина, могла бы рассматриваться, как чисто теоретическое предположение, если бы не получение лактогеля. Лактогель в концентрированном виде представляет густую пасту, которая может долго храниться при комнатной температуре в негерметичной упаковке. При этом отмечена только незначительная кристаллизация продукта. Пока не ясно, является ли

входящий в состав лактогеля лактоферрин нативным или денатурированным белком. Если это денатурированный белок, то возможно он существенно отличается от коровьего лактоферрина, получаемого из молока с помощью существующих технологий. Это объясняется существенным различием между существующими технологиями и способом получения лактогеля. Автор пришел к выводу, что с точки зрения практической целесообразности (прежде всего это экономические факторы), можно непосредственно использовать лактогель в качестве субстанции для создания медицинских, ветеринарных, косметических препаратов, БАДов, продуктов питания.

Анализируя молоко в качестве основной исходной субстанции, наличие антибактериальных и антигрибковых свойств, способность лактогеля интенсивно насыщаться ионами железа, сохранность молочных продуктов при комнатных температурах, что указывает на то, что эти продукты также приобретают антибактериальные свойства, автор выдвигает гипотезу о том, что использование лактогель-технологии обеспечивает появление в молочных продуктах нового вида денатурированного молочного белка.

Сам термин «лактоферрин», указывает на то, что этот молочный белок обладает функциями переноса и распределения ионов железа. Защитные свойства лактоферрина молока определяются тем, что белок оказывает бактериостатическое воздействие на микрофлору кишечника, связывая в кишечнике железо и делая его недоступным для микроорганизмов. В целом, главной функцией лактоферрина в организме является транспортировка и распределение железа, а также его способность «отбирать» жизненно необходимое железо у вредоносных бактерий.

Были проведены предварительные эксперименты подтверждающие, что лактогель имеет свойство активного насыщения ионами железа. С этой целью водная суспензия лактогеля была подвергнута электрофорезу. При электрофорезном воздействии наблюдалось интенсивное выпадение частиц лактогеля в осадок в катодной зоне при одновременном нагреве суспензии и пенообразовании в анодной зоне.

Наиболее важным является тот факт, что процесс электрофореза сопровождался интенсивным снижением массы катода, то есть стальной катод активно переносился в дисперсионную среду в виде заряженных катионов. Отсутствие увеличения массы анода указывает на то, что имел место не простой перенос заряженных частиц от одного электрода к другому, а происходило насыщение частиц лактогеля железом, что делало их электрически нейтральными и приводило к выпадению в осадок в катодной зоне. Полученный осадок легко поддается фильтрации и сушке.

Предполагается, что насыщение лактогеля железом (хотя и не такое интенсивное, как при электрофорезе) имеет место и при его получении, если этот технологический процесс производится в стальных ёмкостях.

Таким образом, можно считать, что выделяемый из молока лактоферрин, независимо от технологии его получения, это денатурированный белок, который сохранил высокую биологическую активность, определяющую его полифункциональные свойства.

Возникает вопрос, каким образом, денатурированный молочный белок может приобрести свойства биологической активности, которые присущи лактогелю? За счёт чего, может возрасти содержание биологически активного белка в лактогеле по сравнению с составом исходного молока?

Попробуем теоретически обосновать ответы на эти вопросы. При денатурации молочные белки в первую очередь теряют гидратную оболочку, многие функциональные группы и пептидные связи белковой молекулы оказываются при этом на её поверхности и белок становится более реакционноспособным [5]. Если (с некоторым упрощением), считать, что сывороточные белки имеют пространственную форму глобулы, то, очевидно, что её биологическая активность будет тем больше, чем больше поверхность глобулы, лишённой гидратной оболочки.

Если предположить, что технологически возможно остановить на этой стадии процесс дальнейшего разрыва глобулы на отдельные пептидные цепочки, то такая белковая молекула приобрела бы свойство дополнительной биологической активности. Более того, желательнее, чтобы эта технология не только предотвращала бы распад глобулы на отдельные пептидные цепочки, но и создавала бы условия для реновации белковых глобул, если разрыв на отдельные пептидные цепочки всё же произошёл. Такая технология, как уже указывалось, условно названа – «лактогель-технология».

Поставленные выше цели могут быть достигнуты, если в молоко ввести биологический компонент, который обладал бы рядом свойств:

- молекулы компонента должны быть значительно меньше по размерам молекулы белка, с тем, чтобы они могли свободно проникать в пространственную структуру белковой глобулы;

- в ходе удаления гидратной оболочки белковых молекул (например, методом вакуумного нагрева), благодаря своему расположению внутри белковой глобулы, молекулы компонента должны заместить «слабые» водородные и ионные связи, что позволит сохранить глобоидальную форму молекулы;

- молекулы компонента должны быть термически устойчивы, обладать способностью поглощать излишнюю тепловую энергию при дегидротации продукта, без увеличения своей термической подвижности, сохранения глобулы при замене водородных и ионных связей на молекулы компонента.

При термическом воздействии на указанную смесь в ходе плавного повышения температуры будет удаляться гидратная оболочка белковых молекул, одновременно будут освобождаться гидратные связи компонентов. В результате перехода тепловой энергии в кинетическую энергию колебаний внутренней структуры белка произойдёт разрыв относительно слабых водородных и ионных связей, и они будут заменяться термостабильными молекулами компонента. Очевидно, что устойчивость вновь возникших связей внутри белковых глобул будет тем выше, чем выше будет термоустойчивость молекул компонента.

На данном этапе можно предположить, что молекулы компонента могут оказывать и релаксирующее воздействие на молекулы сывороточных белков. Это косвенно подтверждается тем, что пастеризованное коровье молоко, подвергнутое лактогель-технологическому воздействию позволяет получить лактогель внешне (а так же по доступным для исследования свойствам) идентичный лактогелю, полученному из цельного молока. Это обстоятельство является очень важным с точки зрения практического (промышленного) использования лактогель - технологии, поскольку законодательно в пищевых продуктах в Республике Беларусь может быть использовано только пастеризованное молоко.

Кроме основного вводимого компонента, в состав лактогеля входят и другие компоненты, позволяющие обеспечить дополнительные важные свойства этого продукта, которые в данной статье не рассматриваются. При этом следует отметить, что все компоненты, вводимые в исходный состав лактогеля, используются в пищевых производствах, но не относятся к перечню пищевых консервантов.

Таким образом, долговременная сохраняемость лактогеля и молочных продуктов, получаемых с использованием лактогель - технологии, при их хранении при комнатных температурах и в не герметичных упаковках, является следствием вновь приобретённых свойств этих продуктов.

**Заключение.** Резюмируя вышеизложенное можно считать, что лактогель представляет из себя принципиально новый продукт, имеющий достаточно много перспектив практического использования, который необходимо более подробно исследовать. Автор считает, что с прикладной точки зрения более целесообразно получение и использование непосредственно лактогеля, как лактоферриносодержащего

продукта, в отличие выделения лактоферрина в чистом виде. Это определяется следующим:

- получение лактоферрина высокой степени чистоты, является очень затратным процессом, так стоимость лактоферрина, выделенного с помощью применяемых технологий, значительно выше ;
- ещё более затратно производство рекомбинантного лактоферрина человека, получаемого из молока трансгенных животных;
- при получении лактоферрина из молока только весьма ограниченная часть сырья (доли процента) имеет выход в качестве конечного продукта, при этом большая часть полезных для человека составляющих молока, подвергаются утилизации.

Более целесообразно, как с точки зрения экономики, так, и с целью получения организмом человека полезных компонентов, содержащихся в молоке, непосредственное употребление лактогель - продуктов.

Таким образом, производство лактоферриносодержащих продуктов, которые наряду со свойствами лактоферрина, обладают дополнительными положительными качествами, оправдано и функционально, и экономически. Для потребителя лучше выпить стакан недорогого лактоферриносодержащего продукта, чем принять дорогую таблетку, содержащую чистый лактоферрин.

В качестве исходного сырья, оправдано использование коровьего молока, которое в отличие от молока трансгенных животных не является генно-модифицированным продуктом, запрещённым в качестве пищевых в Республике Беларусь.

Технология получения лактогеля несравненно проще и дешевле, чем извлечение «чистого» лактоферрина из природных источников и вполне пригодна для промышленного использования.

Использование лактогель-технологии, применительно к производству ряда молочных продуктов (творог, мягкие сыры), может быть выполнено в условиях существующих производств без существенных дополнительных затрат.

### Список использованных источников

1. Новосёлова, М.В., Обзор современных способов получения рекомбинантного лактоферрина человека с использованием эукариотических и бактериальных клеточных систем / М.В. Новосёлова, А.И. Линник // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4.

Novosjolova, M.V., Obzor sovremennyh sposobov poluchenija rekombinantnogo laktoferrina cheloveka s ispol'zovaniem jeukarioticheskikh i bakterial'nyh kletocnyh sistem / M.V. Novosjolova, A.I. Linnik // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2013. – № 4.

2. Андреев, Д.А. БАД на основе лактоферрина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [transgen.ru/bad.html](http://transgen.ru/bad.html). Дата доступа: 15.05.2017

Andreev, D.A. BAD na osnove laktoferrina [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [transgen.ru/bad.html](http://transgen.ru/bad.html). Data dostupa: 15.05.2017

3. Андреев Д. А. Стоимость лактоферрина человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [transgen.ru/cost.html](http://transgen.ru/cost.html) Дата доступа: 18.05.2017

Andreev D. A. Stoimost' laktoferrina cheloveka [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [transgen.ru/cost.html](http://transgen.ru/cost.html) Data dostupa: 18.05.2017

4. Лактоферрин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wkil>. - Дата доступа: 22.05.2017

Laktoferrin [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ru.wikipedia.org/wkil>. - Data dostupa: 22.05.2017

5. Денатурация белков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [leksii.com/1-1806](http://leksii.com/1-1806). – Дата доступа: 25.05.2017

Denaturacija belkov [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [leksii.com/1-1806](http://leksii.com/1-1806). – Data dostupa: 25.05.2017



*О.И. Вознюк, к.с.-х.н., доцент, Т.Л. Голубенко, к.с.-х.н., старший преподаватель  
Винницкий национальный аграрный университет, Винница, Украина*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В УКРАИНЕ И МИРЕ**

*O. Voznyuk, T. Golubenko  
Vinnytsia national agrarian university, Vinnytsia, Ukraine*

## **FUTURE DEVELOPMENT OF ORGANIC DAIRY PRODUCTS IN UKRAINE AND THE WORLD**

*e-mail: VIO@vsau.vin.ua, Aponas-504@rambler.ru*

Мировой экономический кризис снизил темпы развития органического рынка во всем мире. В настоящее время люди не могут позволить себе более дорогие органические продукты. Но эксперты утверждают, что более состоятельные потребители, которые раньше покупали продукты с этикеткой «био» будут продолжать покупать их. Также они уверены, что как только экономическая система улучшится, органический рынок будет быстро расти. Существует множество скрытых проблем, поэтому нет четкого представления о связи между реальными затратами для аграриев и ценообразованием на разных этапах технологической цепочки производства. В Европе рынок органических продуктов существует уже 30 лет. В Украине рынок органических продуктов развивается очень быстро. Более 40% потребителей готовы покупать продукты более широкого ассортимента по более высоким ценам. Однако украинские производители не могут удовлетворить спрос на «здоровую пищу». Органическое молоко, как правило, производится в основном небольшими семейными фермами без антибиотиков, синтетических гормонов, пестицидов или стимуляторов роста. Животных держат гуманно, они пасутся на сертифицированных пастбищах, и они потребляют только сертифицированные органические корма растительного происхождения. Производство органических продуктов определяется такими тремя параметрами, как экологически чистое сырье, органические ингредиенты и технологический процесс. Вот почему органическое земледелие обладает такими экологическими преимуществами, как сокращение выбросов углерода, закиси азота и метана. Ежегодная сертификация, периодический контроль и соответствующая маркировка обеспечивают

The world economic crisis has reduced the temps of organic market development all over the world. Nowadays people can not afford expensive organic products. But experts say that richer consumers that used to buy the products with "bio" label will continue to buy them. Experts are also sure that as soon as economic system will be improved, the organic market will grow rapidly. There are a lot of hidden problems, that's why there is not a clear idea of the connection between real costs for agrarians and the price formation at different stages of technological production chain. In Europe, the organic market exists already for 30 years In Ukraine organic market is developing very quickly. More than 40 percent of consumers are ready to buy free range products for higher prices. However, Ukrainian producers can not meet the demand for "healthy food". As a rule organic milk is produced mainly by the small family farms without antibiotics, synthetic hormones, pesticides or growth stimulants. The animals are kept humanely, they graze on certified pastures, and they consume only certified organic feeds of plant origin. The production of organic products is determined by such three parameters as environmentally friendly raw materials, organic ingredients and technological process. That's why organic farming has such environmental advantages as reduced carbon emissions, nitrous oxide and methane. Annual certification, periodical inspection and suitable labeling provide conformity of organic products to strict organic standards. All the production stages of milk products are strictly controlled by certificated bodies. Nowadays the producers have the tasks to expand the product range of dairy products and scientific substantiation of certain manufacturing operations

соответствие органических продуктов строгим органическим стандартам. Все этапы производства молочных продуктов строго контролируются сертифицированными органами. В настоящее время у производителей есть задачи по расширению ассортимента молочных продуктов и научного обоснования определенных режимов производственных процессов (пастеризация, сепарация, созревание) без гоминизации для формирования обычных органолептических качеств определенных видов органических молочных и жиросодержащих продуктов для отечественных потребителей. Необходимо обеспечить потребителя продуктами питания на основе органических соединений, полезных для организма человека. Уровень осведомленности покупателей должен быть выше. Потребителя следует стимулировать покупать органические продукты. Необходимо расширить присутствие здорового питания в распределительной сети Украины. Должны быть определены основные проблемы внутреннего рынка органического молока. Внимание должно быть сосредоточено на формировании рыночных условий в этой области.

**Ключевые слова:** органическое молоко; качество; здоровое питание; безопасность; нормативные акты; производитель; европейские технологии.

*regimes (pasteurization, separation, maturation) without hominization to form usual organoleptic qualities of certain types of organic dairy and fat-containing products for domestic consumers . It is necessary to provide the consumer with foodstuffs based on organic compounds that are useful for human body, have a healthy effect if they are consumed regularly. The level of buyer awareness should be higher; the consumer should be stimulated to buy organic products. It is necessary to expand the presence of healthy food in distribution network of Ukraine. The main problems of organic milk domestic market should be determined. The attention should be concentrated on the formation of market conditions in this area.*

**Keywords:** organic milk; quality; healthy nutrition; safety; regulations; producer; European technologies.

Развитие органического производства является весьма актуальным на сегодня по ряду явных экологических, экономических и социальных преимуществ. Интенсификация сельского хозяйства оказывает негативное влияние на окружающую среду, истощает природные ресурсы, без которых ведение агропроизводства невозможно [1]. Сегодня органическое производство находится на пионерском уровне, но есть уже интерес украинского крупного капитала в этом направлении, потому что развитие органического производства является наиболее прогрессирующей нишей. И иностранные инвестиции рано или поздно придут на этот рынок.

Молочная промышленность занимает важное место среди других отраслей пищевой промышленности Украины. Проектная мощность молокоперерабатывающих предприятий страны составляет около 20 млн. т молока, но сейчас используется всего на 30–35%. Органическое молоко производят в основном небольшие семейные хозяйства в гармонии с природой без антибиотиков, синтетических гормонов, стимуляторов роста или пестицидов. Животных содержат гуманно, выпасают на сертифицированных пастбищах, в кормлении используют только сертифицированные органические корма растительного происхождения.

Для получения молока высокого качества нужно не только обеспечить животных сбалансированным рационом, но и соблюдать санитарно - гигиенические требования при содержании животных и первичной обработке молока в хозяйствах [4]. Как правило, это в какой-то степени сдерживает и отсутствие законодательства.

**Цель исследований** – дать рекомендации по надлежащей производственной практике получения органического молока высокого качества. Соединить инновационные европейские технологии с домашним подходом производства и переработки молока. Дать возможность людям потреблять качественную натуральную молочную продукцию. Провести анализ современных возможностей оказания поддержки в разработке новых видов продуктов здорового питания. Предоставить потребителю

продукты питания на основе натуральных ингредиентов, которые приносят пользу организму и при регулярном употреблении имеют оздоровительный эффект.

Повысить уровень осведомленности покупателя и стимулировать его делать свой выбор в пользу натуральных продуктов. Расширить присутствие продуктов здорового питания в торговой сети Украины. Определить круг основных проблем развития отечественного рынка органического молока. Акцентировать внимание на необходимость формирования рыночной конъюнктуры в этой сфере.

**Результаты и их обсуждение.** Украинские семьи все больше заботятся о своем здоровье, обеспокоены по поводу содержания пестицидов, химических остатков и антибиотиков в пищевых продуктах, которые ежедневно покупают в супермаркетах. Поэтому многие ищут возможность обезопасить себя от влияния вредных и недостаточно исследованных веществ, выбирая органик. Спрос на органическую продукцию в Украине безумный, но производителям не хватает ни опыта ни ресурсов. Красители, всевозможные Е-компоненты, химические примеси, ГМО, антибиотики – все это ежедневно потребляют Украинцы. Специальные маркировки биологически чистых органических продуктов в стране отсутствует. Человеку остается надеяться разве что на свою интуицию или добросовестность производителей [4].

Именно органическое производство дает нам безопасный и здоровый вариант решения проблемы молочных продуктов сомнительного качества. Без боязни ежедневно наслаждаться свежим прохладным молоком, если быть уверенным, что в стакан оно попало из сертифицированной органической фермы. Органическое производство в Украине развивается с 1997 года благодаря спросу переработчиков органического зерна и бобовых культур. По исследованиям FiBL и IFOAM в Украине сертифицировано 16 видов органических продуктов: крупы зерновых и зернобобовых культур, масличные, овощи, арбузы, дыни, тыквы, фрукты, ягоды, виноград, эфирные масличные культуры, мясо, молоко, грибы, орехи и мед [14].

Ежегодная сертификация, периодическая инспекция и соответствующая маркировка обеспечивают соответствие органической продукции строгим органическим стандартам. Все этапы производства органической молочной продукции тщательно контролируются сертификационными органами: проводится анализ почвы на наличие пестицидов, тяжелых металлов и других токсичных веществ, контролируются условия содержания и кормления животных, условия производства и хранения молока, транспортировки и реализации конечному потребителю. Когда речь идет об органическом производстве, ключевую роль на рынке играет «органическая» гарантийная система, которая содержит специализированные инспекционные и сертификационные органы, аккредитованные международными организациями. Молоко, полученное от коров сертифицированных органических производителей, органическое молоко и органическая молочная продукция, полностью соответствуют национальным понятием качества и безопасности продуктов питания [13].

Органические продукты пользуются популярностью у украинских потребителей. Для большинства украинцев органические продукты не по карману. Как бы ни пытались сельхозпроизводители популяризировать органическую продукцию, все равно украинский потребитель еще не готов массово ее покупать из-за высокой цены. Когда у людей будут деньги, платить больше на 20–30% за органическую продукцию, тогда они начнут ее потреблять. Доходы не позволяют этого делать [10].

Особенно полезны органические продукты для детей, так как их организм более уязвим к действию остатков пестицидов, нитратов, тяжелых металлов и антибиотиков в продуктах питания. Поэтому мировой рынок органической продукции развивается быстрыми темпами. Украина делает только первые шаги в формировании и становлении рынка органической продукции. Быть «био» - производителем непросто: контролирующие органы Евросоюза регулярно проверяют хозяйства по десяткам критериев [10].

Представитель Немецкого аграрного центра в Украине Генрих Шюле подтверждает, что ряд предприятий на юге Украины уже получило от институтов стран ЕС сертификаты, подтверждающие экологичность продукции по европейским стандартам. Зато в Украине спрос на «био» - продукцию будет расти очень медленно, а именно - в соответствии с ростом уровня жизни, прогнозирует Генрих Шюле. Ведь продукты «био» обычно значительно дороже «обычных» [3].

Экологически безопасная еда нынче в моде. Главное – убедить потребителя, что такая продукция действительно здоровая. Био-фермерам и маркетологам Западной Европы это успешно удается, а вот Украина пока отстает, констатируют эксперты. Италия, например, лидирует в Европе как по площади сельскохозяйственных угодий (более миллиона га), на которых выращивают органические продукты. Также эта страна держит пальму первенства по количеству аграрных предприятий, специализирующихся на выращивании биорастений, сообщает римская кореспондентка [7]. В прошлом году, более 50% итальянцев заявили, что покупают преимущественно продукцию органического сельского хозяйства. Чаще всего это фрукты, овощи, злаковые, вино, масло, молочные продукты и детское питание.

Стабильный рост спроса на внутреннем рынке объясняют двумя причинами: развитая сеть пунктов продажи и постоянная популяризация натуральных продуктов через рекламу и образовательные мероприятия. Действительно, в любом супермаркете найдешь отдел с биопродуктами, существуют даже отдельные универсамы и базары. Био-меню предлагают также в ресторанах и местах зеленого туризма. Десяток биологически чистых яиц обойдется почти 4 евро, что примерно вдвое дороже обычных.

Продукция с маркировкой «био» пользуется большим спросом в Западной Европе, поскольку считается экологически чистой и более полезной для здоровья. «Био-продукты» – это такие продукты, какими они были до распространения ядохимикатов и «тяжелых» удобрений. Такие продукты в среднем обходятся на 10–50 процентов дороже обычных, но спрос на них в мире растет [11].

В Украине удельный вес выращенных овощей, фруктов, мяса, молока – это все частные хозяйства населения, которые не покупают гербицидов или удобрений. Девяносто процентов овощей в Украине выращивают крестьяне на своих огородах, и минеральные удобрения они не используют, в отличие от западных фермеров [12].

Люди, которые занимаются органикой в Украине более ориентированы на экспорт, потому что даже сертификацию, как правило, проводят иностранные структуры, поэтому украинский рынок не так легко завоевать [5]. Международные эксперты советуют Украине также обратить внимание на производство не только органических продуктов питания, но и органической косметики и экологически чистых товаров для дома, так как это направление чрезвычайно популярно сейчас в мире и эти тенденции дойдут и до Украины [13].

Ассортимент украинской органической сертифицированной продукции не такой большой – прежде всего это зерновые и незначительная часть овощей и фруктов. Однако в Ассоциации производителей БИО продуктов считают, что отсутствие минеральных удобрений - этого еще мало, чтобы продукция получила название органическая. Сертифицированным и контролируемым должен быть весь процесс - от выращивания и производства до переработки и хранения продукции. Но эти правила сертификации в Украине еще на стадии разработки [8].

Основными каналами сбыта для органических продуктов в Украине есть специализированные отделы супермаркетов и небольшие магазины. Всего в Украине существует около 150 магазинов органических продуктов. Доля сертифицированной органической продукции в таких магазинах варьируется от 10% до максимум 50%. Высокая цена является одним из основных мотивов, сдерживающих покупателей от приобретения органических продуктов. Заместитель директора Швейцарского бюро сотрудничества в Украине Виктор Шуткевич отмечает, что инвесторы из Швейцарии

интересуются органическим производством в Украине и экспортом украинских товаров в европейские страны [3]. Однако у инвесторов есть определенные предостережения. Закон Украины «О производстве и обороте органической сельскохозяйственной продукции и сырья» закладывает правовую основу для полноценного, эффективного развития органического агропроизводства. Это будет способствовать улучшению экономического, социального и экологического состояния в Украине, комплексному развитию сельской местности и улучшению здоровья населения.

На современном этапе развития основными задачами технологии молока и молочных продуктов является разработка и внедрение технических инноваций, получения биологически полноценных и безопасных продуктов, а также ресурсо- и энергосбережения. Но, основной проблемой функционирования и развития отрасли является недостаток и низкое качество молока-сырья. Средний надой на корову в Украине в 2016 году составил около 4700 кг. Несмотря на тенденцию к ежегодному увеличению, этот показатель остается очень низким по сравнению с другими развитыми странами мира. Так, в Германии средний надой составляет 8237 кг/год, в США – 9842 кг/год, а в Израиле – 11 706 кг/год [12].

Рациональная норма на душу населения, установленная отечественными врачами-диетологами, составляет 380 кг/год, а минимальная – 341 кг/год. К сожалению, реальное потребление молочных продуктов в Украине составляет лишь 155 кг/год. Эту неутешительную статистику можно проиллюстрировать на примере уровня потребления натуральных сыров. В Украине этот показатель составляет 3 кг на душу населения в год, в России – 6 кг, в Словакии – 8 кг, в Польше – 20 кг, а в Германии – 21 кг.

Сейчас в Украине происходит гармонизация национального законодательства по органическому производству с законодательством ЕС. Важно учитывать позиционирование открытости и прозрачности в производстве пищевых продуктов в соответствии с требованиями современного права ЕС. Национальные нормативные документы применяются на добровольной основе, кроме случаев, если обязательность их применения установлена нормативно-правовыми актами. Законы Украины и Технические Регламенты являются обязательными к исполнению всеми субъектами хозяйствования. По опыту стран ЕС ради подтверждения идентификации производитель проводит маркировку с точным названием ингредиентов, которые используются в производстве, что обеспечит полезное воздействие на здоровье потребителя и поможет избежать введения в заблуждение.

Действующий Закон Украины «О производстве и обороте органической с/х продукции и сырья» (от 03.09.2013 № 425-18), статья 29 п.7, отмечает, что «Запрещается при маркировке продукции, не соответствующей требованиям настоящего Закона, использовать обозначение с надписями «органический», «биодинамический», «биологический», «экологический», словами с приставкой «БИО» и т.д.» [9].

Несмотря на это, в Украине существуют факты профанации термина «органический продукт». Таким образом, некоторые сертификационные компании и отдельные производители продуктов питания, используя слабость Закона Украины об органическом производстве на этапе его становления и гармонизации со стандартами ЕС, выдавая желаемое за действительное с целью высокой прибыли, имеют собственный взгляд на уровень критериев чистоты продуктов питания от химии по всей цепи производства (земля, сырье, производство) [11].

Мы не сравниваем украинский и зарубежный рынок органических продуктов, потому что у нас даже нет законодательно определенных терминов, что такое органика. У нас еще надо потребителям доказывать, что эти продукты полезны. Это трудно без поддержки государства. По словам Владимира Лапы, руководителя группы экспертов Украинского клуба аграрного бизнеса, украинский производитель БИО продуктов пока работает в основном на экспорт и в ближайшие годы будет продолжать удовлетворять

потребности европейского рынка. Поэтому неплохо было бы перенять европейский опыт, говорит он [7].

Органическое производство позволяет внедрять инновационные технологии с экономными режимами переработки для получения продукции с высокой биологической ценностью. Органическая молочная продукция произведена с соблюдением требований, установленных Постановлением Совета (ЕС) №834 / 2007 не может находиться на одном уровне и вместе на полке супермаркета с продукцией, в которой доминируют составляющие сухого молока и сыворотки, растительные жиры и другие добавки. Сертифицируется земля, на которой выращиваются фрукты или овощи, сертифицируются условия выращивания (вода, семена, средства защиты должны быть экологически безопасными). Переработка, хранение, упаковка – на это также нужно получить сертификат. То есть весь процесс сертифицируется и ежегодно контролируется. Органическое движение имеет высокий статус в обществе и благоприятную рыночную конъюнктуру. Он поддерживается совокупностью действия бизнеса, государства и негосударственных положения нормативно-правовой базы производства органического молока-сырья и его переработки изложены в Постановлении ЕС № 834/2007: статьях 6, 8–10. Согласно этим документам для производства органических молочных продуктов должно использоваться минимум 95% ингредиентов органического сельскохозяйственного происхождения, а использование добавок следует свести к минимуму. Например, органическими частями (сырьем) в молочном производстве являются: органическое молоко, органическое сухое обезжиренное молоко и сухая молочная сыворотка.

Среди принципов, применяемых в организации производства органических молочных продуктов, является исключение из технологического цикла приемов, которые могли бы ввести в заблуждение истинное происхождение продукта, а также запрет на использование ГМО и ионизирующей радиации. В органическом производстве рекомендуемыми являются только биологические, механические и физические методы обработки сырья. Хотя разрешены любые способы нагрева, но желательно применять как можно более низкую температуру [2].

Хотя спрос на молоко и молочные продукты в Украине растет, предложение этой продукции ограничено. Органическим молочным скотоводством у нас занимаются считанные производители. В продаже этот уникальный продукт можно найти в маленьких магазинах органической и натуральной продукции. Часто фермеры продают свой товар на специализированных фермерских органических ярмарках. Возможность купить органические продукты уже появилась и в сети Интернет для тех, кто не желает тратить драгоценного времени [4].

Сейчас перед производителями стоит задача расширения ассортиментного ряда молочной продукции и научное обоснование отдельных режимов технологических операций (пастеризации, сепарирования, вызревания) при отсутствии гомогенизации для формирования привычных для отечественного потребителя органолептических показателей качества отдельных видов органических кисломолочных и жиросодержащих продуктов.

**Заключение:**

1. В Украине органическое производство не прибыльное. Сейчас органическое молоко стоит так же, как обычное, а затраты на его производство не малые.

2. Производство органических продуктов определяется тремя параметрами – экологически безопасное сырье и ингредиенты, а также технологический процесс.

3. Ежегодная сертификация, периодическая инспекция и соответствующая маркировка обеспечивают соответствие органической продукции строгим органическим стандартам. Все этапы производства органической молочной продукции тщательно контролируются сертификационными органами.

4. Стоит предоставить потребителю продукты питания на основе натуральных ингредиентов, которые приносят пользу организму и при регулярном употреблении имеют оздоровительный эффект.

5. Нужно провести глубокий анализ современных возможностей оказания поддержки в разработке новых видов продуктов здорового питания в Украине.

6. Повысить уровень осведомленности покупателя и стимулировать его делать свой выбор в пользу натуральных продуктов. Расширить присутствие продуктов здорового питания в торговой сети Украины. Определить круг основных проблем развития отечественного рынка органического молока. Акцентировать внимание на необходимости формирования рыночной конъюнктуры в этой сфере.

#### Список использованных источников:

1. Берлач, Н.А. Адміністративно-правові засади формування органічного напрямку у сільському господарстві України / Н.А. Берлач. // монографія . – К.: Новая Идеология, 2010. – 398 с.  
Berlach, N.A. Administrativno-pravovi zasadi formuvannja organichnogo naprjamu u sil's'komu gospodarstvi Ukraїni / N.A. Berlach. // monografija . – K.: Novaja Ideologija, 2010. – 398 s.
2. Власенко, І.Г. Молочні продукти функціонального призначення / В.В. Власенко, Т.В. Семко, А.А. Побігайло. // Науково-технічний бюлетень. Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрного-економічного університету. – Дніпропетровськ. – 2016. – С. 240–243.  
Vlasenko, I.G. Molochni produkti funkcional'nogo priznachennja / V.V. Vlasenko, T.V. Semko, A.A. Pobigajlo. // Naukovo-tehnichnij bjuletен'. Naukovo-doslidnogo centru biobezpeki ta ekologichnogo kontrolju resursiv APK Dnipropetros'kogo derzhavnogo agrarnogo-ekonomichnogo universitetu. – Dnipropetrovs'k. – 2016. – S. 240–243.
3. Вовк, В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. // Матеріали Міжнародного семінару «Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва і маркетингу». – Львів. – 2004. – С. 3.  
Vovk, V.I. Sertifikacija organichnogo sil's'kogo gospodarstva v Ukraїni: suchasnij stan, perspektivi, strategija na majbutne. // Materiali Mizhnarodnogo seminaru «Organichni produkti harchuvannja. Suchasni tendenciji virobництва i marketingu». – L'viv. – 2004. – S. 3.
4. Вознюк, О.І. Умови одержання молочних продуктів високої якості // Аграрна наука та харчові технології – випуск 1 (90) – Вінниця. – 2015.– С.141–152.  
Voznjuk, O.I. Umovi oderzhannja molochnih produktiv visokoї jakosti // Agrarna nauka ta harchovi tehnologiji – vipusk 1 (90) – Vinnicja. – 2015.– S.141–152.
5. Гармашов, В.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні / В.В. Гармашов, О.В. Фомічова. // Вісник аграрних наук. – 2010. – №7. – С. 11–16.  
Garmashov, V.V. Do pitannja organichnogo sil's'kogospodars'kogo virobництва v Ukraїni / V.V. Garmashov, O.V. Fomichova. // Visnik agrarnih nauk. – 2010. – №7. – S. 11–16.
6. Закон України «Про молоко та молочні продукти» від 24 червня 2004 р. за №1870-IV.  
Zakon Ukraїni «Pro moloko ta molochni produkti» vid 24 chervnja 2004 r. za №1870-IV.
7. Юнаш, І.В. Основні тенденції формування ринку молока та молочних продуктів в Україні. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки.– №1 (56).– Том 4. – 2014.– С.53–62.  
Ionash, I.V. Osnovni tendenciji formuvannja rinku moloka ta molochnih produktiv v Ukraїni. Zbirnik naukovih prac' VNAU. Serija: Ekonomichni nauki.– №1 (56).– Tom 4. – 2014.– S.53–62.
8. Кобець, М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. / М.І. Кобець // Проект "Аграрна політика для людського розвитку". – К., 2004. – 22 с.  
Kobec', M.I. Organichne zemlerobstvo v konteksti stalogo rozvitku. / M.I. Kobec' // Proekt "Agrarna politika dlja ljud's'kogo rozvitku". – K., 2004. – 22 s.
9. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061-89.  
Mediko-biologicheskie trebovanija i sanitarnye normy kachestva prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyh produktov № 5061-89.
10. Поліщук, Г.Є. Пастоподібні молокозмісні продукти для харчування військовослужбовців / Г.О. Сумахіна, Т.В. Семко, І.М. Устименко. // Аграрна наука та харчові технології. – випуск №1 (90).– Вінниця. – 2015.– С.187–199.  
Polishhuk, G.E. Pastopodibni molokovmisni produkti dlja harchuvannja vijs'kovosluzhbovciv / G.O. Sumahina, T.V. Semko, I.M. Ustimenko. // Agrarna nauka ta harchovi tehnologiji. – vipusk №1 (90).– Vinnicja. – 2015.– S.187–199.

11. Постанова ЄС № 178/2002 «Про встановлення загальних принципів та вимог законодавства щодо харчових продуктів, створення Європейського органу з безпеки харчових продуктів та встановлення процедур у галузі безпеки харчових продуктів» від 28 січня 2012 р.

Postanova ЄС № 178/2002 «Pro vstanovlennja zagal'nih principiv ta vimog zakonodavstva shhodo harchovih produktiv, stvorennja Єvrops'kogo organu z bezpeki harchovih produktiv ta vstanovlennja procedur u galuzi bezpeki harchovih produktiv» vid 28 sichnja 2012 r.

12. Семко, Т.В. Про сезонні зміни молока, яке виробляється в колективних та індивідуальних господарствах / З.В. Бондарчук // Молочное дело. – 2007 – №4.– С. 22–23.

Semko, T.V. Pro sezonni zmini moloka, яке viroblyaets'ja v kolektivnih ta individual'nih gospodarstvah / Z.V. Bondarchuk // Molochnoe delo. – 2007 – №4.– S. 22–23.

13. Семко, Т.В. Аналіз небезпечних чинників і критичні точки контролю в харчовій промисловості/ Г.Є. Поліщук. // Міжнародна науково-практична конференція. Збірник наукових праць. – Продовольчі ресурси. –№5. – НАН України. – 2015. – С. 116–119.

Semko, T.V. Analiz nebezpechnih chinnikov i kritichni tochki kontrolju v harchovij promislovosti/ G.Є. Polishhuk. // Mizhnarodna naukovo-praktichna konferencija. Zbirnik naukovih prac'. – Prodovol'chi resursi. –№5. – NAN Ukraïni. – 2015. – S. 116–119.

14. Чудак, Р.А. Використання ферментного препарату в годівлі птиці. / Подолян Ю.М., Ванжула Ю.І., Мельник М.О., Гладич С. // Ziborraportownaukowych, Wroclaw. – 2014.С. 18–20.

Chudak, R.A. Viktoristannja fermentnogo preparatu v godivli ptici. / Podoljan Ju.M., Vanzhula Ju.I., Mel'nik M.O., Gladich S. // Ziborraportownaukowych, Wroclaw. – 2014.S. 18–20.



*Т.Л. Шуляк, к.т.н., доцент, Н.Ф. Гуца, к.т.н., доцент  
Могилевский государственный университет продовольствия, Могилев, Республика Беларусь*

## РАЗРАБОТКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ТВОРОГА СО ЗЛАКОВОЙ ДОБАВКОЙ

*T. Shulyak, N. Hushcha  
Mogilev state university of food, Mogilev, Republic of Belarus*

## DEVELOPMENT OF QUANTITATIVE STRUCTURE OF THE MULTICOMPONENT PRODUCT ON THE BASIS OF COTTAGE CHEESE WITH CEREAL ADDITIVE

*e-mail: tashu@list.ru, konafe@mail.ru*

*В статье представлены результаты работы по созданию молочно-злакового продукта на основе творога; проведен сравнительный анализ степени набухания хлопьев в сливках 20%-ой жирности в зависимости от температуры и продолжительности выдержки; по органолептическим показателям подобран компонентный состав творожного крема со злаковой добавкой.*

*Results of work on creation of a dairy and cereal product on the basis of cottage cheese is presented in article; the comparative analysis of extent of swelling of flakes in cream of 20% fat content depending on temperature and duration of endurance is carried out; the component composition of cottage cheese cream with cereal additive is determined by organoleptic indicators.*

**Ключевые слова:** творог; смесь злаковых хлопьев; сливки; сахар; органолептическая оценка; компонентный состав.

**Keywords:** cottage cheese; mix of cereal of flakes; cream; sugar; organoleptic assessment; component structure.

**Введение.** Во всем мире широко ведутся работы по созданию функциональных пищевых продуктов, оказывающих благотворное воздействие на организм человека при регулярном потреблении в составе повседневного рациона. Разработка продуктов функционального питания может быть реализована за счет их многокомпонентности, и в частности благодаря комбинированию молочного сырья с компонентами растительного происхождения. Особый интерес в этом отношении представляют злаки. Использование полезных качеств молочных и злаковых продуктов в сочетании позволяет получать гармоничные по составу и свойствам композиты. В их комбинациях содержатся: кальций и белок, богатый незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, витамины, в том числе антиоксиданты (витамин Е, бета-каротин), олигосахариды и минеральные вещества [1, 2].

Выбор творога в качестве основного компонента животного происхождения при создании новых видов комбинированных молочно-растительных продуктов обусловлен его популярностью в традиционном рационе питания, отличными функциональными свойствами и технологичностью для комбинирования. Ранее нами были проведены исследования по подбору злаковой добавки для производства многокомпонентного продукта на основе творога (крема творожного) [3].

**Цель исследований** – разработка количественного состава крема творожного со злаковой добавкой.

**Материалы и методы исследований.** Исходным сырьем для получения крема творожного служили следующие ингредиенты: творог обезжиренный; сливки 20%-ой жирности; злаковая добавка; сахар-песок.

В качестве злаковой добавки использовали смесь хлопьев «7 злаков» (овсяные, пшеничные, ячменные, ржаные, гречневые, пшеничные, рисовые хлопья с добавлением клетчатки и зародышей пшеницы).

Степень набухания злакового наполнителя определяли по методике, разработанной в ВНИМИ [4].

**Результаты и их обсуждение.** Предварительные опыты по созданию молочно-злакового продукта на основе творога показали, что при смешивании творога с хлопьями злаков продукт приобретает мучнистый привкус и грубую, неоднородную консистенцию. Поэтому для повышения влаги в продукте и придания ему более нежной консистенции стали использовать сливки, а для придания приятного сладкого вкуса – сахар.

На первом этапе подбирали оптимальный режим заваривания хлопьев, чтобы исключить мучнистый привкус в продукте.

Для этого провели сравнительный анализ степени набухания хлопьев в сливках 20%-ой жирности в зависимости от температуры и продолжительности выдержки. Были выбраны следующие режимы: температура 10, 20, 40, 60, 80, 90°C без выдержки и с выдержкой 5, 10, 15, 20 мин при указанных температурах. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что в течение первых 10 мин степень набухания при разных температурных режимах возрастает, а далее практически не изменяется. Поэтому нецелесообразно выдерживать хлопья более 10 мин, так как это приводит к дополнительным энергозатратам. При температурах от 10 до 60°C хлопья имеют невысокую степень набухания, что может вызвать пороки вкуса продукта. При температуре 90°C наблюдается излишне вязкая консистенция сливочно-злаковой смеси, что в дальнейшем может

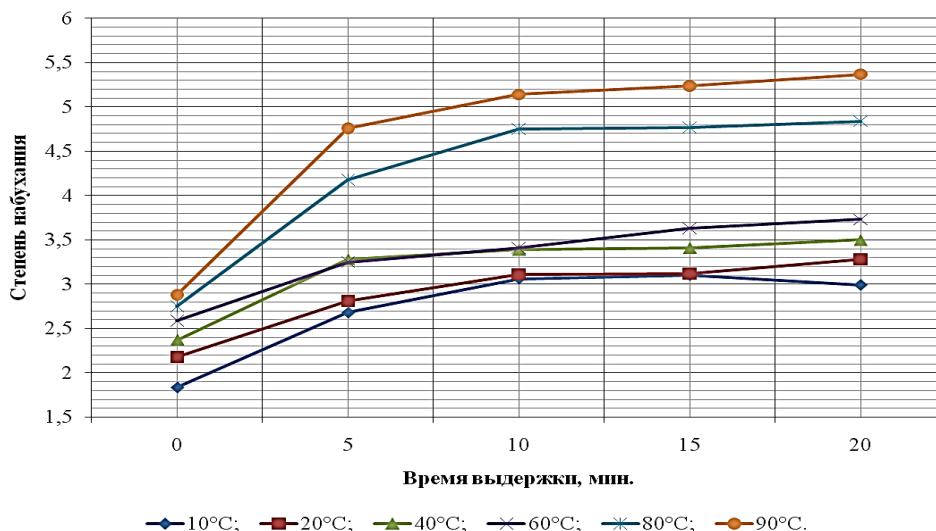


Рисунок 1 – Зависимость степени набухания хлопьев «7 злаков» от продолжительности выдержки в сливках 20%-ой жирности при различных температурах

затруднить равномерное смешивание её с творожно-сахарной основой. Температура 80°C обеспечивает достаточно высокую степень набухания и хорошую консистенцию сливочно-злаковой смеси, а также позволяет провести предварительную тепловую обработку злаковых хлопьев, чтобы предотвратить бактериальное обсеменение продукта за счёт них.

На основании проведенных исследований установлено, что наиболее оптимальным способом получения крема творожного является предварительное заваривание цельных хлопьев в пастеризованных сливках 20%-ой жирности при температуре 80°C с выдержкой 10 мин, охлаждение полученной смеси до 20°C и последующее смешивание её с творожно-сахарной основой. В производственных условиях данный способ может осуществляться следующим образом: сливки подают в ванну длительной пастеризации с мешалкой, где они пастеризуются при температуре 90°C, без выдержки. Затем сливки охлаждают до 80°C. При непрерывном перемешивании в пастеризованные сливки добавляют злаковые хлопья, после чего температура в ванне длительной пастеризации поддерживается на уровне 80°C в течение 10 мин при периодическом перемешивании. Далее смесь охлаждают до 20°C и вносят в творожно-сахарную основу, предварительно перетёртую на фаршемешалке. Затем компоненты ещё раз тщательно перемешиваются.

Компоненты смешивались в следующих количествах (в г на 1000 г продукта):

- творог обезжиренный – 640;
- сливки 20%-ой жирности – 240;
- сахар-песок – 90;
- злаковая добавка – 30.

Органолептические показатели крема творожного со злаковой добавкой определяли по разработанной условной 10-ти балльной шкале, представленной в таблицах 1 и 2. Согласно балльной шкале вкус и запах оценивали максимально в 5 условных баллов, консистенцию – также в 5 условных баллов.

Таблица 1 – Балльная шкала оценки консистенции крема творожного

Условный балл	Характеристика консистенции
5	Нежная, вязкая, однородная по всей массе, с равномерными включениями частиц злаковой добавки
4	Нежная, недостаточно вязкая, однородная по всей массе, с равномерными включениями частиц злаковой добавки
3	Излишне вязкая, с равномерными включениями частиц злаковой добавки
2	Жидкая или излишне густая, с неравномерным распределением частиц злаковой добавки
1	Неоднородная по всей массе, с неравномерным распределением частиц злаковой добавки

Таблица 2 – Балльная шкала оценки вкуса и запаха крема творожного

Условный балл	Характеристика вкуса и запаха
5	Вкус чистый, кисломолочный, в меру сладкий; привкус и запах, свойственные данной злаковой добавке
4	Вкус чистый, кисломолочный, излишне сладкий; привкус и запах, свойственные данной злаковой добавке
3	Вкус чистый, кисломолочный, недостаточно сладкий или со слегка мучнистым привкусом
2	Вкус кисломолочный, в меру сладкий, с выраженным привкусом мучности
1	Вкус чистый, кисломолочный, сладкий; без привкуса и запаха, свойственных данной злаковой добавке

Образец крема творожного с хлопьями «7 злаков» по органолептической оценке был оценён 8,3 балла, в связи с этим на следующем этапе работы подбирали оптимальную концентрацию сливок, сахара и хлопьев «7 злаков» при производстве крема творожного, обеспечивающие наилучшие органолептические показатели.

Первоначально проводили подбор количества сливок в составе крема творожного для получения продукта с однородной нежной консистенцией. Исходя из стандартной

рецептуры, использовались сливки 20%-ой жирности. Сливки 20%-ой жирности вносили в крем в концентрациях 20, 22, 24, 26% от массы продукта. Количество вносимой в каждый образец злаковой добавки – 3%. Сахар вносили в количестве 9%. Дегустацию образцов проводили при температуре 20°C, используя шкалы балльной оценки, представленные в таблицах 1 и 2.

На рисунке 2 показаны результаты дегустационной оценки.

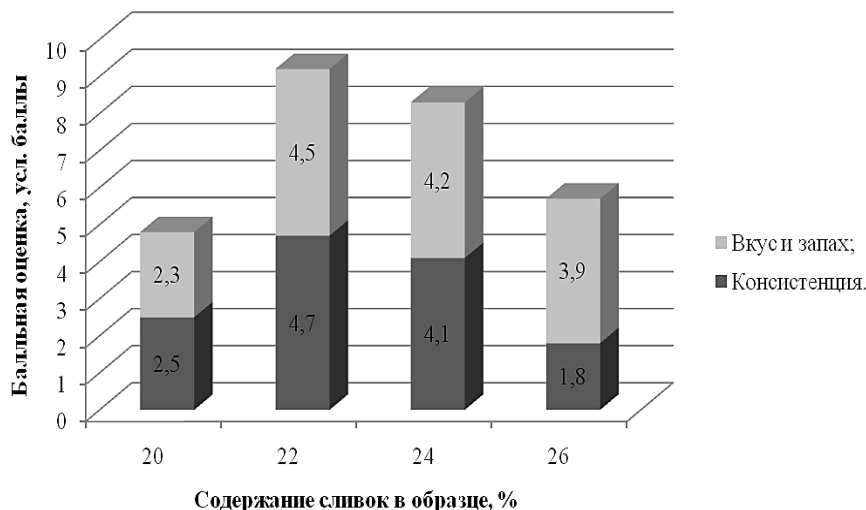


Рисунок 2 – Результаты органолептической оценки образцов крема творожного с хлопьями «7 злаков» с различным содержанием сливок

Из рисунка 2 видно, что оптимальное содержание сливок 20%-ой жирности в креме творожном составляет 22% от массы продукта. При этой концентрации сливок крем творожный получил за консистенцию наивысшую оценку (4,7 баллов) и характеризовался однородной нежной консистенцией. В образце с содержанием сливок 26% от массы продукта наблюдалось расслоение фаз. Образец, в который вносили сливки в концентрации 24%, имел излишне жидкую консистенцию, а в концентрации 20% – излишне густую. Образец крема творожного с содержанием сливок в количестве 22% от массы продукта также имел и более высокую оценку за вкус и запах (4,5 баллов).

Далее провели подбор концентрации сахара-песка в составе крема творожного. Для этого приготавливали образцы продукта с содержанием сахара 7, 8, 9 и 10% от массы продукта. Количество вносимой в каждый образец злаковой добавки – 3%. Сливки 20%-ой жирности вносили в количестве 22% от массы продукта. Результаты органолептической оценки образцов продукта представлены на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, оптимальное содержание сахара в креме творожном – 8%. При этом содержании сахара продукт имел наивысшую оценку за вкус, запах и консистенцию (9,7 баллов). При содержании сахара 7% образец был недостаточно сладким, а при добавлении сахара в количестве 9 и 10% от массы продукта ощущался излишне сладкий вкус.

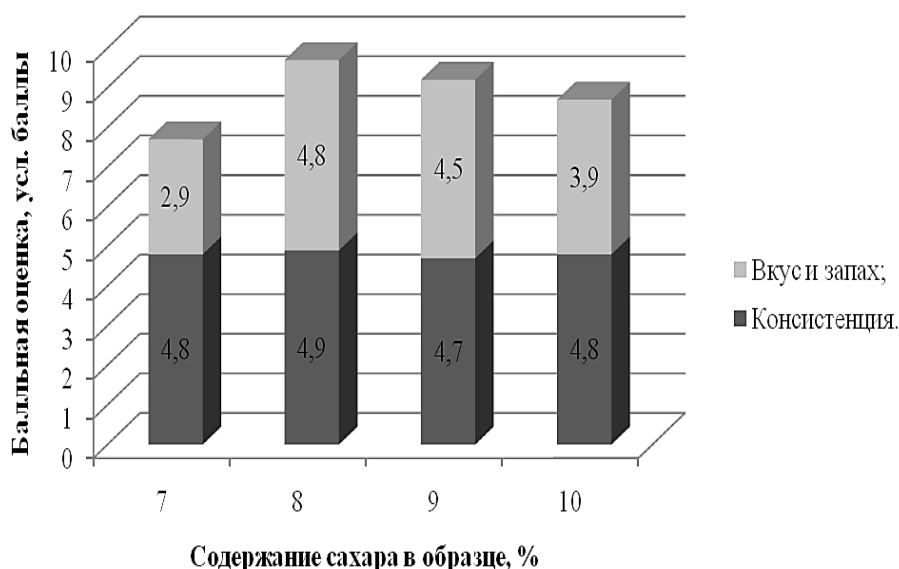


Рисунок 3 – Результаты органолептической оценки образцов крема творожного с хлопьями «7 злаков» с различным содержанием сахара

На следующем этапе проводили подбор концентрации злаковой добавки. Количество вносимой добавки находилось в диапазоне значений (1–5)% хлопьев от массы готового продукта. Были выбраны следующие концентрации хлопьев «7 злаков» в продукте: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5%. Приготавливали образцы с использованием творога обезжиренного, сливок 20%-ой жирности, сахара-песка и хлопьев «7 злаков». В полученных образцах контролировали органолептические показатели.

Результаты дегустационной оценки представлены на рисунке 4.

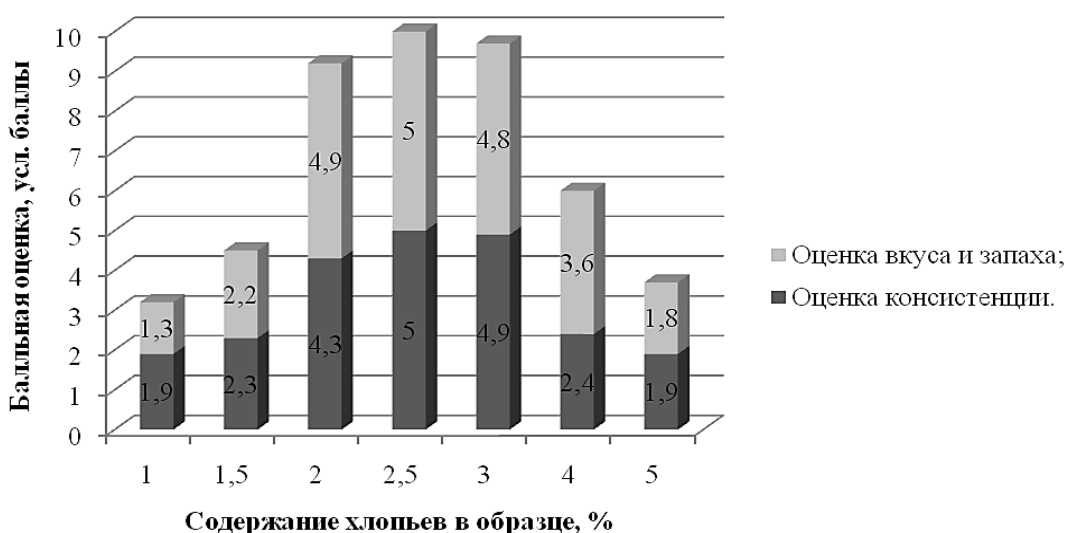


Рисунок 4 – Результаты органолептической оценки образцов крема творожного с различным содержанием хлопьев «7 злаков»

Как видно из рисунка 4 предпочтение было отдано образцу с содержанием злаковых хлопьев в концентрации 2,5% от массы продукта (общая оценка за вкус, запах, консистенцию составила 10 баллов). Продукт при данной концентрации хлопьев обладал чистым кисломолочным в меру сладким вкусом, имел выраженный приятный привкус

злаковой добавки. При этом в продукте отсутствовал привкус мучности, он имел нежную однородную консистенцию.

Наименьшие баллы получили образцы с концентрацией злаковых хлопьев 1 и 1,5%, так как при данных концентрациях хлопьев вкус и запах злаковой добавки в продукте практически не ощущались. Консистенция образцов была излишне жидкой, частицы хлопьев «7 злаков» распределялись неравномерно.

При содержании злаковых хлопьев в продукте в концентрации 2% консистенция крема творожного была жидкая, недостаточно вязкая, с равномерным включением частиц злаковой добавки по всей массе продукта. Вкус крема творожного был сладкий с привкусом и запахом, свойственным данной злаковой добавке.

При концентрации хлопьев в креме творожном 3% наблюдалась густая, излишне вязкая консистенция с равномерным включением частиц злаковой добавки. При этом продукт имел привкус и запах, свойственные данной злаковой добавке.

При содержании злаковой добавки в количестве 4 и 5% наблюдалась излишне густая консистенция продукта с неравномерным распределением частиц добавки. При этом с увеличением количества злаковой добавки усиливался привкус мучности.

Таким образом, на основании проведенных исследований было установлено, что оптимальными концентрациями отдельных компонентов в составе крема творожного являются: сливки 20%-ой жирности – 22%, сахар-песок – 8% и хлопья «7 злаков» – 2,5% от массы продукта. Разработана рецептура на крем творожный со злаковой добавкой (в г на 1000 г продукта):

творог обезжиренный – 675;  
сливки 20%-ой жирности – 220;  
сахар-песок – 80;  
злаковая добавка «7 злаков» – 25.

**Заключение.** Установлены зависимости органолептических показателей комбинированного молочно-злакового продукта на основе творога от его количественного состава. Определены оптимальные концентрации отдельных компонентов в составе крема творожного: сливки 20%-ой жирности – 22%, сахар-песок – 8%, хлопья «7 злаков» – 2,5% от массы продукта.

### Список использованных источников

1. Мусина, О.Н. Поликомпонентные продукты на основе комбинирования молочного и зернового сырья / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин // Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова, Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние, Сиб. НИИ сыроделия. – Барнаул: Издательство Алт. государственного университета, 2010. – 241 с.

Musina, O.N. Polikomponentnye produkty na osnove kombinirovaniya molochnogo i zernovogo syr'ja [Multicomponent products on the basis of a combination of dairy and grain raw materials] / O. N. Musina, M. P. Shhetinin // Alt. gos. tehn. un-t im. I. I. Polzunova, Ros. akad. s.-h. nauk, Sib. otd-nie, Sib. NII syrodeliya. - Barnaul : Izdatel'stvo Alt. gosudarstvennogo universiteta, 2010. – 241 s.

2. Глаголева, Л.Э. Алгоритм действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов /Л.Э. Глаголева, Коротких И.В. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 2 (68). – С. 110–117.

Glagoleva, L.Je. Algoritm dejstvija po opredeleniju i snizheniju riskov pri proizvodstve molochno-rastitel'nyh produktov [Algorithm of action for definition and decrease in risks by production of dairy and vegetable products] /L.Je. Glagoleva, Korotkih I.V. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. – 2016. – № 2 (68). – S. 110-117.

3. Шуляк Т.Л. Применение злаковых добавок в производстве крема творожного / Т.Л. Шуляк, Т.И. Шингарева, А.М. Бойкачева // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 октября 2016г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 23–25.

Shuljak T.L. Primenenie zlakovyh dobavok v proizvodstve krema tvorozhnogo [Use of cereal additives in production of cream cottage cheese] / T.L. Shuljak, T.I. Shingareva, A.M. Bojkacheva // Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti: materialy XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 5–6 oktjabrja 2016g. / RUP

«Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po prodovol'stviju»; redkol.: Z.V. Lovkis [i dr.]. – Minsk: IVC Minfina, 2016. – S. 23–25.

4. Яковлева Т.В. Кинетика набухания зерновых хлопьев / Т.В. Яковлева, Н.Т. Шамкова, Ю.А. Резник // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2008. – №2–3. – С. 40–42.

Jakovleva T.V. Kinetika nabuhanija zernovyh hlop'ev [Kinetics of swelling of grain flakes] / T.V. Jakovleva, N.T. Shamkova, Ju.A. Reznik // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. – 2008. – №2–3. – S. 40–42.

Н.Н. Якимович<sup>1</sup>, к.т.н., И.В. Якимович<sup>1</sup>, А.А. Шункевич<sup>1</sup>, И.Б. Фролов<sup>2</sup>,  
А.Ф. Ильющенко<sup>3</sup>, И.Н. Черняк<sup>3</sup>, Р.А. Кусин<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Институт мяско-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup> Институт порошковой металлургии, Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup> Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОГО БЕЛКА

N. Yakimovich<sup>1</sup>, I. Yakimovich<sup>1</sup>, A. Shunkevich<sup>1</sup>, I. Frolov<sup>2</sup>,  
A. Ilyushchenko<sup>3</sup>, I. Charniak<sup>3</sup>, R. Kusin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of physical-organical chemistry of NAS Belarus, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Powder metallurgy institute, Minsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>Belarusian state agriculture technical university, Minsk, Republic of Belarus

## STUDY OF MILK WHEY PROCESSING BY YEAST CULTURES TO PRODUCE FEED PROTEIN

e-mail: <sup>1</sup>gms\_124@mail.ru, <sup>2</sup>frol2358@mail.ru, <sup>3</sup>alexil@mail.belpak.by,  
<sup>3</sup>irinacharniak@tut.by, <sup>4</sup>19081877@mail.ru

Исследован процесс переработки молочной сыворотки, основанный на биосинтезе дрожжевых микроорганизмов. Проведен скрининг восьми штаммов-микроорганизмов на питательных средах, приготовленных на основе творожной, подсырной и казеиновой молочной сыворотки. Отобран штамм-продуцент микробного белка *Debaryomyces hansenii* var *hansenii* Y-4 (D.h.v.), который проявил наибольшую активность. Установлены состав и количество минеральных добавок для максимального накопления биомассы. Определено оптимальное количество посевного материала, изучено влияние физико-химических факторов на рост продуцента. Показано, что выбранный продуцент (D.h.v.) способен перерабатывать творожную, подсырную и казеиновую молочную сыворотку с представляющим практический интерес накоплением биомассы в пределах 30–35 г/дм<sup>3</sup>; при этом содержание лактозы уменьшается до концентрации менее 0,5%.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка; биосинтез; лактоза; продуценты белка; физико-химические параметры биосинтеза.

Milk whey processing based on biosynthesis of yeast microorganisms was studied. The screening of eight strains-microorganisms in nutrient media based on curd, cheese and casein milk wheys was presented. The strain-producer of the microbial protein *Debaryomyces hansenii* var *hansenii* Y-4 (D.h.v.) was selected which showed the greatest activity. The composition and amount of microelements necessary to enrich the culture medium for maximal accumulation of biomass was established. The optimal amount of seed material was determined; the influence of various factors of biosynthesis was studied. It has been shown that the selected producer (D.h.v.) is able to process curd, cheese and casein milk wheys with the accumulation of biomass in the range of 30-35 g/dm<sup>3</sup> that presents a practical interest; herewith the lactose content is reduced to a concentration of less than 0.5%.

**Keywords:** milk whey; biosynthesis; lactose; strains- producers of protein; physical and chemical parameters of biosynthesis.

**Введение.** В последние годы существенно увеличивается интерес к переработке молочной сыворотки. Это связано с тем, что с одной стороны в нашей республике при переработке молока и производстве сыров, творога и казеина образуется более 1500 тыс. тонн молочной сыворотки в год, с другой стороны в молочной сыворотке содержится 50% сухих веществ молока, включающих до 250 различных соединений



(в т.ч. азотистые, микро- и макросоединения, молочный жир, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты) [1]. Современные технологии переработки молочной сыворотки позволяют только частично решить проблему ее использования, поскольку или не являются безотходными (процессы производства лактозы и биогаза), или малотоннажны (производство напитков и пищевого белка), или весьма затратны, а их продукт не содержит достаточного содержания протеина для использования в качестве кормовой добавки (производство сухой молочной сыворотки) [2–4]. При этом укрепление кормовой базы животноводства и повышение продовольственной безопасности страны за счет импортозамещения источников кормового белка является также важной государственной проблемой. Поэтому разработка технологии переработки молочной сыворотки с целью получения кормового белка является актуальной.

**Цель работы** – исследование процесса переработки молочной сыворотки дрожжевыми культурами с целью получения кормового белка.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объектов исследования были использованы восемь штаммов микроорганизмов: *Candida tropicalis* СК-4-1; *Candida tropicalis* BUMj-2172; *Candida tropicalis* ВКМР Р-5; *Candida famata* М-2; *Saccharomyces cerevisiae* ВКМПj-1217; *Candida famata* М-1; *Debaryomyces hansenii* var *hansenii* Y-4; *Yarrowia lipolytica*.

В качестве основного компонента питательной среды для получения белка использовали подсырную, казеиновую и творожную молочную сыворотку производства Осиповичского молочного комбината и ОАО «Мстиславский маслодельно-сыродельный завод». В процессе проведения исследований молочную сыворотку обогащали микроэлементами, витаминами (биотин, тиамин) и минеральными солями.

Обеспечение продуцентов растворенным кислородом осуществляли барботажем стерильного воздуха. Расход воздуха на аэрацию составлял 0,8–1,2 объемов на объем ферментационной среды в минуту.

Определение содержания сахаров в питательных средах и культуральной жидкости проводили по методу Бертрана, модифицированного Шорлем. Данный метод дает точные результаты при содержании сахаров в диапазоне 10–90 мг/мл. Определение массовой доли сухих веществ определяли путем взвешивания после сушки навески 0,8–1,0 г (определенной с погрешностью не более  $\pm 0,0004$  г) при температуре  $105 \pm 5^\circ\text{C}$ . Концентрацию дрожжевой биомассы в культуральной жидкости и ферментационных средах определяли по величине оптической плотности на спектрофотометре СФ-46 при длине волны 400 нм.

Массовую долю протеина в конечном продукте определяли путем титрования 0,1 н раствором гидроксида натрия (предварительно осуществлялась минерализация пробы сухого продукта, нагрев, охлаждение, отгонка аммиака).

Эксперименты по исследованию процессов культивирования дрожжей проводили на лабораторной ферментационной установке EDF – 5.2 производства фирмы “Bioteknikais centrs” (Латвия) (рисунок 1), включающей в себя стеклянный ферментатор вместимостью 7,0 дм<sup>3</sup>, оборудованный мешалкой с нижним приводом и магнитно-жидкостным уплотнением вала, “рубашкой” для охлаждения среды, барботером воздуха, устройствами для механического и химического пеногашения, датчиками для измерения рН, окислительно-восстановительного потенциала, растворенного кислорода воздуха и температуры.



Рисунок 1 – Ферментационная установка EDF 5.2

Стерилизацию питательных сред проводили в автоклаве ВК-75 при температуре 122°C в течение 10 минут. Питательную среду, а также суспензию продуцента загружали в сосуд биореактора с использованием системы перистальтических насосов.

#### Результаты и их обсуждение

На первой стадии исследований были проведены селекционные работы с целью отбора наиболее продуктивных клонов промышленных штаммов-продуцентов микробиологического белка после их длительного хранения под слоем вазелинового масла и на косяках мясопептонного агара (МПА).

Основами питательных сред служила творожная, подсырная и казеиновая сыворотка. Необходимо отметить, что при сквашивании молока с помощью микроорганизмов при получении творога может происходить утилизация некоторых минеральных веществ, аминокислот и витаминов. Поэтому молочная сыворотка является неполноценной средой для выращивания продуцентов микробного белка. На основании вышеизложенного в процессе проведения исследовательских работ творожную, подсырную и казеиновую сыворотку обогащали микроэлементами, витаминами и минеральными солями.

В таблицах 1–3 представлены результаты исследований по изучению культивирования исследуемых штаммов микроорганизмов на питательных средах, представляющих собой фильтрат творожной, подсырной и казеиновой сыворотки с добавлением различных источников питания для продуцентов белка.

Таблица 1 – Результаты накопления биомассы исследуемых продуцентов белка с использованием питательной среды на основе творожной сыворотки

Название продуцента	Количество абсолютно сухой биомассы, г/дм <sup>3</sup>			
	Без добавления солей, м.э., витаминов	С добавлением солей, м.э., витаминов	С добавлением солей и витаминов	С добавлением солей
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Candida tropicalis</i> CK-4-1	10,5	11,5	10,0	10,0
<i>Candida famata</i> M-2	9,0	11,0	10,0	9,0
<i>Candida famata</i> M-1	8,0	25,0	25,0	25,0
<i>Candida tropicalis</i> BUMj-2172	9,0	11,0	11,0	9,0
<i>Candida tropicalis</i> BKMP P-5	17,0	20,0	20,0	20,0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>Debaryomyces hansenii</i> var <i>hansenii</i> Y-4	23,0	33,0	32,0	33,0
<i>Yarrowia lipolytica</i>	19,0	21,0	21,0	21,0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ВКМПj-1217	17,0	22,0	24,0	24,0

Таблица 2 – Результаты накопления биомассы промышленных штаммов-продуцентов микробного белка с использованием питательной среды на основе подсырной молочной сыворотки

Название продуцента	Количество абсолютно сухой биомассы, г/дм <sup>3</sup>			
	Без добавления солей, м.э., витаминов	С добавлением солей, м.э., витаминов	С добавлением солей и витаминов	С добавлением солей
<i>Candida tropicalis</i> СК-4-1	9,8	10,6	10,6	10,8
<i>Candida famata</i> М-2	10,0	12,2	11,5	10,0
<i>Candida famata</i> М-1	7,7	26,0	26,5	28,7
<i>Candida tropicalis</i> ВУМj-2172	10,3	12,0	12,6	10,3
<i>Candida tropicalis</i> ВКМП Р-5	16,5	19,5	19,0	19,0
<i>Debaryomyces hansenii</i> var <i>hansenii</i> Y-4	20,5	28,6	27,8	29,2
<i>Yarrowia lipolytica</i>	18,6	21,0	20,0	20,5
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ВКМПj-1217	16,1	20,6	22,7	23,1

Таблица 3 – Результаты накопления биомассы промышленных штаммов-продуцентов микробного белка при использовании питательной среды на основе казеиновой молочной сыворотки

Название продуцента	Количество абсолютно сухой биомассы, г/дм <sup>3</sup>			
	Без добавления солей, м.э., витаминов	С добавлением солей, м.э., витаминов	С добавлением солей и витаминов	С добавлением солей
<i>Candida tropicalis</i> СК-4-1	9,0	9,6	9,5	9,5
<i>Candida famata</i> М-2	9,1	10,1	10,4	11,0
<i>Candida famata</i> М-1	8,6	16,0	16,2	17,0
<i>Candida tropicalis</i> ВУМj-2172	9,4	10,5	11,4	11,0
<i>Candida tropicalis</i> ВКМП Р-5	16,0	17,5	18,0	18,0
<i>Debaryomyces hansenii</i> var <i>hansenii</i> Y-4	21,0	30,0	29,8	30,5
<i>Yarrowia lipolytica</i>	16,4	20,0	19,0	18,6
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ВКМПj-1217	14,6	18,8	20,0	20,6

В процессе проведения исследований с использованием питательных сред на основе творожной и казеиновой молочных сывороток добавляли 2% мела (в качестве стабилизатора рН ферментационной среды). Это связано с тем, что процессы культивирования продуцента белка на питательных средах, содержащих творожную, подсырную и казеиновую сыворотку, отличаются, т.к. имеют различный химический состав.

Анализ таблиц 1–3 показывает, что наибольшее количество биомассы продуцента микробного белка при культивировании наблюдается у D.h.v. Сравнительный анализ приведенных результатов исследований показал, что выход биомассы продуцента микробного белка D.h.v. при внесении в молочную сыворотку только минеральных солей составляет 30,5 г/дм<sup>3</sup> при использовании казеиновой сыворотки; 33,0 г/дм<sup>3</sup> при

использовании творожной сыворотки и  $29,2 \text{ г/дм}^3$  при использовании подсырной молочной сыворотки.

В качестве примера в таблице 4 представлена динамика накопления биомассы продуцента белка D.h.v. в зависимости от количественного содержания минеральных солей при выращивании на фильтрате творожной сыворотки.

С точки зрения физико-химической оценки этих процессов, прослеживается явное ингибирование процесса культивирования продуцентов микробного белка на питательной среде, содержащей подсырную и казеиновую сыворотку.

Результаты экспериментов свидетельствуют также о том, что для выращивания продуцента белка D.h.v. на грубом фильтрате творожной сыворотки необходима питательная среда, содержащая кроме творожной сыворотки соли аммония в количестве  $3,5 \text{ г/дм}^3$  и двузамещенного фосфорнокислого калия в количестве  $1,0 \text{ г/дм}^3$ .

В таблице 5 представлены результаты исследования накопления биомассы отобранных штаммов-продуцентов микробного белка при внесении в молочную сыворотку минеральных солей, микроэлементов и витаминов.

Таблица 4 – Динамика накопления биомассы продуцента белка D.h.v. в зависимости от количественного содержания минеральных солей

Солевой состав питательной среды	Время роста, (час)	Активная кислотность, (ед. рН)	Содержание биомассы, (ед. ОП)
Фильтрат творожной сыворотки без минеральных солей	6	4,5	0,1
	12	4,8	0,25
	18	5,0	0,40
	24	5,0	0,45
Фильтрат творожной сыворотки ( $\text{NH}_4$ ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 0,65 г/дм <sup>3</sup> K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> – 0,4 г/дм <sup>3</sup> MgSO <sub>4</sub> – 0,04 г/дм <sup>3</sup>	6	4,6	0,12
	12	4,9	0,30
	18	5,0	0,48
	24	5,5	0,49
Фильтрат творожной сыворотки ( $\text{NH}_4$ ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 7,5 г/дм <sup>3</sup> KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> – 2,0 г/дм <sup>3</sup>	6	4,5	0,15
	12	6,0	0,45
	18	7,0	0,65
	24	7,0	0,66
Фильтрат творожной сыворотки ( $\text{NH}_4$ ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 3,5 г/дм <sup>3</sup> KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> – 1,0 г/дм <sup>3</sup>	6	4,5	0,12
	12	5,0	0,40
	18	6,0	0,62
	24	6,8	0,65

Таблица 5 – Результаты накопления биомассы отобранных штаммов-продуцентов микробного белка при внесении в молочную сыворотку минеральных солей, микроэлементов и витаминов

Название продуцента	Количество абсолютно сухой биомассы, (г/дм <sup>3</sup> )		
	Казеиновая сыворотка	Творожная сыворотка	Подсырная сыворотка
<i>Candida tropicalis</i> СК-4-1	9,6	11,5	10,6
<i>Candida famata</i> М-2	10,1	11,0	12,2
<i>Candida famata</i> М-1	16,0	25,0	26,0
<i>Candida tropicalis</i> ВУМj-2172	10,5	11,0	12,0
<i>Candida tropicalis</i> ВКМР Р-5	17,5	20,0	19,5
<i>Debaryomyces hansenii</i> var <i>hansenii</i> Y-4	30,0	33,0	28,6
<i>Yarrowia lipolytica</i>	20,0	21,0	21,0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ВКМПj-1217	18,0	22,0	20,6

Изучение основных факторов, влияющих на процесс биосинтеза, показало следующее. Температуру культивирования необходимо поддерживать в пределах 30–32°C. Это обусловлено тем, что при указанной температуре показатель содержания белка в дрожжах составил 48–52%, что выше по сравнению с другими исследуемыми диапазонами (42–45% при 26–28°C; 48–50% при 34–36°C). Кроме того, по количеству получаемого протеина экспериментально установлено, что процесс культивирования необходимо проводить при рН 5,5±0,1 ед., а уровень кислорода в среде поддерживать в диапазоне 25–30% от максимального насыщения.

С точки зрения материальных затрат процессы сохранения активности продуцента, выращивание продуцента в пробирках и получение колбочного посевного материала не имеют существенного значения. Практический интерес представляет количество и скорость накопления биомассы дрожжей, на что больше всего влияет количество посевного материала. При проведении экспериментов использовали штамм-продуцент микробного белка D.h.v. В экспериментах использовали творожную молочную сыворотку, а посевной материал вносили в питательную среду из расчета 5, 10, 15, 25 и 40% от содержания лактозы в среде (рисунок 2).

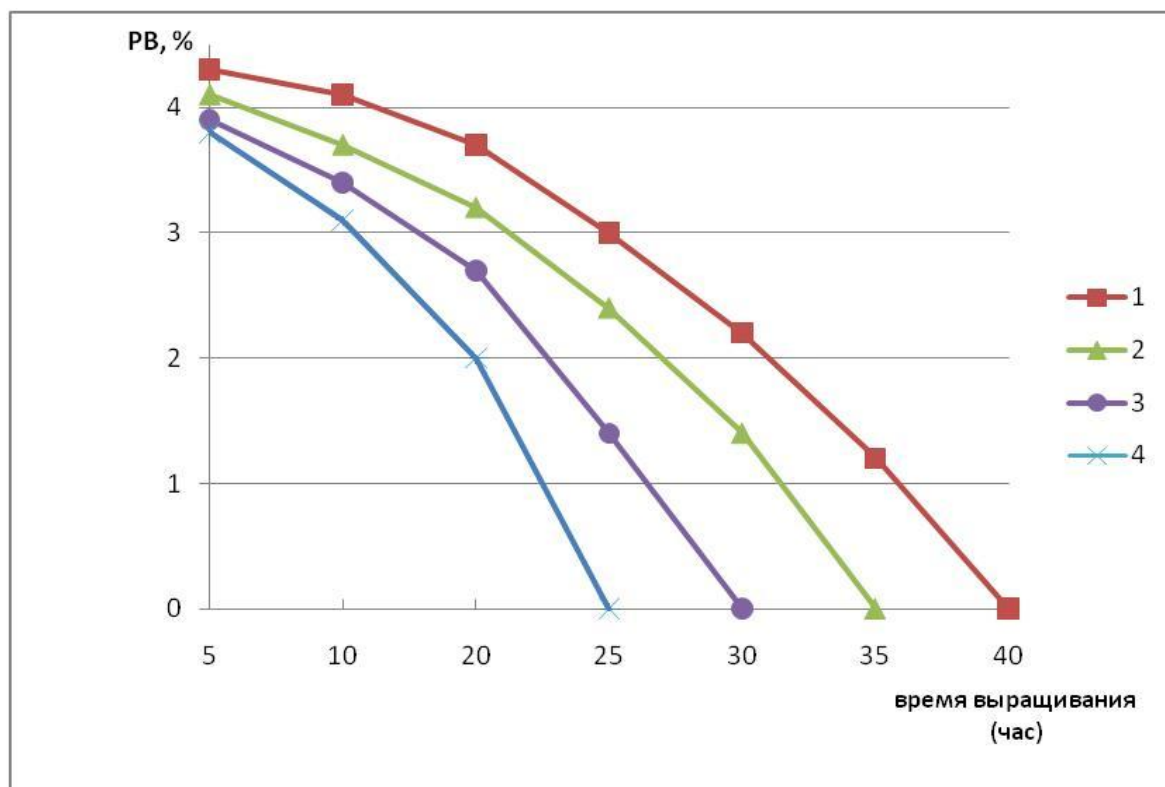


Рисунок 2 – Скорость использования лактозы сыворотки продуцентом D.h.v. в зависимости от количества посевного материала: 1–5%; 2–10%; 3–15%; 4–25% от содержания лактозы в среде

Экспериментальные данные, представленные на рисунке 2, показывают прямую зависимость скорости утилизации лактозы от количества D.h.v. Из данных рисунка 2 также видно, что скорость утилизации лактозы зависит от исходного количества продуцента. Установлено, что при внесении посевного материала в количестве 40% от содержания лактозы рост продуцента и скорость использования лактозы были практически такими же, как и при внесении 25% продуцента. Следует отметить, что практически для всех кривых содержание лактозы стремилось к нулю и составило менее 0,5% к завершению процесса культивирования.

**Заключение.** Проведены селекционные работы, осуществлен скрининг восьми промышленных штаммов-микроорганизмов по способности образования белковой биомассы на питательной среде, содержащей в качестве источника углеводов и ростовых факторов творожную, подсырную и казеиновую молочную сыворотку. Отобран штамм-продуцент микробного белка *Debaryomyces hansenii var hansenii* Y-4, который проявил наиболее высокую продуктивность при культивировании на молочной сыворотке и который рекомендован для использования в производственных условиях. Установлено, что для максимального накопления биомассы продуцента микробного белка *Debaryomyces hansenii var hansenii* Y-4 молочную сыворотку необходимо обогащать макро- и микроэлементами – сульфатом аммония в количестве 3,5 г/дм<sup>3</sup> и однозамещенным фосфорнокислым калием в количестве – 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Определены физико-химические параметры, оказывающие наиболее существенное влияние на рост микроорганизмов и биосинтез ими биологически активных веществ, в том числе и белка: температура культивирования 30–32°C; активная кислотность (рН) ферментационной среды рН 5,5±0,1; концентрация растворенного кислорода 25–35% от максимального насыщения. Установлено, что отобранный продуцент *Debaryomyces hansenii var hansenii* Y-4 способен утилизировать творожную, подсырную и казеиновую молочную сыворотку с накоплением биомассы в пределах 30–35 г/дм<sup>3</sup> и утилизирует лактозу до концентрации менее 0,5%.

#### Список использованных источников

1. Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмцов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.  
Khramtsov, A. G. Milk whey/ Khramtsov A. G.// Agropromizdat, 1990- 240 p.
2. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, Нестеренко. П.Г. // – М.: ДеЛипринт, 2004. – 587 с.  
Khramtsov, A. G. Tekhnologia productov iz molochnoy syvorotki/ Khramtsov A. G., Ntsterenko P.G. // M. DeLiprint, 2004 – 587 p.
3. Мишунин, И.Ф. Этюды о биотехнологии / Мишунин И.Ф., Шевченко М.И. // Киев: Наукова думка, 1989. – 152 с.  
Mishunin I.F. Atyudu o biotekhnologii / Mishunin I.F., Shevtchenko M.I. // Kiev, Naukova dumka, 1989. – 152 p.
4. Бекер, М.Е. Биотехнология микробного синтеза / М.Е. Бекер, М.Ж. Кристапсонс, У.Э. Виестур и др., под ред. М.Е. Бекера // Рига: Зинатне, 1980. – 350 с.  
Beker, M.E. Biotekhnologia microbnogo sinteza / Beker M.E., Kristapsons M.G., Viestur U.E., et all., with edition Beker M.E// Riga, Zinatne, 1990.–350 p.

*Л.Л. Богданова, к.т.н., И.Б. Фролов, Т.А. Савельева, к.в.н., доцент, А.И. Козинец  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **НОВЫЙ ВИД ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ЛАКТУЛОЗОСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

*L. Bahdanava, I. Frolov, T. Savelyeva, A. Kozinets  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **NEW TYPE OF PREBIOTIC LACTULOSE-CONTAINING FEED ADDITIVE FOR CALVES FAFM ANIMALS**

e-mail: bogdanova\_ll@tut.by, frolov2358@mail.ru, t.savelyeva@tut.by,

*Разработан новый вид пребиотической лактулозосодержащей кормовой добавки на основе молочной сыворотки. Проведенные зоотехнические испытания показали, что использование данной добавки в рационах питания молодняка крупного рогатого скота положительно влияет на продуктивность и экономическую эффективность выращивания телят.*

*A new type of prebiotic lactulose-containing feed additive based on milk whey was developed. Zootechnical tests have demonstrated that using this additive in the feed ration of immature cattle has a positive effect on the productivity and economic efficiency of calves growing.*

**Ключевые слова:** пребиотическая лактулозосодержащая кормовая добавка; зоотехнические испытания; продуктивность и экономическая эффективность.

**Keywords:** prebiotic lactulose-containing feed additive; zootechnical tests; productivity and economic efficiency.

**Введение.** Перевод животноводческой отрасли на промышленную основу вызвал необходимость решения ряда задач, связанных с условиями содержания и кормления сельскохозяйственных животных и увеличением, в результате этого, заболеваемости молодняка, в первую очередь, энтеропатогенными болезнями. Следствием указанных заболеваний являются нарушения нормального микробиоценоза пищеварительного тракта, связанные с уменьшением количества физиологически полезной кишечной микрофлоры. Это создает условия для преимущественного развития условно патогенных и патогенных микроорганизмов, что оказывает неблагоприятное воздействие на пищеварение и приводит к снижению общей иммунологической устойчивости организма. В настоящее время мировые научные исследования, помимо разработки ветеринарных препаратов, направлены на поиск способов повышения бифидогенной активности кормовых добавок, широко используемых в животноводстве для повышения иммунологической устойчивости, обеспечения питательности рационов. Это связано с тем, что микробиоценоз кишечника молодняка сельскохозяйственных животных в период молочного вскармливания на 80–90% состоит из бифидобактерий. Бифидобактерии принимают участие в метаболизме белков, жиров и углеводов, синтезируя из них органические кислоты и биологически активные соединения, которые способствуют регуляции кислотного баланса, подавлению развития условно патогенных и патогенных микроорганизмов, стимуляции перистальтики кишечника. Одним из общепризнанных бифидогенных факторов является оптический изомер молочного сахара – лактулоза, которая, проходя желудочно-кишечный тракт животного в неизменном виде, служит основным субстратом питания аутохтонных бифидобактерий, преимущественно колонизирующих толстый кишечник. В этой связи разработка

технологии и оценка эффективности использования кормовой добавки, обогащенной лактулозой, является весьма перспективной.

**Цель исследований:** разработка технологии изготовления нового вида пребиотической лактулозосодержащей кормовой добавки и исследование эффективности её использования в кормлении сельскохозяйственных животных.

**Материалы и методы исследований.**

*Материалы.* В работе использовали концентрированную творожную сыворотку с массовой долей сухих веществ 18%, сгущенную подсырную сыворотку с массовой долей сухих веществ 37%, гидроксид кальция, лимонную кислоту, селективные питательные среды для культивирования микроорганизмов, реактивы для проведения жидкостной и газовой хроматографии, комбикорм, ЗЦМ, зерновые смеси для кормления молодняка крупного рогатого скота (далее по тексту – КРС).

*Методы исследований.* Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 29246, массовую долю лактулозы – по МВИ МН 3384-2010, массовую долю золы – по ГОСТ 15113.8. Содержание нитратов и нитритов определяли по ГОСТ 13496.19 и ВСП №10, токсичных элементов – по ГОСТ 26929, ГОСТ 30692, ГОСТ 31266, пестицидов – по СТБ EN 1528 и ВСП №10. Удельную активность радионуклидов определяли по МВИ МН 1181-2011. Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 13496.6, ГОСТ 25311, ГОСТ 10444.12. В процессе проведения зоотехнических испытаний использованы зоотехнические, биохимические, статистические и математические методы анализа.

*Используемое оборудование:* хроматограф жидкостной «Agilent», хроматограф газовый «Хроматэк-Кристалл 5000.2», атомно-абсорбционный спектрометр SOLAR S2, атомный анализатор «Юлия-2К», спектрофотометр «Agilent 8453», нитратометр, гамма-бета-спектрометр МКС-АТ 1315, дозиметр-радиометр МКС АТ 6130, прибор для измерения влажности и температуры Testo 625, весы лабораторные электронные RV 214, весы электронные ВК-300, весы EW 6200-2NM, печь муфельная SNOL 7,2/1100, электроплита ЭПЧ 2,2, шкаф сушильный SNOL 67/350, магнитная мешалка ММ2А, центрифуга МРW-210, термостат воздушный ТС-80М, хладотермостат ХТ-3/70-1, инкубатор Heraeus B12, автоматический анализатор «Medonic СА-620», биохимический анализатор «Dialab Autoluser», шкаф сушильный HS 61 А, магнитная мешалка ММ2А, рН-метр НІ 8314, ультратермостат U2, весы ВСЛ-400/1, спектрофотометр СФ-46, центрифуга ОПн-ЗУХ4, лабораторная сушильная установка Я23ОЦУ.

**Результаты и их обсуждение.** Технология изготовления лактулозосодержащей кормовой добавки «Лактумин» разработана на основании результатов проведенных нами ранее исследований по изучению эффективности изомеризации лактозы в лактулозу.

На базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности», в соответствии с ТИ ВУ 100098867.410 по изготовлению добавки лактулозосодержащей «Лактумин», выработаны две экспериментальные партии кормовой лактулозосодержащей добавки: «Лактумин-Т» и «Лактумин-С» в количестве 25 кг каждого вида. Кормовую добавку «Лактумин-Т» вырабатывали из концентрированной творожной сыворотки с массовой долей сухих веществ 18%, а «Лактумин-С» – из сгущенной подсырной сыворотки с массовой долей сухих веществ 37%. Основные параметры ведения технологического процесса изготовления кормовых добавок представлены в таблице 1.

В результате проведения выработок установлено, что более эффективно процесс изомеризации и сушки протекает при изготовлении кормовой лактулозосодержащей добавки из творожной сыворотки «Лактумин-Т», что обусловлено, по-видимому, меньшим содержанием в ней белковых соединений.



Таблица 1 – Технологические параметры изготовления добавки

Наименование показателя	Значение	
	Лактумин-С	Лактумин-Т
Содержание сухих веществ перед изомеризацией, %	19±1	18±1
Кислотность сыворотки, ед. рН	5,65±0,05	4,55±0,04
Температура изомеризации, °С	75±1	73±1
Кислотность среды в начале изомеризации, ед. рН	10,3±0,05	10,3±0,05
Продолжительность изомеризации, мин	30±1	30±1
Кислотность среды в конце изомеризации, ед. рН	9,13±0,1	9,20±0,15
Кислотность среды после нейтрализации ед. рН	7,02±0,03	7,10±0,04
Температура воздуха на входе в сушильную камеру, °С	185±2	180±2
Температура воздуха на выходе из сушильной камеры, °С	85±1	85±1
Производительность при высушивании, кг испаренной влаги в час	4,0	5,5
Массовая доля лактулозы, %, (спектрофотометрический метод)	21,2±0,4	19,7±0,2

На следующем этапе работы исследованы физико-химические показатели, органолептические характеристики и микробиологические показатели безопасности изготовленных лактулозосодержащих добавок. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные микробиологические, физико-химические показатели и органолептические характеристики лактулозосодержащих добавок

Наименование показателя	Требования согласно ТНПА	Характеристика и значение	
		«Лактумин-Т»	«Лактумин-С»
Внешний вид	сухой сыпучий мелкодисперсный порошок		
Цвет	от кремового до светло-коричневого	кремово-желтый	светло-коричневый
Массовая доля влаги, %	не более 5	3,6	4,5
Массовая доля золы, %	не более 20	18,1	12,8
Массовая доля лактулозы, %, (метод ВЭЖХ)	от 15 до 25	17,5	17,3
Индекс растворимости, см <sup>3</sup> сырого осадка	не нормируется	1,4	1,6
Кислотность добавки, восстановленной до массовой доли сухих веществ 6,5%, °Т ед.рН	не нормируется	5,0 7,80	12,5 7,05
Общее микробное число, КОЕ/г	1·10 <sup>5</sup>	(15±3)·10 <sup>2</sup>	(25±4)·10 <sup>2</sup>
Общее число грибов, КОЕ/г	1·10 <sup>3</sup>	20±5	15±4

Из результатов, приведенных в таблице 2, следует, что разработанные технологические параметры проведения процесса изомеризации лактозы обеспечивают получение продуктов, по физико-химическим и микробиологическим показателям соответствующих требованиям нормативно-технической документации.

С целью оценки эффективности воздействия разработанной лактулозосодержащей кормовой добавки «Лактумин» на организм молодняка КРС объединенная ее партия была передана в опытно-экспериментальную научно-производственную лабораторию кормовых добавок и биопродуктов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» для проведения научно-хозяйственных исследований. Научно-хозяйственный опыт осуществлялся в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита». Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов сформированы три группы телят в возрасте 2 месяцев со средней живой массой 73 кг (таблица 3).

В ходе исследований изучен состав крови телят (морфологический, биохимический, минеральный), а также показатели продуктивности и экономической эффективности использования кормовой добавки в рационах кормления. Изменения состава крови телят в ходе проведения первого научно-хозяйственного опыта приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Схема проведения опытов

Группа	Количество голов в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1	2	3	4
<i>первый научно-хозяйственный опыт</i>			
контрольная	12	90	Основной рацион (ОР): ЗЦМ, комбикорм, зерносмесь
опытная	12	90	ОР + кормовая добавка «Лактумин» 9 г на голову (1,8 г лактулозы)
опытная	12	90	ОР + кормовая добавка «Лактумин» 18 г на голову (3,6 г лактулозы)
<i>второй научно-хозяйственный опыт</i>			
контрольная	11	50	Основной рацион (ОР): ЗЦМ, комбикорм, зерносмесь
опытная	11	50	ОР + кормовая добавка «Лактумин» 12 г на голову (2,4 г лактулозы)
опытная	11	50	ОР + кормовая добавка «Лактумин» 24 г на голову (4,8 г лактулозы)

Таблица 4 – Состав крови телят

Показатели	Значение		
	I группа (контрольная)	II группа	III группа
1	2	3	4
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$	<u>5,44±0,45</u> 5,36±0,15	<u>5,38±0,37</u> 5,86±0,15	<u>4,53±0,74</u> 5,30±0,33
Средний объем эритроцитов (MCV), $мкм^3$	<u>42,17±1,69</u> 39,7±0,5	<u>40,7±0,44</u> 41,9±1,64	<u>38,13±1,51</u> 40,9±0,93
Гематокрит (HCT), %	<u>23,03±2,85</u> 21,4±1,17	<u>21,87±1,72</u> 24,6±1,58	<u>20,56±1,55</u> 22,7±1,01
Тромбоциты (PLT), $10^9/л$	<u>427,3±93,2</u> 657±138,9	<u>361,3±70,3</u> 381,3±34,8	<u>391,0±150,5</u> 430±95,3
Средний объем тромбоцитов (MPV), $мкм^3$	<u>8,58±0,87</u> 10,0±0,98	<u>8,30±0,9</u> 7,55±0,09	<u>8,37±0,77</u> 9,6±0,56
Гемоглобин (HGB), г/л	<u>112,0±4,04</u> 109,8±3,17	<u>106,0±7,54</u> 112,5±3,12	<u>100,0±3,6</u> 110,8±1,61
Средняя концентрация гемоглобина (MCHC), г/л	<u>493,7±39,3</u> 519,0±24,9	<u>485,3±13,40</u> 462,3±26,4	<u>602,7±76,3</u> 490,3±19,4
Среднеклеточный гемоглобин (MCH), $10^3 мм^3$	<u>20,7±0,90</u> 20,5±0,74	<u>20,4±1,11</u> 19,2±0,48	<u>22,73±2,53</u> 20,0±0,63
Лейкоциты, $10^9/л$	<u>18,1±1,85</u> 14,68±1,93	<u>13,7±2,45</u> 12,98±1,38	<u>15,7±1,67</u> 11,18±1,84
Общий белок, г/л	<u>55,13±5,24</u> 66,4±4,03	<u>62,3±7,31</u> 60,7±2,20	<u>65,63±10,94</u> 63,4±4,39
Альбумины, г/л	<u>32,8±1,86</u> 35,9±1,17	<u>38,23±2,7</u> 33,12±1,15	<u>38,5±1,96</u> 32,95±1,70
Глобулины, г/л	<u>22,32±3,93</u> 30,48±4,76	<u>24,07±2,58</u> 29,48±1,40	<u>27,13±3,98</u> 30,45±3,71
Глюкоза, ммоль/л	<u>5,20±0,058</u> 2,9±0,49	<u>6,67±1,27</u> 3,43±0,44	<u>4,53±1,17</u> 2,90±0,63
Мочевина, ммоль/л	<u>1,50±0,70</u> 1,83±0,21	<u>2,39±0,27</u> 1,75±1,90	<u>1,81±0,23</u> 1,73±0,16
Билирубин, мкмоль/л	<u>5,17±1,85</u> 2,1±0,8	<u>8,00±2,44</u> 2,3±0,07	<u>13,53±3,69</u> 1,39±1,14
Холестерин, ммоль/л	<u>2,79±0,25</u> 2,40±0,03	<u>3,11±0,15</u> 2,30±0,6	<u>2,15±0,02</u> 2,50±0,19
Креатинин, мкмоль/л	<u>70,90±4,22</u> 86,96±11,84	<u>91,52±6,27</u> 76,53±3,73	<u>58,92±1,42</u> 73,33±3,02
Триглицериды, ммоль/л	<u>0,18±0,026</u> 0,16±0,011	<u>0,23±0,044</u> 0,14±0,041	<u>0,12±0,024</u> 0,12±0,024

Примечание: в числителе значение показателя после 30 дней скармливания, в знаменателе – после 90 дней скармливания добавки «Лактумин»

Результаты исследований морфологических, функциональных и биохимических показателей крови телят, приведенные в таблице 4, указывают на улучшение течения обменных процессов в организме молодняка КРС при скармливании кормовой лактулозосодержащей добавки «Лактумин».

Показатели продуктивности молодняка КРС в опытных группах при скармливании лактулозосодержащей добавки «Лактумин» превысили аналогичные показатели контрольной группы (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели продуктивности молодняка крупного рогатого скота

Показатели	Значение		
	I группа (контрольная)	II группа	III группа
Живая масса при постановке на опыт, кг	73,3±3,79	71,9±2,37	73,8±3,56
Конечная живая масса, кг	143,9±8,05	148,4±5,10	150,5±6,97
Валовой прирост за 70 дней, кг	70,6±1,82	76,5±2,77	76,7±6,06
Среднесуточный прирост за опыт, г	1009±59,0	1093±39,6	1096±46,6
% к контролю	100	108,3	108,6

По окончании ввода в рацион добавки «Лактумин» было установлено, что телята, получавшие 9 г добавки, по валовому приросту за исследуемый период превзошли телят-аналогов из контрольной группы на 5,9 кг, что составило 8,4% в сравнении с контролем. Поступление с кормами рациона добавки «Лактумин» в количестве 18 г на голову способствовало повышению валового прироста на 6,1 кг или на 8,6% относительно контрольной группы телят.

Среднесуточный прирост за период скармливания добавки у опытных животных был выше показателей в контрольной группе животных на 84 г (или на 8,3%), тогда как увеличение дозировки вводимой добавки до 18 г обеспечило разницу, равную 87 г (или 8,6%).

Увеличение суточного скармливания молодняку КРС добавки «Лактумин» до 24 г на голову в сутки нецелесообразно, что связано с возможным слабительным эффектом, вызываемым лактулозой.

Расчет экономической эффективности (таблица 6) свидетельствует о том, что использование кормовой лактулозосодержащей добавки «Лактумин» в итоге приводит к снижению себестоимости единицы продукции.

Таблица 6 – Показатели эффективности использования добавки «Лактумин»

Показатели	I группа (контрольная)	II группа	III группа
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,43	3,20	3,21
Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову, тыс. руб.	216,34	216,73	216,89
Себестоимость 1 корм. ед., руб.	8,93	8,84	8,80
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.	30,63	28,32	28,27
Получено прироста живой массы, кг	70,6	76,5	76,7
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	73,5	73,5	73,5
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	4,16	3,85	3,84
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб.	-	3135	3211
Примечание: расчеты приведены без учета стоимости добавки			

В опытных группах, получавших в составе рациона кормовую добавку «Лактумин», установлено увеличение расхода кормов за период исследований на 1,2–1,7 % в среднем на одну голову. Соответственно, увеличилась и стоимость среднесуточного рациона опытного молодняка КРС в сравнении с контрольными животными, которая еще повысится при определении цены добавки.

Вместе с тем, увеличение на 8,3–8,6 % продуктивности молодняка КРС, получавшего с рационом кормовую добавку «Лактумин», несмотря на более высокие затраты на корма, в целом способствовало снижению стоимости кормов, затрачиваемых на единицу продукции (наиболее важного показателя экономической эффективности производства животноводческой продукции) на 7,5–7,7%. Более высокий валовый прирост опытных животных, получавших с рационом кормовую добавку «Лактумин», является фактором, приводящим к снижению себестоимости 1 кг прироста в сравнении с контрольными показателями, и получению дополнительной прибыли на одну голову за период исследований в размере 25 руб. без учета стоимости добавки.

По результатам проведения научно-хозяйственных опытов по изучению эффективности использования лактулозосодержащей добавки пребиотического действия «Лактумин» на основе молочной сыворотки в составе комбикормов для молодняка КРС разработаны рекомендации (наставление) по применению лактулозосодержащей добавки «Лактумин».

**Заключение.** Разработан новый вид лактулозосодержащей добавки пребиотического действия «Лактумин» на основе молочной сыворотки для скармливания молодняку сельскохозяйственных животных. Установлено, что скармливание добавки молодняку КРС с рождения из расчета 12 г на голову в сутки положительно влияет на продуктивность и экономическую эффективность выращивания телят. Среднесуточный прирост животных увеличился на 10,1% при снижении себестоимости прироста на 9,0% в сравнении с контролем. Скармливание молодняку КРС в возрасте от 2 месяцев и старше кормовой добавки «Лактумин» в количестве от 9 до 18 г на голову в сутки повышает среднесуточный прирост животных на 8,3–8,6% и снижает себестоимость продукции на 7,5–7,7%.

# ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 663.05:637.041 (045)

Поступила в редакцию 22 мая 2017 года

*А.В. Мелешеня, к.э.н., доцент, С.А. Гордынец, к.с.-х.н., И.В. Калтович, к.т.н., Г.П. Пинчук  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА

*A. Meliaschenya, S. Gordynets, I. Kaltovich, G. Pinchuk  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### PROMISING PROCESSING AIDS FOR USE IN MEAT PRODUCTS WITH IMPROVED QUALITY INDICATORS

*e-mail: aleksmel@tut.by, otmp210@mail.ru, irina.kaltovich@inbox.ru, gripin\_2503@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по определению оптимальных комбинаций перспективных технологических добавок: стабилизатора СТМ-5, сухого сырного продукта, КСБ-УФ-80 и карбоксиметилцеллюлозы «Akucell AF 3265», а также степени их гидратации для использования в составе мясных изделий с улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими и органолептическими показателями. Установлено, что использование вышеперечисленных добавок в различных комбинациях позволяет увеличить влагосвязывающую способность мясных изделий на 4,2–9,5%, снизить потери массы при термообработке на 10,0–13,4% и значения предельного напряжения сдвига – на 2,5–10,8%, а также обеспечить оптимальные органолептические показатели готовых продуктов.*

**Ключевые слова:** стабилизатор СТМ-5; сухой сырный продукт; КСБ-УФ-80; карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»; влагосвязывающая способность; выход; потери массы при термообработке; предельное напряжение сдвига; органолептические показатели.

*The article reports results of research on the determination of optimal combinations of promising processing aids: STM-5 stabilizer, cheese powder, WPC-UF-80 and carboxymethyl cellulose "Akucell AF 3265", as well as the degree of their hydration for use in meat products with improved functional and technological, structural and mechanical, and organoleptic indicators. It has been established that the use of the above mentioned processing aids in different combinations increases the moisture-binding capacity of meat products by 4,2-9,5%, reduces weight loss in heat treatment by 10,0-13,4% and the value of critical shear stress by 2,5-10,8%, as well as provides optimal organoleptic indicators of finished products.*

**Keywords:** stabilizer STM-5; cheese powder; WPC-UF-80; carboxymethyl cellulose «Akucell AF 3265»; moisture-binding capacity; output; critical shear stress; weight loss in heat treatment; organoleptic indicators.

**Введение.** В настоящее время для получения мясных изделий, характеризующихся улучшенными функционально-технологическими и структурно-механическими показателями, в мясоперерабатывающей промышленности широко используются различные технологические добавки: гидроколлоиды – гуаровые и ксантановые камеди, карбоксиметилцеллюлоза, фосфаты, сухие молочные продукты и др. [1–3]. Кроме того, использование в составе мясных изделий сухих молочных продуктов, таких как концентрат сывороточный белковый, полученный методом ультрафильтрации с массовой долей белка 80% (КСБ-УФ-80), сухой сырный продукт, позволяет дополнительно обогатить мясопродукты полноценным белком, незаменимыми

аминокислотами и минеральными веществами, а также улучшить органолептические показатели готовых изделий [4, 5].

В связи с вышесказанным, достаточно актуальным вопросом является определение оптимальных комбинаций и степени гидратации наиболее перспективных технологических добавок в составе мясных изделий с улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими и органолептическими показателями.

**Цель исследований** – определение оптимальных комбинаций перспективных технологических добавок: стабилизатора СТМ-5, сухого сырного продукта, КСБ-УФ-80 и карбоксиметилцеллюлозы «Akucell AF 3265», а также степени их гидратации для использования в составе мясных изделий с улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими и органолептическими показателями.

**Материалы и методы исследований.** Материалы исследований – модельные образцы мясных изделий с использованием различных комбинаций технологических добавок: стабилизатора СТМ-5, сухого сырного продукта, КСБ-УФ-80 и карбоксиметилцеллюлозы «Akucell AF 3265».

Методы исследований – стандартные методы исследований функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей мясных изделий.

**Результаты и их обсуждение.** Для проведения эксперимента в качестве перспективных добавок, позволяющих получить мясные изделия с улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими и органолептическими показателями, были подобраны следующие:

– **стабилизатор СТМ-5**, содержащий гуаровую и ксантановую камеди, карбоксиметилцеллюлозу, позволяющий обеспечить гарантированные выходы вареных колбасных изделий (колбас, сосисок, сарделек) всех сортов, включая высший, до 160–170%;

– **сухой сырный продукт**, который является биологически ценным продуктом и может использоваться в качестве вкусообразующего сырьевого компонента при производстве различных продуктов питания. Продукт хорошо восстанавливается в холодной и горячей воде, обладает повышенной пищевой ценностью и увеличенными сроками хранения;

– **КСБ-УФ-80**, характеризующийся оптимальным рН (6,8), высокой растворимостью (99,5%), влагопоглощающей и жиропоглощающей способностью (112,4%), а также повышенным содержанием белка (80%), сниженным содержанием жира (6%) и лактозы (2%), отсутствием лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот, высоким значением индекса незаменимых аминокислот (1,4), оптимальными соотношениями Са:Р (1:1,1) и  $\omega_6/\omega_3$  (7,5:1), приближенным к оптимальному соотношению незаменимых и заменимых аминокислот (0,47:0,53) и макроэлементов Са:Mg (1:0,3) [4];

– **карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»** – водорастворимый агент, используемый в качестве загустителя и стабилизатора в составе мясных изделий, способствующий снижению потерь массы при термообработке и улучшению консистенции готового продукта.

С целью определения оптимальных комбинаций внесения вышеперечисленных добавок в состав мясных изделий, а также степени их гидратации изучали динамику функционально-технологических (влагосвязывающая способность (ВСС), выход, потери массы при термообработке), структурно-механических (предельное напряжение сдвига) и органолептических показателей модельных образцов, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Функционально-технологические и структурно-механические показатели модельных образцов

Наименование образца	Состав	Степень гидратации пищевых добавок	Влагосвязывающая способность, %	Выход,% / Потери массы при термообработке, %	Предельное напряжение сдвига, Па
Контроль	Фарш (200 г)	-	89,2	70,1 / 29,9	885,1
Опыт №1	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + вода (37,5г)	1:15	93,4	80,1 / 19,9	863,4
Опыт №2	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + сухой сырный продукт (2,5 г) + вода (37,5г)		96,9	82,0 / 18,0	841,3
Опыт №3	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + КСБ-УФ-80 (2,5 г) + вода (37,5г)		96,4	81,5 / 18,5	840,9
Опыт №4	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + сухой сырный продукт (2,5 г) + КСБ-УФ-80 (2,5 г) + вода (37,5г)		97,7	83,5 / 16,5	819,8
Опыт №5	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + сухой сырный продукт (2,5 г) + КСБ-УФ-80 (2,5 г) + вода (47,5г)	1:19	95,9	81,3 / 18,7	805,4
Опыт №6	Фарш (200 г) + СТМ-5 (2,5 г) + карбоксиметилцеллюлоза «Акуселл АF 3265» (2,5 г) + вода (95 г)		97,9	-	795,1
Опыт №7	Фарш (200 г) + КСБ-УФ-80 (2,5 г) + карбоксиметилцеллюлоза «Акуселл АF 3265» (2,5 г) + вода (95 г)		98,7	-	790,0

В результате исследования влагосвязывающей способности модельных фаршевых систем установлено, что наиболее высокие значения данного показателя позволяют обеспечить следующие комбинации пищевых добавок:

- КСБ-УФ-80 и карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265» (гидратированные в соотношении (1:19)) – 98,7%;
- СТМ-5 и карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265» (гидратированные в соотношении (1:19)) – 97,9%;
- СТМ-5, сухой сырный продукт и КСБ-УФ-80 (гидратированные в соотношении (1:15)) – 97,7%, что позволяет увеличить ВСС на 9,5%, 8,7% и 8,5% по сравнению с контрольным образцом соответственно (рисунок 1).

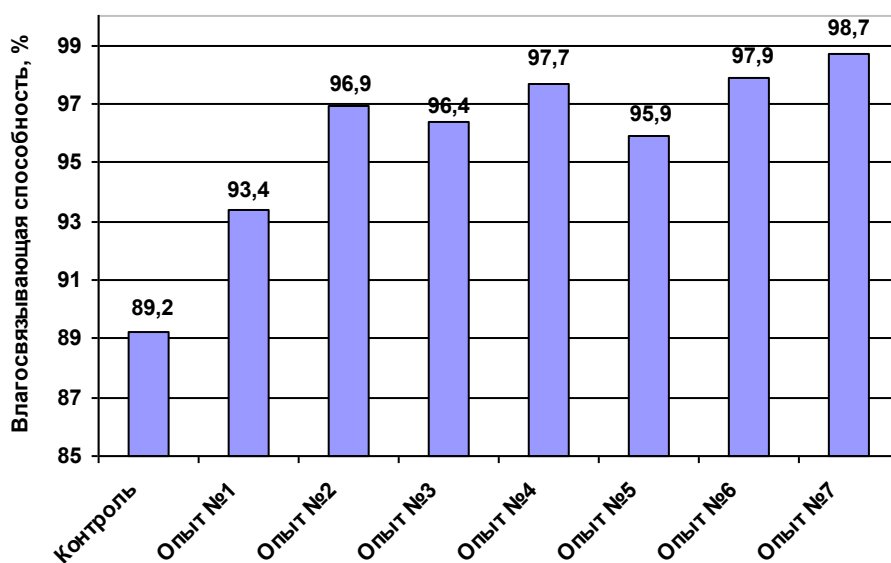


Рисунок 1 – Влагосвязывающая способность модельных фаршевых систем

Контроль – Фарш

Опыт №1 – Фарш+СТМ-5+вода (степень гидратации (1:15))

Опыт №2 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+вода (степень гидратации (1:15))

Опыт №3 – Фарш+СТМ-5+КСБ-УФ-80+вода (степень гидратации (1:15))

Опыт №4 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (степень гидратации (1:15))

Опыт №5 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (степень гидратации (1:19))

Опыт №6 – Фарш+СТМ-5+ карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»+вода (степень гидратации (1:19))

Опыт №7 – Фарш+КСБ-УФ-80+ карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»+вода (степень гидратации (1:19))

Определено, что совместное использование СТМ-5 и сухого сырного продукта (гидратированных в соотношении (1:15)) позволяет увеличить влагосвязывающую способность модельных образцов на 7,7%; СТМ-5 и КСБ-УФ-80 (гидратированных в соотношении (1:15)) – на 7,2%; СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 (гидратированных в соотношении (1:19)) – на 6,7%, в то время как использование СТМ-5 (гидратированного в соотношении (1:15)) – на 4,2% по сравнению с контрольным образцом.

Выявлено, что при совместном использовании пищевых добавок: СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в составе мясных модельных фаршевых систем значительно увеличивается выход готовых продуктов по сравнению с контрольным образцом (рисунок 2):

- при использовании СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 со степенью гидратации (1:15) – на 13,4%, а со степенью гидратации (1:19) – на 11,2%;



- при использовании СТМ-5 и сухого сырного продукта (со степенью гидратации (1:15)) – на 11,9%;
- при использовании СТМ-5 и КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15)) – на 11,4% по сравнению с контрольным образцом.

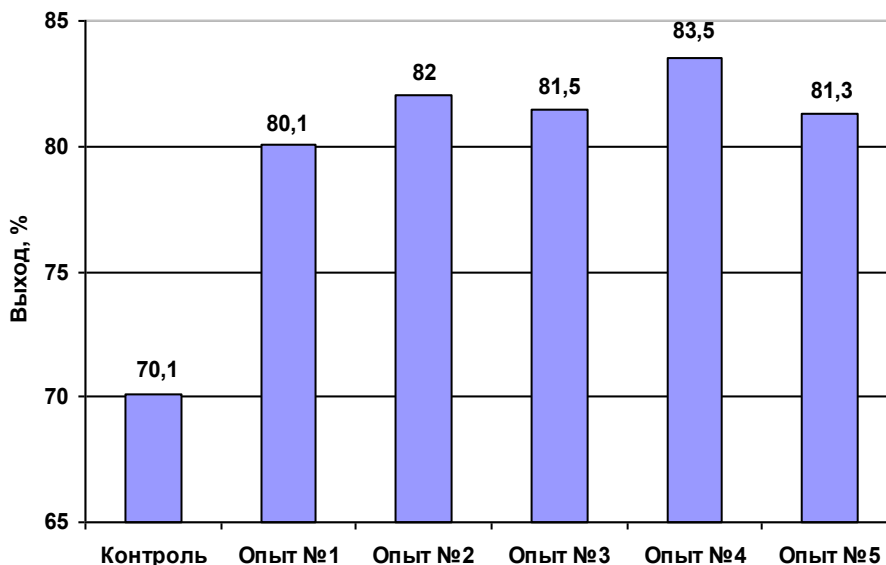


Рисунок 2 – Выход модельных образцов

Контроль – Фарш

Опыт №1 – Фарш+СТМ-5+вода (1:15)

Опыт №2 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+вода (1:15)

Опыт №3 – Фарш+СТМ-5+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №4 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №5 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:19)

В то же время использование пищевой добавки СТМ-5 в составе мясных модельных фаршевых систем со степенью гидратации (1:15) позволяет увеличить выход модельных образцов на 10,0%. При этом дополнительное внесение сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в состав мясных изделий с СТМ-5 приводит к увеличению выхода готовых продуктов:

- на 3,4% и 1,2% – при совместном использовании сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 (гидратированных в соотношении (1:15) и (1:19) соответственно);
- на 1,9% – при использовании сухого сырного продукта (гидратированного в соотношении (1:15));
- на 1,4% – при использовании КСБ-УФ-80 (гидратированного в соотношении (1:15)).

При исследовании потерь массы при термообработке модельных образцов установлено, что совместное использование пищевых добавок: СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в составе мясных модельных фаршевых систем позволяет снизить значение данного показателя (рисунок 3):

- до 16,5% и 18,7% при использовании СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15) и (1:19) соответственно);
- до 18,0% при использовании СТМ-5 и сухого сырного продукта (со степенью гидратации (1:15));
- до 18,5% при использовании СТМ-5 и КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15)).

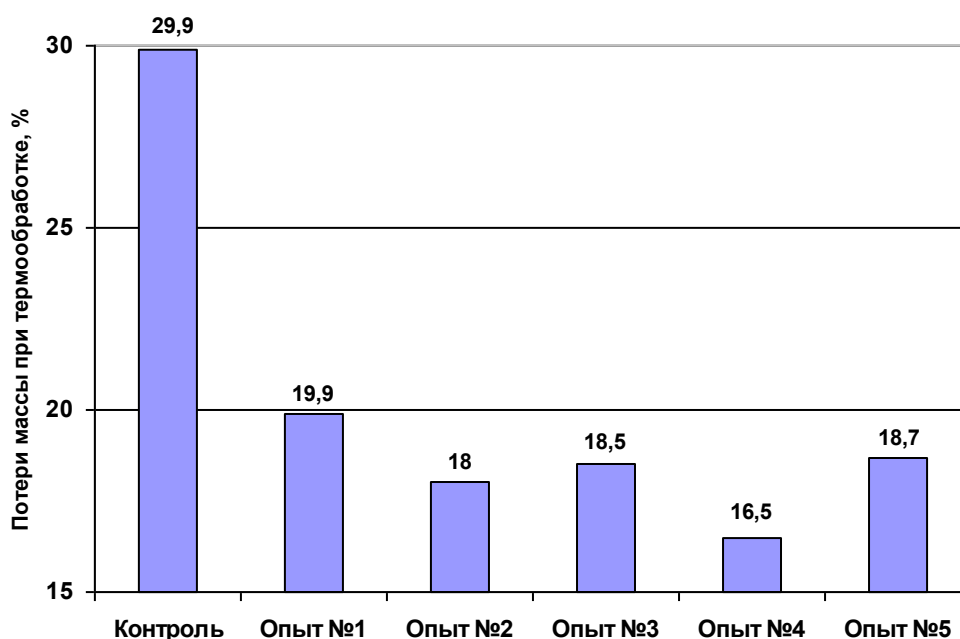


Рисунок 3 – Потери массы при термообработке модельных образцов

Контроль – Фарш

Опыт №1 – Фарш+СТМ-5+вода (1:15)

Опыт №2 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+вода (1:15)

Опыт №3 – Фарш+СТМ-5+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №4 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №5 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:19)

Определено, что при использовании СТМ-5 (со степенью гидратации (1:15)) в составе мясных фаршевых систем потери массы при термообработке модельных образцов снижаются до 19,9%, в то время как в контрольном образце значение данного показателя составляет 29,9%.

Вместе с тем, дополнительное введение сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в состав мясных модельных фаршевых систем с использованием СТМ-5 позволяет увеличить выход готовых продуктов:

– на 3,4% и 1,2% – при совместном использовании сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15) и (1:19) соответственно);

– на 1,9% – при использовании сухого сырного продукта (со степенью гидратации (1:15));

– на 1,4% – при использовании КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15)).

Установлено, что использование пищевых добавок: СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в составе модельных фаршевых систем позволяет снизить значения предельного напряжения сдвига готовых продуктов по сравнению с контрольным образцом (рисунок 4):

– на 2,5% – при использовании СТМ-5;

– на 5,0% – при использовании СТМ-5 совместно с сухим сырным продуктом или КСБ-УФ-80;

– на 7,4% – при использовании СТМ-5 совместно с сухим сырным продуктом и КСБ-УФ-80 со степенью гидратации пищевых добавок (1:15) и на 9,0% – со степенью гидратации (1:19), что способствует улучшению консистенции и сочности готовых продуктов при хорошем сохранении их формы.

Определено, что совместное использование карбоксиметилцеллюлозы «Акуселл АF 3265» с СТМ-5 или КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:19)) приводит к снижению значений предельного напряжения сдвига на 10,2% и 10,8% соответственно,

что способствует чрезмерному размягчению продукта и требует дополнительного введения источника пищевых волокон для стабилизации консистенции продукта (например, пшеничной или цитрусовой клетчатки).

Установлено, что совместное использование пищевых добавок: СТМ-5, сухого сырного продукта, КСБ-УФ-80 и карбоксиметилцеллюлозы «Akucell AF 3265» в составе мясных изделий позволяет обеспечить оптимальные органолептические показатели готовых продуктов (вкус, запах (аромат), консистенцию, сочность, внешний вид), свойственные мясным продуктам без постороннего привкуса и запаха.

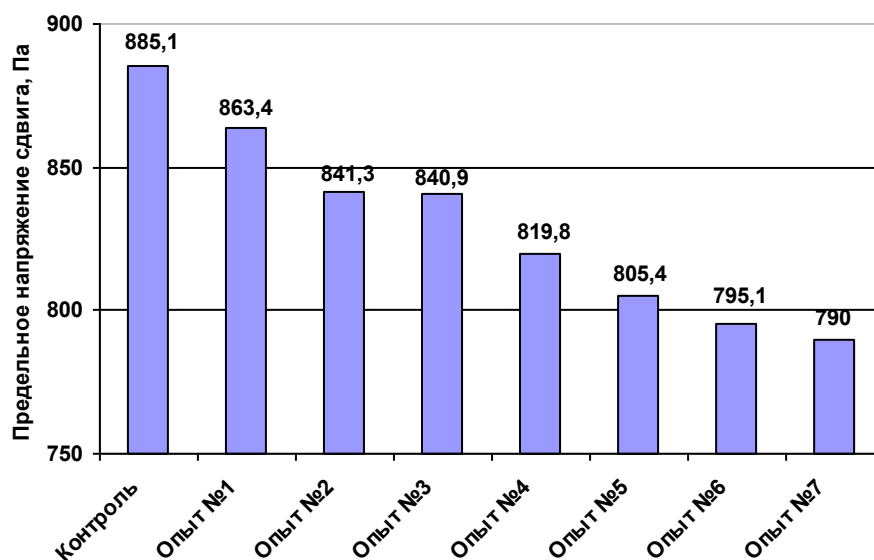


Рисунок 4 – Пределное напряжение сдвига модельных образцов

Контроль – Фарш

Опыт №1 – Фарш+СТМ-5+вода (1:15)

Опыт №2 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+вода (1:15)

Опыт №3 – Фарш+СТМ-5+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №4 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:15)

Опыт №5 – Фарш+СТМ-5+сухой сырный продукт+КСБ-УФ-80+вода (1:19)

Опыт №6 – Фарш+СТМ-5+ карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»+вода (1:19)

Опыт №7 – Фарш+КСБ-УФ-80+ карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265»+вода (1:19)

**Заключение.** Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В состав мясных изделий с использованием стабилизатора СТМ-5 рекомендуется дополнительно вносить сухой сырный продукт и/или КСБ-УФ-80 (со степенью гидратации (1:15)), что позволяет повысить влагосвязывающую способность фаршевых систем на 4,3% при совместном использовании сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80, на 3,5% и 3,0% – при использовании сухого сырного продукта или КСБ-УФ-80; увеличить выход готовых продуктов – на 3,4%, 1,9% и 1,4% и снизить потери массы при термообработке до 16,5%, 18,0% и 18,5% соответственно.

2. Увеличение степени гидратации комплекса пищевых добавок: СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 с (1:15) до (1:19) способствует снижению влагосвязывающей способности и выхода готовой продукции на 1,8% и 2,2% соответственно, поэтому с целью снижения потерь массы при термообработке готовых изделий рекомендуется гидратировать данные пищевые добавки в соотношении (1:15).

3. Использование карбоксиметилцеллюлозы «Akucell AF 3265» совместно с КСБ-УФ-80 или СТМ-5 (со степенью гидратации (1:19)) в составе мясных изделий

позволяет обеспечить высокие значения влагосвязывающей способности – 98,7% и 97,9%, что превышает контрольный образец на 9,5% и 8,7% соответственно, однако способствует чрезмерному размягчению консистенции готового продукта и требует дополнительного введения источника пищевых волокон (например, пшеничной или цитрусовой клетчатки).

4. Использование пищевых добавок – СТМ-5, сухого сырного продукта и КСБ-УФ-80 в составе мясных изделий способствует снижению значений предельного напряжения сдвига фаршевых систем и улучшению консистенции готовых продуктов при хорошем сохранении их формы, поэтому с целью улучшения структурно-механических показателей мясных продуктов рекомендуется дополнительно вносить в их состав данные добавки, что одновременно приводит к повышению влагосвязывающей способности и выхода изделий, снижению потерь массы при их термообработке и обеспечивает оптимальные органолептические показатели готовых продуктов.

5. В составе мясных изделий с улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими и органолептическими показателями рекомендуется использовать следующие комбинации пищевых добавок:

- *СТМ-5, сухой сырный продукт и КСБ-УФ-80* (со степенью гидратации (1:15));
- *СТМ-5 и сухой сырный продукт* (со степенью гидратации (1:15));
- *СТМ-5 и КСБ-УФ-80* (со степенью гидратации (1:15));
- *карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265» и КСБ-УФ-80* (со степенью гидратации (1:19) при условии дополнительного введения источника пищевых волокон);
- *карбоксиметилцеллюлоза «Akucell AF 3265» и СТМ-5* (со степенью гидратации (1:19) при условии дополнительного введения источника пищевых волокон).

#### Список использованных источников

1. Семенова, А.А. О технологической практике применения пищевых добавок в мясной промышленности / А.А. Семенова // Все о мясе. – 2009. – № 1. – С. 17–23.  
Semenova, A.A. O tehnologicheskoy praktike primeneniya pishhevyyh dobavok v mjasnoy promyshlennosti / A.A. Semenova // Vse o mjase. – 2009. – № 1. – S. 17–23.
2. Ферт, К.У. Выбор и использование гидроколлоидов / К.У. Ферт // Пищевая промышленность. – 2008. – № 10. – С. 76–78.  
Fert, K.U. Vybor i ispol'zovanie gidrokolloidov / K.U. Fert // Pishhevaya promyshlennost'. – 2008. – № 10. – S. 76–78.
3. Филипс, Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филипс // Под ред. Филиппа Г.О., Вильямса П.А. СПб.: ГИОРД, 2006. – 197 с.  
Filips, G.O. Spravochnik po gidrokolloidam / G.O. Filips // Pod red. Fillipsa G.O., Vil'jamsa P.A. SPb.: GIORД, 2006. – 197 s.
4. Теоретические и практические аспекты создания мясных продуктов гипоаллергенной и иммуномодулирующей направленностей: Монография / А.В. Мелешеня, О.В. Дымар, С.А. Гордынец, Т.А. Савельева, И.В. Калтович. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2017. – 166 с.  
Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya mjasnyh produktov gipoallergennoj i immunomodulirujushhej napravlennostej: Monografija / A.V. Meleshhenja, O.V. Dymar, S.A. Gordynec, T.A. Savel'eva, I.V. Kaltovich. – Minsk: UP «IVC Minfina», 2017. – 166 s.
5. Мясные продукты специального назначения для спортсменов и людей, испытывающих повышенные физические нагрузки: Монография / А.В. Мелешеня, О.В. Дымар, Т.А. Савельева, С.А. Гордынец, И.В. Калтович. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2011 – 155 с.  
Mjasnye produkty special'nogo naznachenija dlja sportsmenov i ljudej, ispytyvajushhih povyshennye fizicheskie nagruzki: Monografija / A.V. Meleshhenja, O.V. Dymar, T.A. Savel'eva, S.A. Gordynec, I.V. Kaltovich. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2011 – 155 s.

С.А. Гордынец<sup>1</sup>, к.с.-х.н., Т.В. Кусонская<sup>1</sup>, С.Н. Занько<sup>2</sup>, д.м.н., Е.Г. Мизеркина<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Витебский государственный медицинский университет, Витебск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Витебский областной специализированный дом ребенка, Витебск, Республика Беларусь

## НОВЫЕ ВИДЫ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ, СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПО СОДЕРЖАНИЮ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА, ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО, ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

S. Gordynets<sup>1</sup>, T. Kusonskaya<sup>1</sup>, S. Zanko<sup>2</sup>, E. Mizerkina<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Vitebsk regional specialized orphanage, Vitebsk, Republic of Belarus

## NEW TYPES OF THE MEAT PRODUCTS BALANCED ON CONTENT OF CALCIUM AND PHOSPHORUS FOR THE NUTRITION OF CHILDREN OF EARLY, PRESCHOOL AND SCHOOL AGE

e-mail: <sup>1</sup>otmp210@mail.ru, <sup>2</sup>zankos@mail.ru, <sup>3</sup>vitdr@vitebsk.by

В статье представлены результаты научно-исследовательской работы по созданию ассортимента новых видов мясных продуктов, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, для питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста (консервов гомогенизированных, изделий колбасных вареных). Новые виды мясных продуктов обогащены премиксом «CaDко» (консервы); лактатом кальция (колбасы), что позволяет обеспечить сбалансированное соотношение P:Ca, которое составляет 1:1,5, в соответствии с требованиями современной педиатрии и диетологии, и выгодно отличает данные продукты от существующих аналогов. В результате клинической апробации установлено, что консервы мясные гомогенизированные для питания детей раннего возраста «Лапушка» способствуют восполнению дефицита микроэлементов (кальция, магния, фосфора), нормализации фосфорно-кальциево-магниевого обмена у детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет с заболеваниями центральной нервной системы. Новые виды продуктов предназначены для питания детей с нарушениями фосфорно-кальциевого обмена.

**Ключевые слова:** рахит; фосфор; кальций; дети раннего возраста; дети дошкольного и школьного возраста; консервы; колбаса вареная.

The article presents results of research work on the creation of assortment of new types of meat products balanced on the content of calcium and phosphorus for the nutrition of children of early, preschool and school age (homogenized cans, cooked sausages). New types of meat products are enriched with the premix "CaDko" (cans); with the calcium lactate (sausages), that allows providing the balanced correlation of P:Ca, that is 1:1,5, in accordance with the requirements of modern paediatrics and dietetics, and advantageously distinguishes these foods from existent analogues. Clinical approbation has established that homogenized cans "Lapushka" for the nutrition of children of early age help to supplement the deficit of microelements (calcium, magnesium, phosphorus), normalize the phosphoric-calcium-magnesium metabolism for children in age from 6 months 3 to with the diseases of the central nervous system. New types of products are intended for the nutrition of children with violations of phosphoric-calcium metabolism.

**Keywords:** rachitis; phosphorus; calcium; children of early age; children of preschool and school age; cans; cooked sausage.

**Введение.** В раннем детском возрасте заболевания или состояния, связанные с нарушением фосфорно-кальциевого обмена, занимают ведущее место. Профилактические мероприятия здравоохранения привели к исчезновению тяжелых форм рахита, однако легкие его формы встречаются и сейчас довольно часто у детей раннего возраста. Обычно рахит связывают с нарушениями фосфорно-кальциевого обмена в организме ребенка, возникающими из-за недостатка витамина D. Однако,

сводить весь сложный механизм развития заболевания только к дефициту этого витамина было бы неправильно [1].

Так, недостаточное потребление кальция в детском и подростковом возрасте препятствует достижению оптимальной, генетически определенной пиковой массы и плотности костей, существенно увеличивая тем самым риск и тяжесть последующего развития остеопороза. Эта пиковая костная масса является «костным капиталом», который используется в течение всей оставшейся жизни.

В комплексе различных мероприятий по профилактике и лечению рахита большое значение имеет питание, которое должно обеспечивать потребности ребенка с первых дней жизни соответственно возрасту в белках, жирах, углеводах, витаминах, микроэлементах и их оптимальном соотношении.

В рамках выполнения Республиканской научно-технической программы программы «Детское питание» специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» проводились исследования по разработке ассортимента новых видов мясных продуктов (консервов гомогенизированных, изделий колбасных вареных), сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, для питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста.

**Цель исследований.** Разработать новые виды консервов гомогенизированных и изделий колбасных вареных, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, для питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований являлись экспериментальные образцы консервов гомогенизированных для питания детей раннего возраста и изделий колбасных вареных для питания детей дошкольного и школьного возраста, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора.

Экспериментальные образцы были изготовлены на ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат». Исследования проводились на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и УЗ «Витебский детский областной специализированный дом ребенка» с использованием стандартных методик.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе научно-исследовательской работы установлено, что мясные продукты содержат небольшое количество кальция (10–12 мг%), что делает их резко разбалансированными по соотношению кальция и фосфора. Это соотношение составляет 1:15–20 [2], в то время как оптимальное соотношение P:Ca должно составлять 1:1–1,5 – для детей раннего возраста и 1:1,5 – для детей дошкольного и школьного возраста [3].

При разработке рецептур консервов гомогенизированных для питания детей раннего возраста и изделий колбасных вареных для питания детей дошкольного и школьного возраста, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, для обеспечения оптимального соотношения данных микроэлементов были подобраны обогащающие пищевые добавки: премикс «CaDко» (массовая доля кальция, %, не менее 13,5; изготовитель ООО «Фелицата Холдинг», Россия) и лактат кальция (массовая доля кальция, %, не менее 16,9; производитель ООО «Научно-производственное объединение «Пищевые биотехнологии», Россия). В результате научно-исследовательской работы и с учетом [4–8] установлены оптимальные дозировки указанных добавок: 0,7г/100г консервов гомогенизированных для питания детей раннего возраста и 1000г/100кг несоленого сырья для изделий колбасных вареных для питания детей дошкольного и школьного возраста.

В таблице 1 представлены результаты исследований минерального состава экспериментальных образцов новых видов продуктов по соотношению P:Ca.

Таблица 1 – Минеральный состав экспериментальных образцов

Наименование показателей	Консервы «Лапушка»		Колбаса вареная «Стефаша»	
	Без обогащения	С обогащением премиксом «СаДко»	Без обогащения	С обогащением лактатом кальция
P, мг/100г	100,0	136,9	200,0	201,2
Ca, мг/100г	4,5	215,4	9,0	330,5
Соотношение P:Ca	20:1	1:1,5	20:1	1:1,5

Как видно из таблицы 1, соотношение P:Ca в необогащенных продуктах составляет 20:1. В обогащенных образцах консервов и изделий колбасных вареных выбранные дозировки функциональных ингредиентов позволяют обеспечить соотношение P:Ca в соответствии с установленными требованиями и составляют 1:1,5.

Специалистами Витебского государственного медицинского университета и УЗ «Витебский детский областной специализированный дом ребенка» проведены исследования профилактических свойств продукта «Консервы мясные гомогенизированные, сбалансированные по содержанию кальция и фосфора, для питания детей раннего возраста «Лапушка» в клинических условиях. Консервы были изготовлены на ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат» по следующей рецептуре (таблица 2).

Таблица 2 – Рецептура «Консервы мясные «Лапушка»

Наименование сырья	Массовая доля компонентов, %, для консервов
Говядина жилованная с содержанием жировой ткани не более 3,9% бланшированная	56,0
Масло сливочное	5,0
Мука рисовая	5,0
Премикс «СаДко» (массовая доля кальция, %, не менее 13,5)	0,7
Соль поваренная пищевая йодированная	0,05
Вода питьевая	33,25

Объектами исследования являлись здоровые дети и дети с перинатальной патологией в возрасте от 6 месяцев до 3 лет.

Цель исследования – оценить профилактические возможности продукта детского питания «Консервы мясные гомогенизированные, сбалансированные по содержанию кальция и фосфора «Лапушка» у здоровых детей и их эффективность использования у пациентов с патологией центральной нервной системы (ЦНС).

Для проведения исследования были сформированы 2 основные группы: 20 детей, имеющих патологию ЦНС и 20 условно здоровых детей в возрасте от 6 месяцев до 3-х лет. Все участники эксперимента основных групп (20 детей здоровых, 20 детей с патологией ЦНС) ежедневно употребляли продукты, причем дети с заболеваниями ЦНС употребляли продукты в качестве компонента комплексной терапии. В группу контроля включены 40 детей: 20 детей с патологией ЦНС и 20 здоровых детей, которые продукты не употребляли.

Установлено, что консервы мясные способствуют восполнению дефицита микроэлементов (кальция, магния, фосфора), нормализации фосфорно-кальциево-магниевого обмена у детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет с заболеваниями ЦНС.

Консервы могут быть рекомендованы детям раннего возраста в качестве компонента рациона питания для нормализации сна, неврологического статуса, снижения частоты респираторных заболеваний, для улучшения настроения, снижения беспокойства во сне. Установлено, что при употреблении продуктов дети стали лучше контактировать с окружающими, повысилась внимательность, улучшилось настроение, более координированными и осознанными стали движения при выполнении движений и

осознанность при выполнении действий, дети стали более активны в играх. Отмечены тенденции к улучшению умственного развития и улучшению функций ЦНС.

Для проявления продуктом профилактических свойств рекомендуется употребление его в следующих количествах: детям от 6 месяцев до 1 года – по 50 граммов 1 раз в день, от 1 года до 3 лет – по 100 граммов 1 раз в день. Продолжительность употребления продуктов не ограничена.

**Заключение.** В результате выполнения научно-исследовательской работы впервые в Беларуси разработана современная технология производства и созданы новые виды мясных продуктов, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, для питания детей различных возрастных групп (консервы гомогенизированные, сбалансированные по содержанию кальция и фосфора, для питания детей раннего возраста (3 рецептуры) и изделия колбасные вареные, сбалансированные по содержанию кальция и фосфора, для питания детей дошкольного и школьного возраста (3 рецептуры)). Новые виды мясных продуктов изготавливают из высококачественного мясного сырья и обогащены премиксом «СаДко» (консервы); лактатом кальция (колбасы), что позволяет обеспечить сбалансированное соотношение P:Ca, которое составляет 1:1,5, в соответствии с требованиями современной педиатрии и диетологии, и выгодно отличает данные продукты от существующих аналогов. В результате клинической апробации установлено, что консервы мясные способствуют восполнению дефицита микроэлементов и нормализации фосфорно-кальциево-магниевого обмена.



Рисунок 1 – Консервы мясные гомогенизированные «Лапушка» для питания детей раннего возраста



Рисунок 2 – Колбаса вареная «Стефаша» для питания детей дошкольного и школьного возраста



Освоение в промышленных масштабах выпуска новых видов мясных продуктов, сбалансированных по содержанию кальция и фосфора, позволит улучшить структуру питания и расширить ассортимент специализированных продуктов, предназначенных для питания детей различных возрастных групп (в том числе с нарушениями фосфорно-кальциевого обмена), с учетом их физиологических потребностей и требованиями диетотерапии (рисунок 1, 2).

### Список использованных источников

1. Дерюгина, М.П. Детское питание / М.П. Дерюгина – Минск, ОАО «Хэлтон», 1997г. – 351 с.  
Derugina, M.P. Child's food / of M.P. Derugina is Minsk, ОАО "Hal-tone", 1997г. it is a 351 p.
2. Лопарева, Е.Г. Способ обогащения мясных продуктов кальцием / Е.Г.Лопарева, Т.Ф.Чиркина – Мясные технологии.  
Lopareva, E.G. Method of enriching of meat foods the calcium / of E.G. Lopareva, T.F.Chirkina are Meat technologies.
3. Findpatent.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2287302.html>. – Дата доступа: 17.02.2017.  
Findpatent.ru [Electronic resource]. Access mode: <http://www.findpat-ent.ru/patent/228/2287302.html>.
4. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утвержденные Министерством здравоохранения Республики Беларусь 20.11.2012 №180.  
Sanitary norms and rules of «Requirement to the feed of population: norms of physiological requirements in energy and food matters for the different groups of population of Republic Byelorussia», health protections of Republic Byelorussia ratified Ministry 20.11.2012 №180.
5. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утверждённые постановлением Министерства здравоохранения РБ 21.06.2013 г №52.  
Sanitary norms and rules of "Requirement to food raw material and food foods", Ministries of health of РБ of a 21.06.2013 g № ratified by a decision 52.
6. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утверждённый постановлением Министерства здравоохранения РБ 21.06.2013 г №52.  
Hygienical norm "Indexes of safety and harmlessness for the man of food raw material and food foods", ratified by the decision of Ministry of health of РБ of a 21.06.2013 g №52.
7. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 г № 299.  
Single санитарно-эпидемиологические and hygienical requirements to the commodities, by a subject to the sanitary- epidemiology supervision (to control), Commissions of customs union ratified by Decision from a 28.05.2010 g № 299.
8. ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».  
TP of TC 034/2013 "About safety of meat and meat products".

*И.В. Козырев*

*Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова,  
Москва, Россия*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЕЧНОЙ И ЖИРОВОЙ ТКАНЕЙ И МРАМОРНОСТИ ГОВЯДИНЫ**

*I. Kozyrev*

*The Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russian Federation*

### **THE RESEARCH OF COLOR CHARACTERISTICS OF MUSCLE AND FAT TISSUE OF BEEF**

*e-mail: ikozyrev@vniimp.ru*

*В результате исследований цвета мышечной и жировой тканей и мраморности на длиннейшей мышце спины (L. dorsi) крупного розатого скота различного направления продуктивности определены различные группы по показателю цвета в международной цветовой модели Lab. В результате исследования мраморности на длиннейшей мышце спины (L. dorsi) установлена высокая степень корреляции между визуальной и приборной оценками мраморности.*

*The research of the color of muscle and fat tissue and marbling of longissimus dorsi of different productivity cattle determined various groups on color indicators of the international color model Lab. The research of marbling of the longissimus dorsi established a high level of correlation between the visual and instrumental assessment of marbling.*

**Ключевые слова:** говядина; цвет мышечной ткани; цвет жировой ткани; качество мяса.

**Keywords:** beef; meat colour; fat colour; meat quality.

**Введение.** Цвет является важным критерием качества, отображающим функциональные и технологические свойства мяса, и необходимым фактором для привлечения покупателя и коммерческого успеха. Кроме того, показатель цвета является индикатором практически всех физиологических, биохимических и технологических процессов, и поэтому является важным критерием при оценке качества продукта.

Окрашивание веществ в определенный цвет происходит в результате их взаимодействия с видимой частью спектра электромагнитных волн (400–750 нм). Образование цвета мяса более сложный процесс, чем окрашивание неорганических веществ. Сложность обусловлена участием в этом процессе молекулярного кислорода, четырех дентатного лиганда порфирина с обширной системой сопряженных двойных связей, иона железа Fe<sup>+2</sup>, способного окисляться, и других причин. [1]

Почти все современные способы измерения цвета основаны на системе спецификации цвета МКО. Название является аббревиатурой французского названия Международной комиссии по освещению, которая установила эту систему в 1931 году. Хотя с тех пор в систему вносились изменения, ее основная структура и принципы остались неизменными, и она широко используется в настоящее время. Цель системы МКО заключается в том, чтобы указать, каким образом можно воспроизвести цвет. Принятая в настоящее время теория цветности базируется на трех законах сложения цветов, установленных Грассманом. [2], [3]

Говядина является одним из самых важных видов мяса в питании человека. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, производство говядины в России в абсолютном выражении растёт с каждым годом. [4] Во всём мире уже давно сложилась практика оценки говядины по цвету мышечной и жировой тканей, так как эти показатели являются индикатором многих физиологических, биохимических и технологических процессов, происходящих в мясе.

В настоящее время заинтересованность российских предприятий в производстве качественной говядины растёт с каждым годом. Использование при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности позволяет предприятиям получать продукцию высокого качества, соответствующую самым строгим мировым стандартам, и уверенно двигаться в направлении замещения импортной говядины на российском рынке продукцией отечественного производства. При этом исключительно важным является вопрос объективной оценки говядины и дальнейшего её использования в зависимости от показателей качества и технологических свойств. Научно доказано, что одними из объективных критериев, отражающих качество мясного сырья, являются, наряду с цветом мышечной ткани, показатели содержания жира и его цвета. По ним можно судить о целом ряде свойств говядины: биохимических, технологических, структурно-механических, органолептических и т.д. Также немаловажным фактором является то, что эти показатели можно определить объективным методом с помощью эталонов в условиях конвейера. Во многих странах, являющихся признанными мировыми лидерами в производстве говядины, существуют системы объективной оценки качества мясного сырья, однако они не учитывают специфики российского производства: породного состава, условий содержания, рационов откорма.

В российском стандарте на высококачественную говядину, наряду с объективными показателями оценки полученных туш: масса туш, величина рН, площадь мышечного глазка, используются описательные: упитанность, наличие жира, мраморность, цвет мяса и жира. Кроме того, оценка по части показателей трудновыполнима в производственных условиях непосредственно на конвейерной линии переработки скота.

В связи с этим возникла необходимость в разработке эталонов цвета мышечной ткани, цвета жировой ткани и мраморности, на базе которых впоследствии будут созданы объективные и достоверные экспресс-методы оценки качества говядины, с учётом российских особенностей выращивания крупного рогатого скота и производства говядины.

**Материалы и методы исследования.** Для определения цвета жировой ткани в производственных условиях были продолжены работы с помощью спектрофотометра Konica Minolta CM-2300d. Это портативный спектрофотометр, который имеет технические характеристики, позволяющие эффективно использовать его в сложных условиях предприятия мясной промышленности (низкая температура, высокая влажность).

Измерения проводили при источнике освещения D65 (стандартный дневной свет) с углом наблюдения  $2^\circ$ , каждое измерение проводили с двукратной повторностью, за результат измерения принимали среднее арифметическое двух измерений.

Для статистической обработки данных использовали компьютерные программы MS Excel, IBM SPSS Statistics.

Измерения проводили на длиннейшей мышце спины (L. dorsi) молодняка крупного рогатого скота различных направлений продуктивности – мясного (породы абердино-ангус, герефорд) и мясо-молочного (породы симментальская, чёрно-пёстрая). Измерения проводили между 12 и 13 ребрами.

Проводили сравнение визуальной оценки мраморности говядины по четырём степеням с приборным (микроструктурным) анализом с применением компьютерной системы изображений «AxioVision 4.7.1.0», адаптированной для гистологических исследований.

**Результаты и их обсуждение.** В результате математической обработки данных установлено пять диапазонов цвета мышечной ткани и средние значения цвета для каждого диапазона в системе Lab, которые представлены на рисунке 1 и в таблице 2.

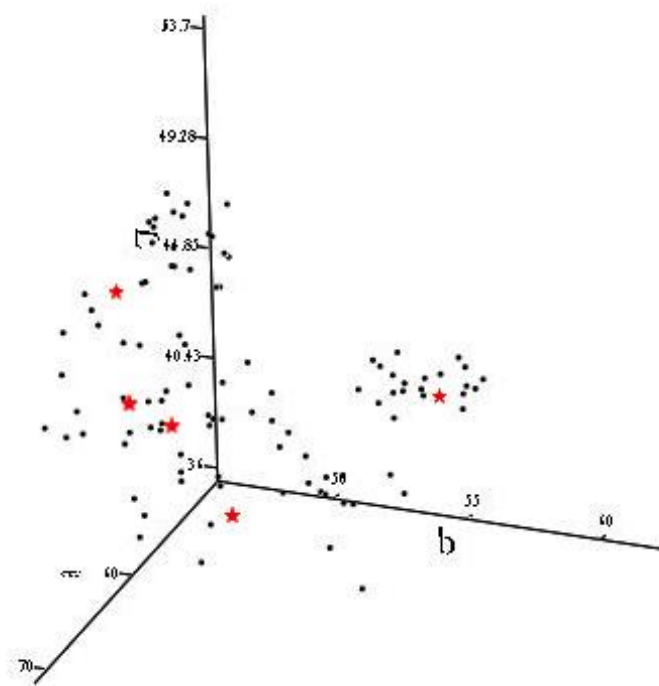


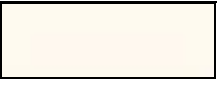



Рисунок 1 – График распределения показателей цвета

Таблица 2 – Средние значения цвета для диапазонов

Цветовая модель	Диапазоны цвета				
	1	2	3	4	5
L	52	49	47	43	38
a	66	69	69	63	55
b	50	60	48	49	51
Визуальное отображение цвета					

В ходе проведённой экспериментальной работы в условиях предприятий были получены данные, в результате математической обработки которых были определены значения эталонов цвета жировой ткани (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика цвета жира в разных цветовых моделях

Цвет жира		Характеристика в модели					
		RGB			Lab		
		R	G	B	L	a	b
1		255	249	240	98	1	5
2		255	240	221	96	1	11
3		255	230	190	93	2	23
4		255	216	151	88	3	37

Морфометрические исследования мраморности проводили в соответствии с принципами системного количественного анализа. Для проведения количественных измерений задавали параметры анализа объекта (площадь). Применяли как автоматическое, так и интерактивное (ручное) измерение заданных параметров. Полученные результаты (таблица 4) переводили в другие компьютерные программы для дальнейшей статистической обработки.

Таблица 4 – Сравнительная оценка мраморности образцов говядины

№ п/п	Визуальная оценка по шкале ГОСТ Р 55445-2013	Микроструктурный анализ включений жировой ткани в одном снимке	
		Количество, шт.	Площадь, % к общей площади снимка
1	1	296	10,2
2	2	514	16,55

Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой степени совпадения визуальной оценки мраморности с приборной (микроструктурной).

**Выводы.** Обобщены и систематизированы данные цветовых характеристик говядины, полученной от крупного рогатого скота различного пола, возраста и направления продуктивности. Определены диапазоны цвета мышечной и жировой тканей, характерные для различных групп говядины. Установлены средние значения цвета по показателям L, a, b для каждого диапазона.

Установлена высокая степень совпадения визуальной оценки мраморности с приборной (микроструктурной), что позволяет сделать заключение о возможности использования эталонов при определении качества говядины по этому признаку.

### Список использованных источников

1. Мурашев, С.В. Физические и химические причины возникновения красного цвета мяса / С.В. Мурашев, С.А. Воробьев, М.Е. Жемчужников // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2010, №1, с. 17–20.  
Murashev, S.V. Fizicheskie i himicheskie prichiny vznikenija krasnogo cveta mjasa / S.V. Murashev, S.A. Vorob'ev, M.E. Zhemchuzhnikov // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija «Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv». – 2010, №1, s. 17–20.
2. Википедия [электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон\\_Грассмана\\_\(оптика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Грассмана_(оптика)). Дата доступа: 19.10.2016.  
Vikipedija [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Zakon\\_Grassmana\\_\(optika\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Zakon_Grassmana_(optika)). Data dostupa: 19.10.2016.
3. Цвет в промышленности / Под ред. Р. Мак-Дональда: Пер. с англ. И.В. Пеновой, П.П. Новосельцева под ред. Ф.Ю. Телегина. — М.: Логос, 2002. — 596 с.  
Cvet v promyshlennosti / Pod red. R. Mak-Donal'da: Per. s angl. I.V. Penovoj, P.P. Novosel'ceva pod red. F.Ju. Telegina. — M.: Logos, 2002. — 596 s.
4. Доклад директора департамента животноводства Минсельхоза РФ Амерханова Х.А., VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии мясного скотоводства», г. Уфа, 2016 г.  
Doklad direktora departamenta zhivotnovodstva Minsel'hoza RF Amerhanova H.A., VIII Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Tehnologii mjasnogo skotovodstva», g. Ufa, 2016 g.

*М.А. Никитина, к.т.н., доцент, А.Н. Захаров, к.т.н., с.н.с.  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени  
В.М. Горбатова», Москва, Российская Федерация*

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*M. Nikitina, A. Zakharov*

*The Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russian Federation*

### **COMPUTER SYSTEM FOR SAUSAGE QUALITY ASSESMENT**

*e-mail: nikitinama@vniimp.ru, azakharov@vniimp.ru*

*В статье проведен анализ комбинированных фаршей с добавлением от 5% до 40% растительного белкового препарата взамен мясной части. По экспериментальным данным проводилась структурная идентификация с целью нахождения оптимального уравнения наименьшего порядка. Были построены адекватные модели по изменению ВУС, ЖУС и рН (парабола 3-го порядка) при замене мясного сырья белковыми препаратами растительного происхождения. Авторы считают, что возможна замена 10% мясного сырья с сохранением удовлетворительных физико-химических показателей и функционально-технологических показателей. Показана функциональная структура компьютерной системы оценки влияния новых компонентов в эмульгированных мясных продуктах и прогнозирование их качества, в которой заложены структурно-параметрические принципы, а также структурно-механические и функционально-технологические показатели исходного сырья. Оперируя исходными данными, характеризующими состав и свойства сырья и ингредиентов, установив граничные условия и требуемые уровни отдельных показателей, используя систему компьютерного моделирования, представляется возможным спрогнозировать качество будущего продукта.*

*The paper presents an analysis of combined minced meat with addition of 5% to 40% of a plant protein preparation instead of the meat part. Based on the experimental data, the structural identification was carried out to find an optimal equation of the least order. Adequate models were built for changes in the moisture binding capacity, fat binding capacity and pH (parabola of the 3<sup>rd</sup> order) when replacing meat raw material with plant protein preparations. The authors suggest that it is possible to replace 10% of meat raw material with retention of satisfactory physico-chemical and functional technological indicators. The functional structure of the computer system for assessment of an effect of new components in emulsified meat products and prediction of their quality is shown, which includes structural parametric principles as well as structural-mechanical and functional-technological indicators of the initial raw material. It seems to be possible to predict quality of a future product by operating the initial data that characterize the composition and properties of raw material and ingredients, establishing boundary conditions and required levels of individual indicators, and using a system of computer modeling.*

**Ключевые слова:** компьютерные технологии; качество; мясной фарш; изолированный белок.

**Keywords:** computer technologies; quality; minced meat; protein isolate.

**Введение.** Одно из направлений государственной политики в области здорового питания является разработка высококачественных пищевых продуктов с заданным химическим составом и пищевой ценностью, отвечающих всем требованиям технических регламентов и нормативных документов. В связи с этим важнейшей задачей мясоперерабатывающей промышленности является рациональное использование сырья, интенсификация производства на основе использования научно-технического прогресса и внедрения прогрессивных технологий, расширение ассортиментного ряда продукции и повышение качества продукции, в том числе за счет создания новых видов продуктов на основе сочетания мясного сырья с белками животного и растительного происхождения.

Концепция моделирования и оптимизации, сформулированная в трудах школы академика Кафарова В.В. [1], связана с прогнозированием качества продукции переработки биосырья животного происхождения со случайными характеристиками и свойствами.

Качество мясного продукта наиболее полно характеризует комплексный критерий качества, учитывающий физико-химические, функционально-технологические показатели и структурно-механические свойства. Особое значение имеют реологические характеристики, коррелирующие с физико-химическими показателями биосырья животного происхождения, мясного фарша и готового изделия [2–3].

**Целью исследования** явилось изучение степени влияния растительного изолированного белка на физико-химические и функционально-технологические свойства фаршевой системы и разработка математической модели качества полученной продукции в зависимости от процента замены мясного сырья. Обоснование эффективной дозировки соевого изолированного белка для внесения в разрабатываемое колбасное изделие.

**Материалы и методы исследований.** В соответствии с поставленной задачей в мясной фарш вносили от 5% до 40% гидратированного растительного изолированного белка взамен мясного сырья. Полученные комбинированные фарши оценивали по физико-химическим, функционально-технологическим показателям, в частности, определяли ВУС, ЖУС, рН фаршей в сравнении с контролем.

Для поиска оптимального уравнения связи (оптимальной модели) по экспериментальным данным проводилась структурная идентификация (аппроксимация данных полиномиальными уравнениями различных порядков с целью нахождения оптимального уравнения наименьшего порядка) с вычислением коэффициента детерминации ( $R^2$ ), показывающим, насколько точно полученная нами регрессионная модель, то есть степень близости экспериментальной зависимости и ее математической модели. Оптимальным будет считаться уравнение, а, следовательно, и модель соответствующего порядка, коэффициент детерминации которого равен единице.

**Результаты и их обсуждение.** Комплексное решение проблемы требует учета всех факторов с оценкой адекватности по комплексу биологических, технологических и экономических критериев. Поэтому необходимо объединить накопленные данные и знания в единую информационную базу знаний, отражающую всю априорно известную информацию о методах, моделях и алгоритмах моделирования поликомпонентных мясных продуктах.

Основу реляционной базы данных с индексно-последовательной структурой составляют физико-химические, функционально-технологические и структурно-механические характеристики сырья животного и растительного происхождения.

Открытая и постоянно пополняющаяся база данных и знаний становится основой для разработки структурно-параметрического описания, формализованной оценки и идентификации адекватности белоксодержащего эмульгированного мясного продукта.

Для решения поставленных задач специалистами ВНИИМП им. В.М. Горбатова разрабатывается компьютерная система оценки влияния новых компонентов в эмульгированных мясных продуктах и прогнозирование их качества, в которой заложены структурно-параметрические принципы, а также структурно-механические и функционально-технологические показатели исходного сырья. Функциональная структура данной системы представлена на рисунке 1.

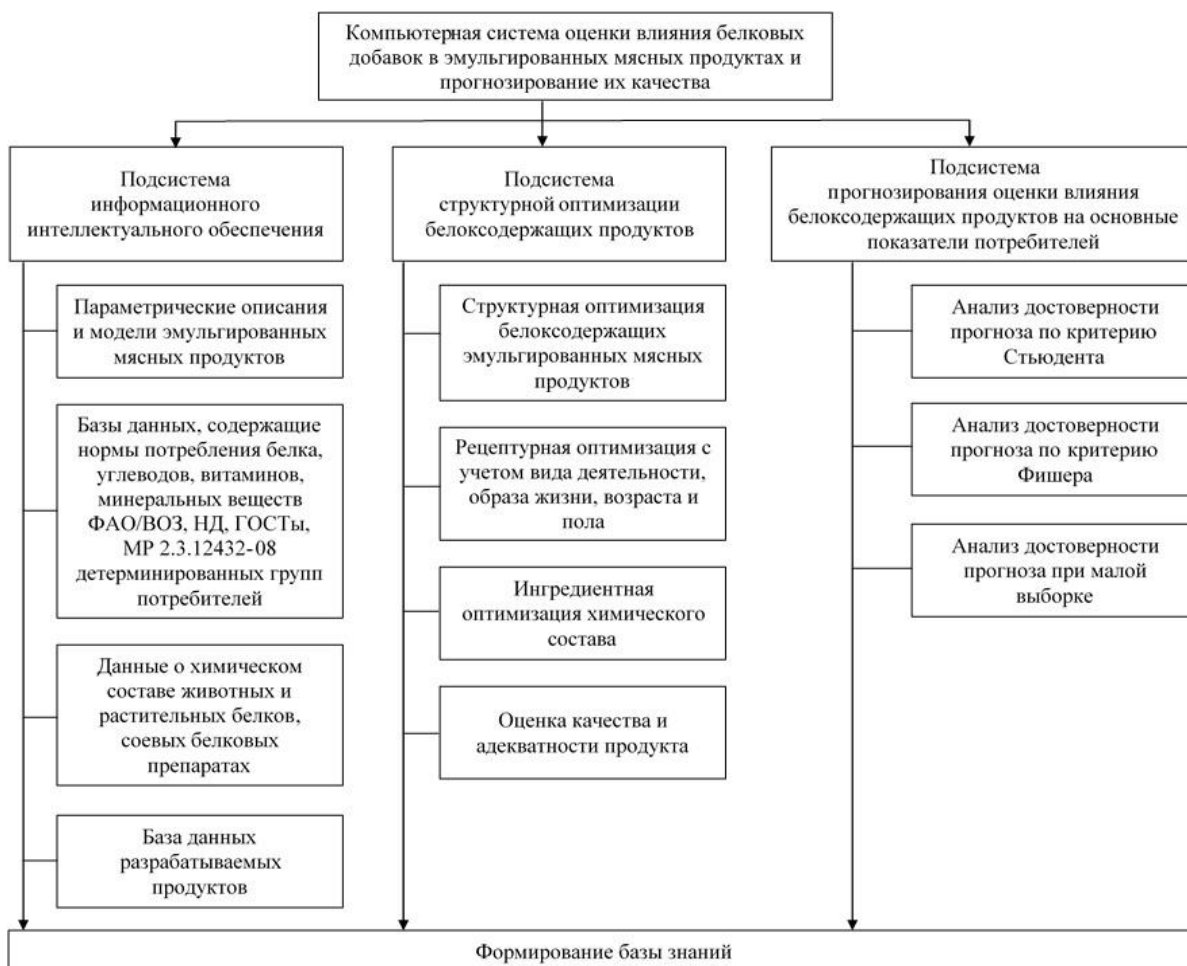


Рисунок 1 – Функциональная схема компьютерной системы

Работа с системой начинается с диалогового окна (рисунок 2).

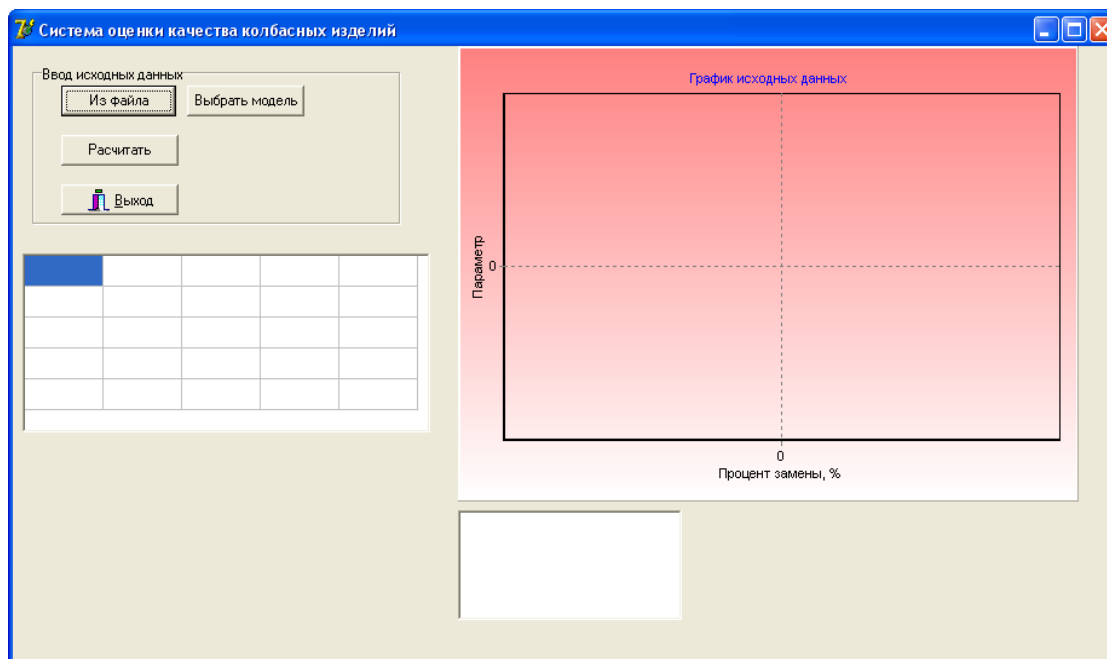


Рисунок 2 – Интерфейс стартового меню



На первом этапе пользователь должен ввести исходные данные из файла формата \*.txt, нажав кнопку «ИЗ ФАЙЛА». Второй этап связан с выбором аппроксимирующей модели (линейная, парабола 2-го порядка, парабола 3-го порядка, показательно-линейная, обратная линейная, логарифмическая).

Далее происходит статистическая обработка данных с расчетом коэффициентов уравнения регрессии и корреляции. Пример работы системы показан на рисунке 3.

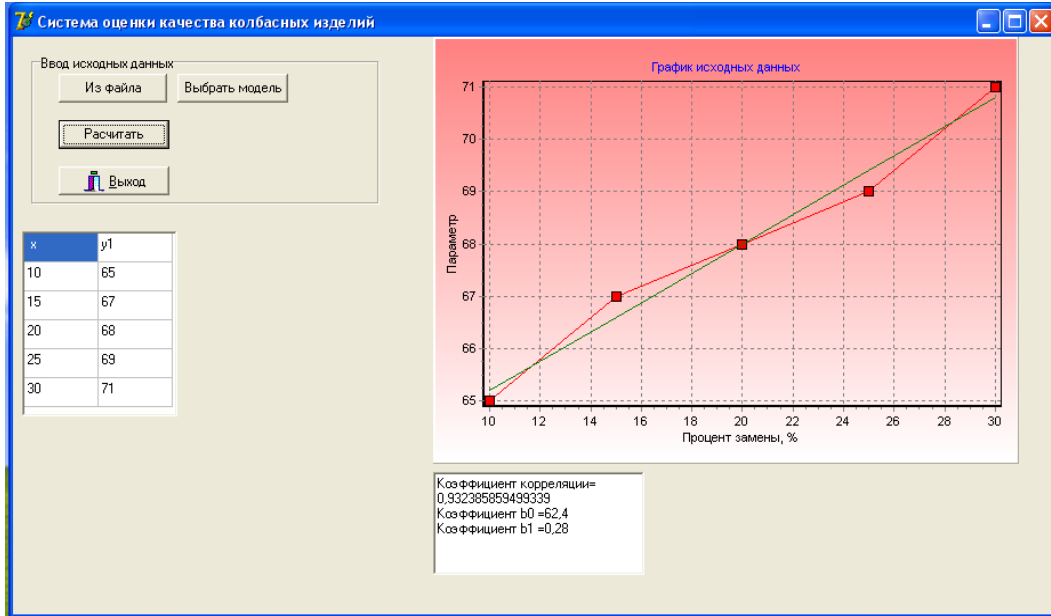


Рисунок 3 – Результат обработки исходных данных

Аналогичным образом была осуществлена аппроксимация данных полиномиальными уравнениями по изменению ВУС, ЖУС и pH (парабола 3-го порядка) при замене мясного сырья белковыми препаратами растительного происхождения. Графики некоторых моделей представлены на рисунках 4–6.



Рисунок 4 – Сопоставление экспериментальных и расчетных значений ВУС, %.

ВУС  $y = -0,59*x^3 - 1,09*x^2 + 0,61*x + 62,23$

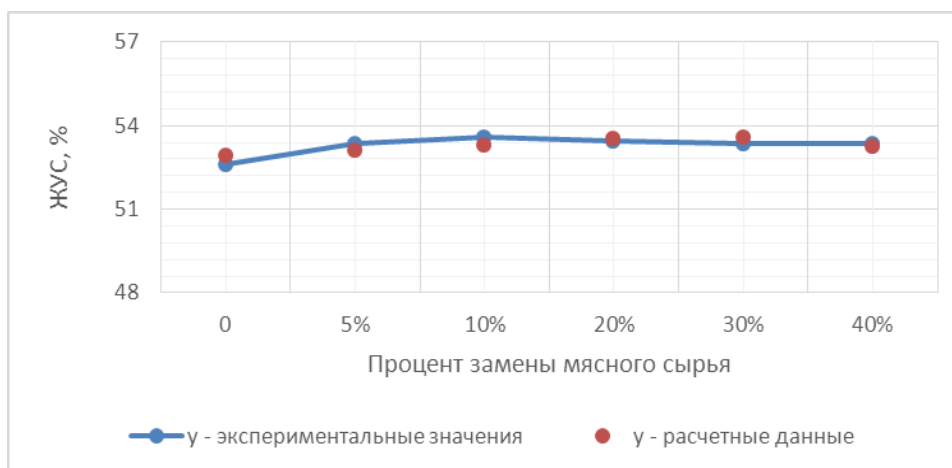


Рисунок 5 – Сопоставление экспериментальных и расчетных значений ЖУС, %.  
ЖУС  $y = -18,11*x^3 + 0,02*x^2 + 3,7*x + 52,93$

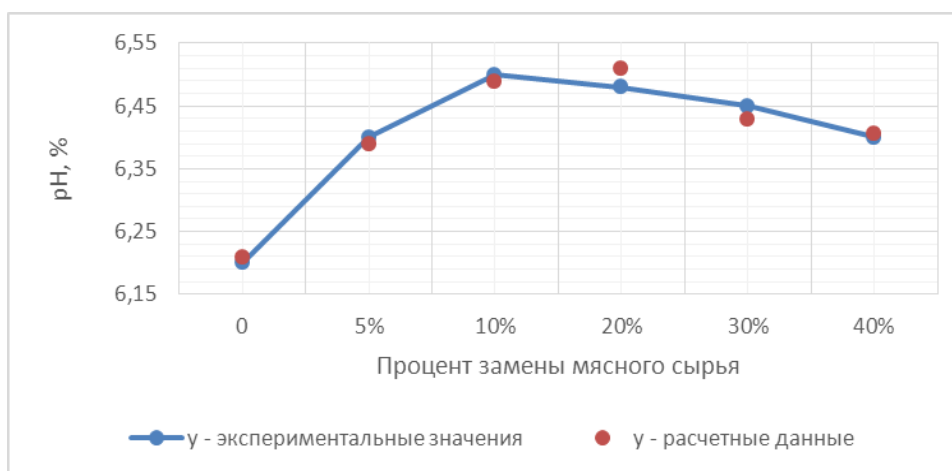


Рисунок 6 – Сопоставление экспериментальных и расчетных значений рН, %.  
рН  $y = 26,18*x^3 - 20,77*x^2 + 4,61*x + 6,21$

Способность фарша связывать и удерживать воду, жир и устойчивость его при термической обработке изменяются в зависимости от морфологического состава и термического состояния сырья, рН, содержания белка, жира, влаги в фарше и их соотношение. Решающее влияние на функциональные свойства фарша оказывают содержание мышечной и соединительной ткани в рецептуре, а также содержание белка и жира в фарше.

Исследования показали, что с увеличением массовой доли замены мясного сырья гидратированным соевым белком, рН фарша возрастает. Это влияет на гидрофильность белков мяса, следовательно, увеличивается влагоудерживающая и жирудерживающая способности модельной фаршевой системы.

На изменение водоудерживающей способности мяса в процессе его тепловой обработки влияют многие факторы: температура, до которой оно нагревается, длительность выдержки при ней, температура среды, способ тепловой обработки, скорость нагрева, величина рН обрабатываемого сырья, реологические характеристики, химический состав продукта, количество добавленной поваренной соли, воды, вид мяса, а именно анатомическое происхождение мышц, возраст животных и др.

Исследования зависимости снижения содержания влаги от температуры и рН образца фарша показали, что отделение влаги начинается уже при температуре 35°C [4]. Однако, начиная с температур 45–50°C, влага выделяется более интенсивно. Это

объясняется изменением, с одной стороны, структуры воды при указанных температурах, с другой – конформацией белковой макромолекулы, которая обусловлена комплексом внутри- и межмолекулярных водородных связей и гидрофобных взаимодействий или денатурацией белка.

Поскольку, нагрев сопровождается изменением формы связи воды (водородных связей и гидрофобных взаимодействий), действующие между протофибриллами вторичные силы Ван-дер-Ваальса стягивают молекулу белка в более компактную форму, т.е. происходят полимеризация дискретных белков и увеличение их молекулярной массы. При этом с повышением температуры контакт воды с углеводородом приводит к энергетически менее выгодной замене взаимодействия «вода-вода» взаимодействием «углерод-вода», структура белка уплотняется, что вызывает значительное выделение влаги в виде бульона.

Увеличение pH идет до достижения определенного максимального значения, при котором наблюдается максимальная растворимость белков и, соответственно, максимальная ВУС и ЖУС фаршевой системы.

При дальнейшем увеличении процента замены мясного сырья ВУС и ЖУС снижаются, что подтверждается снижением pH. Данный процесс обусловлен тем, что содержащиеся в соевом белке кислоты начинают влиять на кислотность системы, а щелочных составляющих мясного фарша недостаточно для взаимодействия с ними. В связи с этим наблюдается снижение функционально-технологических свойств модельной фаршевой системы.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено влияние замены мясного сырья соевым изолированным белком на физико-химические и функционально-технологические показатели готового эмульгированного мясного продукта. Полученные математические зависимости по изменению ВУС, ЖУС и pH при замене мясного сырья соевыми белковыми препаратами будут использованы в банке моделей компьютерной системы. Системный подход к оценке качества будущего продукта с учетом потенциального влияния отдельных ингредиентов рецептуры на процессе структурообразования, формирование органолептических показателей и т.п. дает возможность получения мясопродуктов гарантированного качества при минимальных материальных и временных затратах.

### Список использованных источников

1. Кафаров, В.В. Системный анализ процессов химической технологии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, Э.М. Колцова – М.: Наука, 1988. – 367 с.  
Kafarov, V.V. Sistemnyj analiz processov himicheskoj tehnologii [System analysis of the processes of chemical technology] / V.V. Kafarov, I.N. Dorohov, Je.M. Kolcova – М.: Nauka, 1988. – 367 p.
2. Косой, В.Д. Инженерная реология в производстве колбас / В.Д. Косой, А.Д. Малышев, С.Б. Юдина – М.: КолосС, 2005. – 264 с.  
Kosoj, V.D. Inzhenernaja reologija v proizvodstve kolbas [Engineering rheology in sausage production] / V.D. Kosoj, A.D. Malyshev, S.B. Judina – М.: KolosS, 2005. – 264 p.
3. Горбатов, А.В. Реология мясных и молочных продуктов / А.В. Горбатов – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 383 с.  
Gorbatov, A.V. Reologija mjasnyh i molochnyh produktov [Rheology of meat and dairy products] / A.V. Gorbatov – М.: Pishhevaja promyshlennost', 1979. – 383 p.
4. Лисицын, А.Б. Моделирование качества мясной продукции / А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, А.Н. Захаров, Е.Б. Сусь, В.В. Насонова // Пищевая промышленность. – 2016, № 10. – С. 50–54.  
Lisitsyn, A.B. Modelirovanie kachestva mjasnoj produkcii [Modeling of meat product quality] / A.B. Lisitsyn, M.A. Nikitina, A.N. Zakharov, E.B. Sus', V.V. Nasonova // Pishhevaja promyshlennost'. – 2016, № 10. – P. 50–54.

*С.А. Гордынец, к.с.-х.н., В.М. Напреенко  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСНОГО СЫРЬЯ, ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

*S. Gordynets, V. Napreenko  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **AMINO ACID COMPOSITION OF MEAT RAW MATERIAL, PERSPECTIVE FOR CREATION OF PRODUCTS FOR PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES**

*e-mail: [otmp210@mail.ru](mailto:otmp210@mail.ru), [vika19930505@mail.ru](mailto:vika19930505@mail.ru)*

*Мясо и мясные продукты в питании человека являются основными источниками полноценного белка. Важнейшими аминокислотами для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, входящими в состав белков мяса, являются метионин, лизин, триптофан, лейцин и изолейцин. В связи с этим изучены различные виды мясного сырья. Установлено, что наиболее перспективным мясным сырьем является мясо кролика, цыплят-бройлеров и говядина. Данное мясное сырье по сумме незаменимых аминокислот превосходит свинину, баранину, телятину, мясо ягнят, конину, мясо индейки, страуса и мясо верблюжье.*

**Ключевые слова:** метионин; триптофан; лизин; лейцин; изолейцин; говядина; баранина; телятина; мясо кроликов; свинина; мясо цыплят бройлеров; сердечно-сосудистые заболевания.

*Meat and meat products in human nutrition are the main sources of high-grade protein. The most important amino acids for the prevention of cardiovascular diseases, which are part of meat proteins, are methionine, lysine, tryptophan, leucine and isoleucine. In this connection, various kinds of meat raw materials have been studied. It is established that the most promising meat raw material is rabbit meat, broiler chicken and beef. This meat raw material in terms of the amount of essential amino acids is superior to pork, lamb, veal, lamb meat, horse meat, turkey meat, ostrich and camel meat.*

**Keywords:** methionine; tryptophan; lysine; leucine; isoleucine; beef; mutton; veal; rabbit meat; pork; broiler chicken meat; cardiovascular diseases.

**Введение.** В настоящее время одну из основных опасностей для здоровья населения и проблему здравоохранения стали представлять болезни сердечно-сосудистой системы. Заболевания сердечно-сосудистой системы многочисленны. Одни из них являются болезнями преимущественно сердца, другие – главным образом, артерий (атеросклероз) или вен, третьи – поражают сердечно-сосудистые системы в целом (гипертоническая болезнь) [1]. По мнению большинства специалистов одним из постоянно действующих факторов развития болезни является неправильное питание. Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний необходимо использовать в рационе питания функциональные продукты. Белки являются функциональными компонентами пищевых продуктов, поскольку они выступают как источник различных аминокислот, способных модулировать различные физиологические функции и биохимические реакции. Одним из сырьевых источников аминокислот для создания продуктов функционального питания является мясо [2].

**Цель исследований.** Сравнить по аминокислотному составу различные виды мясного сырья с точки зрения использования его при производстве мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Материалы исследований.** В качестве материалов исследования использовался фонд Национальной библиотеки; справочные данные по химическому составу пищевых продуктов [1–8].

**Результаты и их обсуждение.** Наиболее необходимые аминокислоты для создания мясных продуктов питания с пониженным содержанием поваренной соли с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний являются метионин, лизин, триптофан, лейцин, изолейцин [4].

При анализе содержания аминокислот в различных видах мясного сырья использовали данные справочной литературы [2].

*Метионин* – незаменимая серосодержащая аминокислота (суточная потребность 2–4 г), которая обладает выраженным липотропным свойством. Она способствует снижению холестерина сыворотки крови и влияет на характер патоморфологических и гистологических изменений в аорте. Аминокислота служит источником групп, необходимых для синтеза холина. Вместе с тем и фосфолипиды, способствуют повышению устойчивости коллоидных растворов холестерина и препятствуют отложению его на стенках сосудов. Метионин применяют при хирургических операциях на сердце и при инфаркте миокарда, а также при тиреотоксикозе. При недостатке данной аминокислоты в пищевом рационе увеличивается склонность к возникновению атеросклеротических изменений в сосудах [2].

Содержание метионина в мясе различных видов животных представлено на рисунке 1.

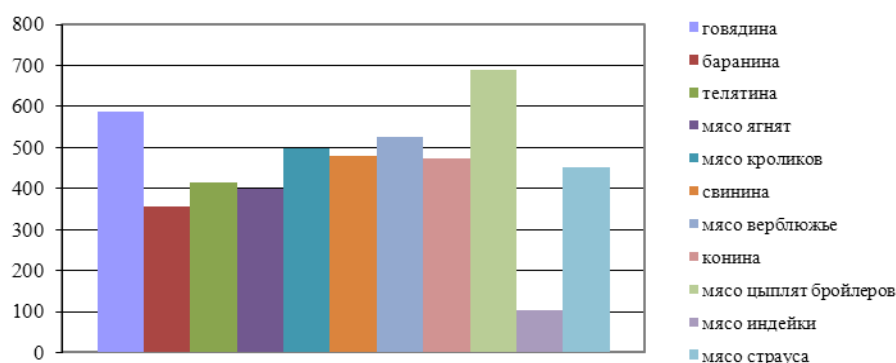


Рисунок 1 – Содержание метионина в мясе различных животных, мг/100 г

Больше всего метионина содержится в мясе цыплят-бройлеров, говядине, мясе верблюжьем, мясе кролика (690 мг/100г, 588 мг/100г, 527 мг/100, 499 мг/100г соответственно), чуть меньше в свинине, конине, мясе страуса, телятине, мясе ягнят, баранине (478 мг/100г, 473 мг/100г, 452 мг/100г, 414 мг/100г, 400 мг/100г, 356 мг/100г соответственно), а самое низкое содержание в мясе индейки (103 мг/100г).

*Лизин* – незаменимая аминокислота (суточная потребность 3–5 г), которая способна нейтрализовать липопротеины низкой плотности, препятствуя их отложению в сосудистой стенке. Кроме того, лизин в определённой концентрации может связывать и те липопротеины низкой плотности, которые отложились в сосудах, и, таким образом, удалять его из атеросклеротической бляшки. Эти свойства лизина обеспечивают уменьшение размера бляшки, увеличение просвета сосуда и восстановление циркуляции крови. Поэтому лизин незаменим для профилактики и комплексного лечения атеросклероза. Также данная аминокислота понижает уровень триглицеридов крови, а

недостаток способствует развитию спазмов коронарных сосудов и может явиться причиной хронических заболеваний сердца [2].

Содержание лизина в мясе различных видов животных представлено на рисунке 2.

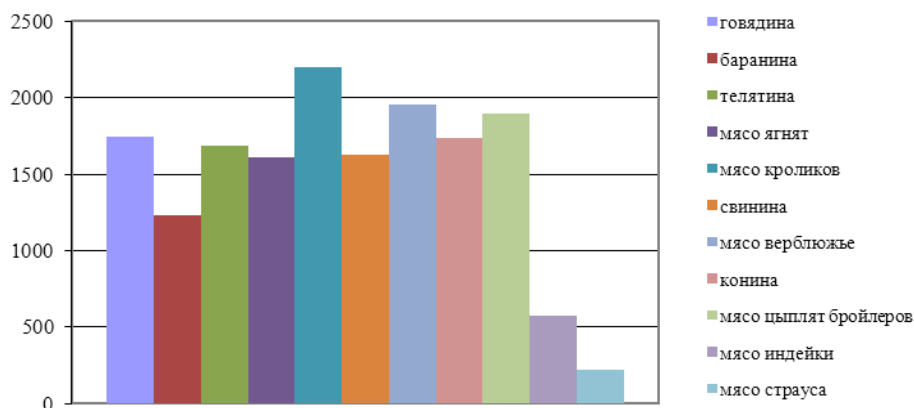


Рисунок 2 – Содержание лизина в мясе различных животных, мг/100 г

По содержанию лизина исследуемое мясное сырье можно расположить в следующей убывающей последовательности: мясо кролика (2199 мг/100г) → мясо верблюжье (1956 мг/100г) → мясо цыплят-бройлеров (1900 мг/100г) → конина (1739 мг/100г) → говядина (1742 мг/100г) → телятина (1683 мг/100г) → свинина (1631 мг/100г) → мясо ягнят (1609 мг/100г) → баранина (1235 мг/100г) → мясо индейки (577 мг/100г) → мясо страуса (220 мг/100г).

*Триптофан* – это незаменимая, экзогенная аминокислота (суточная потребность 1 г), которая в организме преобразуется в нейромедиатор – серотонин. Фармакологическое действие триптофана проявляется увеличением уровня серотонина в тканях, что приводит к усилению кровоснабжения скелетных мышц, увеличению циркуляции крови, увеличению ударного объема сердца, антидепрессивному действию. Данная аминокислота участвует в биохимических процессах, снабжающих миокард необходимой энергией, особенно необходимой при терапии сердечной недостаточности. Дефицит триптофана способствует развитию спазмов корональных сосудов и может явиться причиной хронических заболеваний сердца [2].

Содержание триптофана в мясе различных видов животных представлено на рисунке 3.

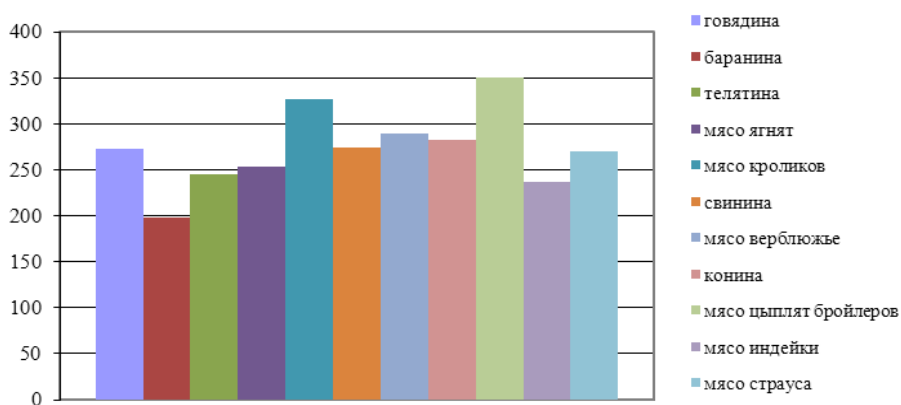


Рисунок 3 – Содержание триптофана в мясе различных животных, мг/100 г

По содержанию триптофана преимущество имеет мясо цыплят бройлеров (350 мг/100г), мясо кролика (327 мг/100г) и мясо верблюжье (290 мг/100г). Далее следует конина (282 мг/100г), свинина (274 мг/100г), говядина (273 мг/100г), мясо страуса

(270 мг/100г), мясо ягнят (253 мг/100г), телятина (245 мг/100г), мясо индейки (237 мг/100г). Меньше всего триптофана содержится в баранине (198 мг/100г).

*Лейцин* - незаменимая аминокислота (суточная потребность 4-6 г), которая отвечает за регуляцию синтеза белков миокарда, а так же участвует в регулировании контроля глюкозы и секреции инсулина. Данная аминокислота понижает уровень сахара в крови и стимулирует выделение гормона роста, препятствует образованию тромбов, расширяет сосуды и усиливает их кровенаполнение. Регулярное использование лейцина приводит к сокращению частоты приступов стенокардии, уменьшению потребности в нитратах, повышению толерантности к физической нагрузке и увеличению функциональной активности у больных ишемией сердца

Содержание лейцина в мясе различных видов животных представлено на рисунке 4.

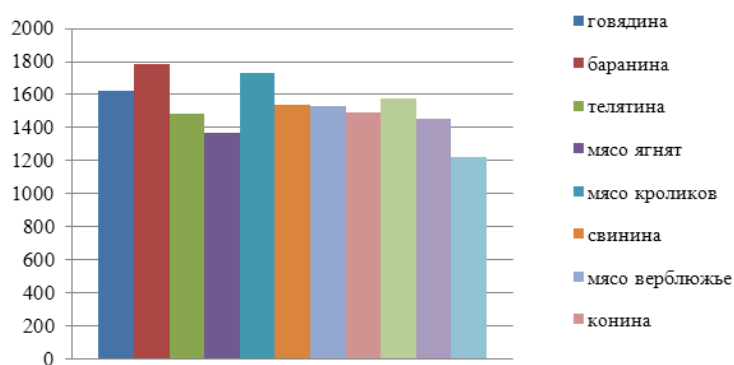


Рисунок 4 – Содержание лейцина в мясе различных животных, мг/100 г

В результате исследования содержания лейцина в различных видах мясного сырья определено, что самое высокое содержание в баранине (1786 мг/100г), мясе кролика (1734 мг/100г), говядине (1624 мг/100г) и в мясе цыплят-бройлеров (1578 мг/100г). Далее следует свинина (1538 мг/100г), мясо верблюжье (1527 мг/100г), телятина (1484 мг/100г), конина (1494 мг/100г), мясо индейки (1456 мг/100г). Наименьшее количество лейцина содержится в мясе ягнят (1366 мг/100г) и в мясе страуса (1223 мг/100г).

*Изолейцин* - одна из незаменимых аминокислот (суточная потребность 3-4 г), необходимых для синтеза гемоглобина. Она стабилизирует и регулирует уровень сахара в крови и процессы энергообеспечения. Метаболизм изолейцина происходит в мышечной ткани.

Содержание изолейцина в мясе различных видов животных представлено на рисунке 5.

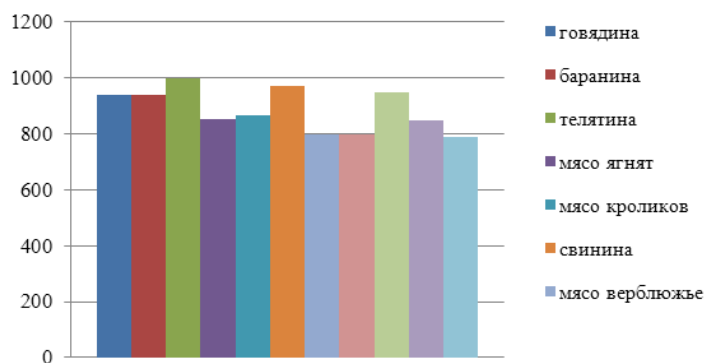


Рисунок 5 – Содержание изолейцина в мясе различных животных, мг/100 г

По содержанию изолейцина преимущество имеет телятина (998 мг/100г), свинина (970 мг/100г), мясо цыплят-бройлеров (945 мг/100г), говядина (939 мг/100г), баранина

(936 мг/100г). Остальные виды мясного сырья можно расположить в следующей убывающей последовательности: мясо кролика (864 мг/100г) → мясо ягнят (852 мг/100г) → мясо индейки (845 мг/100г) → конина (799 мг/100г) → мясо верблюжье (796 мг/100г) → мясо страуса (789 мг/100г).

На рисунке 6 представлена сумма незаменимых аминокислот, которые необходимы для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

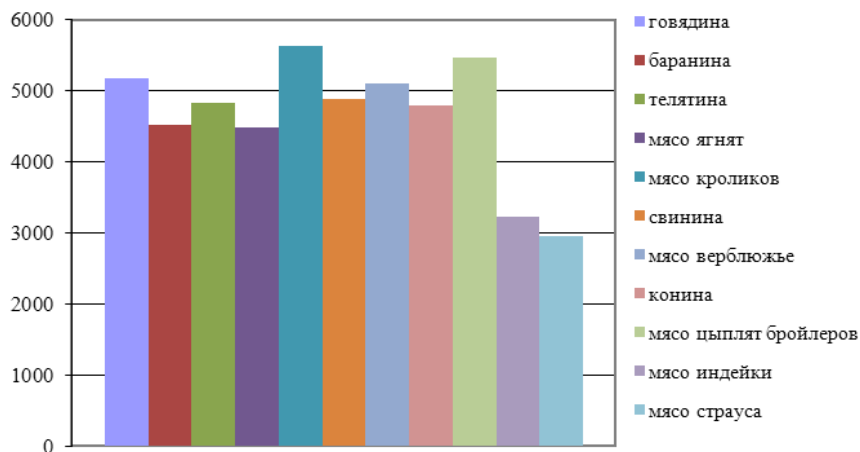


Рисунок 6 – Сумма незаменимых аминокислот (метионин, лизин, триптофан, лейцин, изолейцин) в мясе различных видов животных, которые оказывают положительное действие на сердечно-сосудистую систему, мг/100 г

По сумме незаменимых аминокислот (метионин, лизин, триптофан, лейцин, изолейцин), которые необходимы для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, преимущество имеют мясо кролика (5623 мг/100г), мясо цыплят бройлеров (5463 мг/100г) и говядина (5166 мг/100г).

**Заключение.** Сравнительный анализ содержания аминокислот, влияющих на сердечно-сосудистую систему, в различных видах мясного сырья показал, что наиболее перспективным мясным сырьем является мясо кролика, цыплят-бройлеров и говядина. Данное мясное сырье по сумме незаменимых аминокислот превосходит свинину, баранину, телятину, мясо ягнят, конину, мясо индейки, страуса и верблюжье мясо.

### Список использованных источников

1. Лакшин, А.М. Питание как фактор формирования здоровья и работоспособности студентов / А.М. Лакшин, Н.Г. Кожевникова // Вопросы питания. – 2008. – №1. – С. 43–45.  
Lakshin, A.M. Pitaniye kak faktor formirovaniya zdorov'ya i ra-botosposobnosti studentov [Nutrition as a factor in the formation of health and performance of students] / A.M. Lakshin, N.G. Kozhevnikova // Voprosy pitaniya. – 2008. – №1. – S. 43–45.
2. Кардиология: Руководство для врачей / под ред. Р.Г. Оганова и И.Г. Фоминой. – М.: Медицина. – 2004. – 848 с.  
Kardiologiya: Rukovodstvo dlja vrachej. [Cardiology: A guide for doctors ] /Pod red. R.G. Oganova i I.G. Fominoj. – M.: Medicina. – 2004. -848 s.
3. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В.М. Позняковский – Новосибирск: Изд-во Новосиб. Ун-та, 2001. – 526 с.  
Poznjakovskij, V.M. Jekspertiza mjaso i mjasoproduktov [Examination of meat and meat products] / V.M. Poznjakovskij – Novosibirsk: Izd-vo Novosib. Un-ta, 2001. – 526 s.
4. Функциональные мясные продукты: теория и практика: Монография. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2009 – 142с.  
Funkcional'nye mjasnye produkty: teorija i praktika [Functional meat products: theory and practice]: Monografija. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2009 – 142s.
5. Мясные продукты специального назначения для спортсменов и людей, испытывающих повышенные физические нагрузки: Монография / А.В. Мелещеня и др. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2011 – 155 с.



Mjasnye produkty special'nogo naznachenija dlja sportsmenov i ljudej, ispytyvajushhih povyshennye fizicheskie nagruzki [Meat products of special purpose for athletes and people experiencing increased physical exertion]: Monografija / A.V. Meleshhenja i dr. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2011 – 155 s.

6. Теоретические и практические аспекты создания мясных продуктов гипоаллергенной и иммуномоделирующей направленностей: Монография / А.В. Мелешеня, О.В. Дымар, С.А. Гордынец, Т.А.Савельева, И.В. Калтович. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2017 – 166 с.

Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya mjasnyh produktov gipoallergennoj i immunomodulirujushhej napravlennošej [Theoretical and practical aspects of the creation of meat products of hypoallergenic and immunomodulating directions]: Monografija / A.V. Meleshhenja, O.V. Dymar, S.A. Gordynec, T.A.Savel'eva, I.V. Kaltovich. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2017 – 166 s.

7. Тутельян, В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам) / В.А. Тутельян, В.б. спиричев, Б.П. Суханов, В.А. Кудашева. – М.: Колос, 2002. – 424.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

Tutel'jan, V.A. Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka (spravochnoe rukovodstvo po vitaminam i mineral'nyh veshhestvam) [Micronutrients in the diet of a healthy and sick person (reference guide for vitamins and minerals)] / V.A. Tutel'jan, V.b. spirichev, B.P. Suhanov, V.A. Kudasheva. – М.: Kolos, 2002. – 424.: il. (Uchebniki i uchebnye posobija dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij).

8. Кедрова, И.И. Состояние питания взрослого населения в различных регионах Республики Беларусь / И.И. Кедрова, В.С. Колесников, А.М. Лихошва, А.М. Жуков, Н.В. Гусаревич, Н.П. Войтик, А.М. Бондарук // Национальная политика в области здорового питания в Республике Беларусь. Материалы международной конференции – Минск, 1997, 20-21 ноября. С. 25–28.

Kedrova, I.I. Sostojanie pitaniya vzroslogo naselenija v razlichnyh regionah Respubliki Belarus' [The nutritional status of the adult population in various regions of the Republic of Belarus ] / I.I. Kedrova, V.S. Kolesnikov, A.M. Lihoshva, A.M. Zhukov, N.V. Gusarevich, N.P. Vojtik, A.M. Bondaruk // Nacional'naja politika v oblasti zdorovogo pitaniya v Respublike Belarus'. Materialy mezhdunarodnoj konferencii – Minsk, 1997, 20-21 nojabrja. S. 25–28.

*В.Я. Груданов, д.т.н., профессор, А.А. Бренч, к.т.н., доцент, Л.Т. Ткачева, к.т.н., доцент  
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В КОНСТРУИРОВАНИИ РЕЖУЩИХ МЕХАНИЗМОВ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ**

*V. Grudanov, A. Brench, L. Tkacheva  
Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

## **APPLICATION OF THE THEORY OF NUMBERS IN DESIGNING OF CUTTING MECHANISMS OF MACHINES FOR GRINDING MEAT RAW MATERIALS**

*e-mail: topp128@mail.ru, abrench@mail.ru, tkachevalt@mail.ru*

*В статье, на основе анализа технологических особенностей и технических параметров процесса измельчения мясного сырья, представлена разработанная математическая модель перфорированной перегородки, позволяющая получить одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности ножевой решетки. При этом количество отверстий и их диаметр предлагается принимать из ряда предпочтительных чисел, что позволяет получить одинаковое проходное сечение по всей длине режущего механизма при равном гидравлическом сопротивлении всех ножевых решеток в комплекте.*

**Ключевые слова:** измельчение мясного сырья; режущий механизм; теория чисел; ножевая решетка; нож; проходное сечение; гидравлическое сопротивление.

*Based on the analysis of technological features and technical parameters of the grinding process of meat raw materials the article describes a developed mathematical model of a perforated partition allowing to obtain the same throughput over the entire working surface of the knife grid. In this case the number of holes and their diameter is proposed to be taken from series of preferred numbers that allows to obtain an identical cross-section along the entire length of the cutting mechanism with equal hydraulic resistance of all knife grids.*

**Keywords:** grinding meat raw materials; cutting mechanism; theory of numbers; knife grid; knife; cross-section; hydraulic resistance.

**Введение.** На мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь широко применяются машины для первичного и тонкого измельчения мясного сырья: мясорубки, промышленные волчки, куттеры, эмульсаторы и др., при этом с измельчением связано около 70% технологических операций при выпуске готовой продукции, а процессы измельчения являются наиболее трудоемкими и энергоемкими.

В Республике Беларусь данное оборудование практически не выпускается. Серийно выпускаемые машины для измельчения мясного сырья (производства Германии, Польши, Австрии, Чехии, России и др.) в ряде случаев не отвечают технологическим требованиям по своим технико-экономическим показателям. Особенно остро эта проблема стоит на мясокомбинатах при выпуске вареных и копченых колбасных изделий, где процесс измельчения является главным, определяющим качество готовой продукции и энергозатраты.

Эксплуатационная надежность, эффективность работы и качество измельчения во многом определяются также правильным выбором конструктивных форм и геометрических параметров режущих элементов, при этом важно, чтобы размеры неподвижных ножевых решеток и вращающихся многоперых ножей были взаимосвязаны между собой и унифицированы для всего класса машин.

По данным Московского государственного университета прикладной биотехнологии надежность режущих элементов, входящих в стандартный набор режущего механизма промышленного волчка, существенно различна и, согласно статистике, поток отказов этих элементов находится в соотношении

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 : \lambda_4 = 1 : 0,8 : 0,6 : 0,5 \quad (1)$$

где  $\lambda_1$  – показатель числа отказов ножа;  
 $\lambda_2$  – показатель числа отказов подрезной ножевой решетки;  
 $\lambda_3$  – показатель числа отказов приемной ножевой решетки;  
 $\lambda_4$  – показатель числа отказов выходной ножевой решетки.

Из уравнения (1) следует, что показатели надежности режущих элементов отличаются вдвое и наименее надежным является вращающийся нож, а выходная ножевая решетка обладает повышенной надежностью. Таким образом, ресурс и надежность режущего механизма определяется по лимитирующему элементу (в данном случае по ресурсу ножа), в то время как ножевые решетки подвергаются преждевременному восстановлению (переточка) задолго до момента наступления их предельного износа. При создании многоэлементного режущего механизма необходимо достижение (обеспечение) равного или близкого ресурса элементов, входящих в комплект.

На основе вышеизложенного можно констатировать, что серийный режущий механизм (стандартный комплект) обладает рядом весьма существенных недостатков, к которым можно отнести следующие:

- ресурс и надежность вращающихся ножей значительно ниже ресурса и надежности работы ножевых решеток, особенно выходных;
- площадь проходного сечения выходной ножевой решетки значительно (в два раза) меньше площади проходного сечения подрезной решетки;
- гидравлическое сопротивление при движении измельчаемого сырья возрастает и достигает своего максимального значения в выходной ножевой решетке.

Перечисленные недостатки усиливаются еще и тем, что традиционно ножи к волчкам изготавливают четырехзубыми с прямыми передними гранями, которые при вращении перемещают продукт в радиальном направлении и тем самым тормозят продвижение сырья вдоль рабочей камеры.

С учетом вышеизложенного, был проведен комплекс теоретических и экспериментальных исследований по совершенствованию конструкций вращающихся ножей и ножевых решеток.

**Цель исследований.** Целью исследований является разработка на основе теоретических и экспериментальных исследований высокоэффективных режущих механизмов для качественного измельчения мясного сырья

**Материалы и методы исследований.** В основе теоретических исследований являлся системный анализ технологических особенностей и технических параметров процесса измельчения мясного сырья в волчках и использование теории чисел в конструировании режущих инструментов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований была разработана новая конструкция вращающихся ножей, основное отличие которой состоит в том, что передние грани перьев ножа выполнены наклонными, причем угол наклона передних граней перьев второго ножа больше угла наклона передних граней первого ножа, а толщина ножей увеличена с 20 мм до 30 мм (для волчка типа К6-ФВЗП-200). Такая конструкция ножей позволяет им выполнять одновременно и функцию винтов, проталкивающих продукт через отверстия ножевых решеток (ножи работают как витки шнека).

Существенной модернизации подверглась и конструкция выходной ножевой решетки.

Традиционно в выходных ножевых решетках применяется ромбическое расположение отверстий (отверстия располагаются в вершинах треугольников) в результате чего при вращении ножа на рабочей поверхности решетки образуются «мертвые зоны» и площадь проходного сечения уменьшается.

Кроме того, как показывают расчеты, коэффициент перфорации выходной ножевой решетки в области ее рабочей поверхности уменьшается от центрального посадочного отверстия к периферии, что также дестабилизирует движение измельчаемого сырья и увеличивает энергозатраты. Этого можно избежать, если располагать отверстия по концентрическим окружностям.

Вместе с тем выходная ножевая перфорированная решетка обладает наибольшим гидравлическим сопротивлением при движении через отверстия диаметром 3 мм измельчаемого сырья. Расчеты показывают, что величина гидравлического сопротивления ножевых решеток находится в следующем соотношении:  $\Delta P_2 : \Delta P_3 : \Delta P_4 = 1 : 2 : 8$ , т.е. гидравлическое сопротивление выходной решетки в 8 раз больше сопротивления подрезной и в 4 раза – приемной, а это напрямую связано с энергозатратами и перегрузкой электродвигателя. По этой причине волчки часто останавливаются, особенно это касается машин типа МП-160 и в этом случае измельчение мясного сырья осуществляется на решетках с диаметром отверстий 5 мм (в нарушение технологических требований). Это объясняется тем, что по ходу движения измельчаемого сырья диаметры отверстий уменьшаются, а их количество увеличивается, при этом площадь проходного (живого) сечения решеток уменьшается примерно в следующем соотношении:  $F_2 : F_3 : F_4 = 1,0 : 1,5 : 2,0$ , т.е. площадь проходного сечения выходной ножевой решетки  $P_4$  в два раза меньше площади проходного сечения подрезной решетки  $F_2$ .

С целью снижения сопротивления при прохождении фарша через отверстия предлагается уменьшить толщину перфорированной части выходной ножевой решетки. Расчеты показывают, что уменьшение толщины решетки с 14 мм до 8 мм снижает ее гидравлическое сопротивление почти вдвое за счет уменьшения линейных потерь. Одновременно необходимо увеличить наружный диаметр ножевых решеток.

Для достижения постоянного значения коэффициента перфорации по всей рабочей поверхности (поверхности трения) ножевой решетки была разработана математическая модель перфорированной перегородки, основанная на теории чисел.

Проведенные исследования позволили разработать новую инженерную методику для определения геометрических и конструктивных параметров режущего механизма, при этом удачно решены вопросы унификации режущего инструмента для всего класса отечественных мясорубок и волчков. Новая методика основана на использовании теории чисел. [1,2,3]

**Построение математической модели ножевой решетки.** Перфорированная пластина (ножевая решетка) в качестве рабочих органов широко применяется в различных технических устройствах: в глушителях шума двигателей внутреннего сгорания; в механизмах для первичного, среднего и тонкого измельчения мясного сырья; в оросительных, распылительных, струйных и вихревых устройствах, при формировании различных макаронных изделий, в машинах для механической обвалки мяса и т.п., при этом перфорированные перегородки должны иметь одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности и минимальное гидравлическое (аэродинамическое) сопротивление на прокачку рабочего тела.

Для решения этой проблемы используем теорию чисел, известных в литературе под названием ряда Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21.... Как видно из этого ряда, в нем каждое последующее число, начиная с третьего, равно сумме двух предыдущих.

В общем виде эта закономерность может быть представлена формулой (2).

$$a_n = A_{q_1}^{n-1} + B_{q_2}^{n-1}, \quad (2)$$

где  $q_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ;  $q_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$  А и В произвольные постоянные.

$$a_1 = a_2 = 1, \text{ то } A = \frac{1+\sqrt{5}}{2\sqrt{5}} \text{ и } B = \frac{\sqrt{5}-1}{2\sqrt{5}}.$$

Тогда

$$a_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[ \left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right] \text{ при } n \geq 1$$

По определению «золотого» сечения («золотой пропорции») имеем

$$\Phi = \lim \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim \frac{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1}}{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \quad (3)$$

$$\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180$$

$$\Phi \approx \frac{a_{n+1}}{a_n}, \quad n \geq 5R_n = \sqrt{\Phi}^n R_0, \quad n=1,2,3,4,\dots,$$

$$K_{i,n} = \frac{Za_i f_0}{\pi R_n^2 - R_{n-1}^2},$$

$$K_{i+1,n+1} = \frac{Z_{n+1} f_0}{\pi R_{i+1}^2 - R_i^2},$$

$$K_{i,n} = \frac{Z_i f_0}{\pi R_n^2 - R_{n-1}^2},$$

$$\frac{Z_n f_0}{\pi R_i^2 - R_{i+1}^2} : \frac{Z_{n+1} f_0}{\pi (R_{i+1}^2 - R_i^2)} = 1$$

$$\frac{Z_{n+1}}{Z_n} \approx \frac{R_{i+1}^2 - R_i^2}{R_i^2 - R_{i-1}^2} = \frac{\alpha_{i+1} R_0^2 - \alpha_i R_0^2}{\alpha_{i+1} R_0^2 - \alpha_{i-1} R_0^2} = \Phi \sqrt{\Phi}$$

$$\Phi = \lim \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim \frac{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1}}{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n} = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

Из (3) следует, что отношение двух соседних чисел ряда Фибоначчи в пределе составляет  $\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180$ . Легко проверить, что начиная с пятого члена ряда Фибоначчи это отношение достаточно близко к «золотому» сечению:  $8/5 = 1,60000$ ;  $13/8 = 1,62500$ ;  $21/13 = 1,61528$ ;  $34/21 = 1,61904$ .

При этом оценка погрешности имеет вид

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} - \Phi \leq \frac{1}{a^n a_n}$$

Из нее вытекает, что отношение  $\frac{a_{n+1}}{a_n}$  монотонно и достаточно быстро сходится к

числу  $\Phi$  с ростом  $n$ , так как 
$$\frac{1}{a^{n+1} a_{n+1}} < \frac{1}{a^n a_n}$$

Следовательно, с достаточной точностью можно считать, что

$$\Phi \approx \frac{a_{n+1}}{a_n}, \quad n \geq 5.$$

Разобьем перегородку (рисунок 1) на условные концентрические окружности, радиусы которых определяются по формуле

$$R_n = \sqrt{\Phi}^n R_0, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots,$$

где  $R_0$  – радиус центрального отверстия.

Отметим, что отверстия в кольцах располагаются на центральных радиусах каждого кольца. При этом предположении нетрудно показать, что пропускная способность любого кольца будет примерно одинаковой, если выбирать количество отверстий в каждом кольце равным соответствующим числу Фибоначчи. Действительно, пропускная способность  $n$ -го кольца с числом отверстий  $Z$  равна

$$K_{i,n} = \frac{Z_i f_0}{\pi R_n^2 - R_{n-1}^2},$$

где  $f = \pi \cdot r_0^2$  – площадь отверстия.

Соответственно для  $(i+1)$ -го кольца с числом отверстий  $(n+1)$  имеем

$$K_{i+1,n+1} = \frac{Z_{n+1} f_0}{\pi R_{i+1}^2 - R_i^2},$$

По условию  $K_{i,n} \approx K_{i+1,n+1}$ , следовательно

$$\frac{Z_n f_0}{\pi R_i^2 - R_{i+1}^2} : \frac{Z_{n+1} f_0}{\pi R_{i+1}^2 - R_i^2} = 1$$

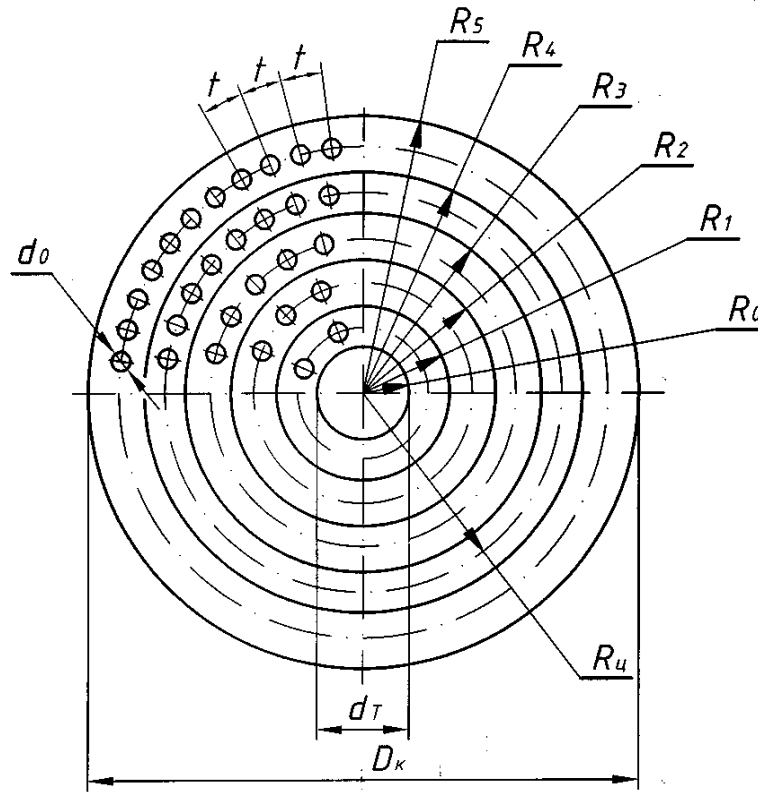


Рисунок 1 – Схема ножевой решетки, перфорация которой рассчитана на основе соотношения «золотого» сечения:

$D_k$  – диаметр наружного корпуса перегородки;  $d_{\tau}$  – диаметр посадочного отверстия;  $d_0$  – диаметр отверстия;  $R_0$  – радиус посадочного отверстия;  $R_1$  – радиус первого условного кольца;  $R_{2...5}$  – радиусы второго.....пятого условных колец;  $R_n$  – центральный радиус n-го условного кольца

Отсюда получаем:

$$\frac{Z_{n+1}}{Z_n} \approx \frac{R_{i+1}^2 - R_i^2}{R_i^2 - R_{i-1}^2} = \frac{\alpha_{i+1} R_0^2 - \alpha_i R_0^2}{\alpha_{i+1} R_0^2 - \alpha_{i-1} R_0^2} = \Phi$$

Таким образом, чем больше количество отверстий  $Z_n$  в кольцах, тем точнее будет соблюдаться условие  $K_{i,n} \approx K_{i+1,n+1}$  и, тем самым, будет уменьшаться аэродинамическое (гидравлическое) сопротивление перегородки.

Данная модель справедлива при любом диаметре отверстий и различных их количествах, но значения диаметров отверстий и их число должно быть принято из ряда чисел Фибоначчи. [5,6,7]

**Новые технические решения.** На рисунке 2 представлена принципиально-конструктивная схема нового режущего механизма волчка. [8]

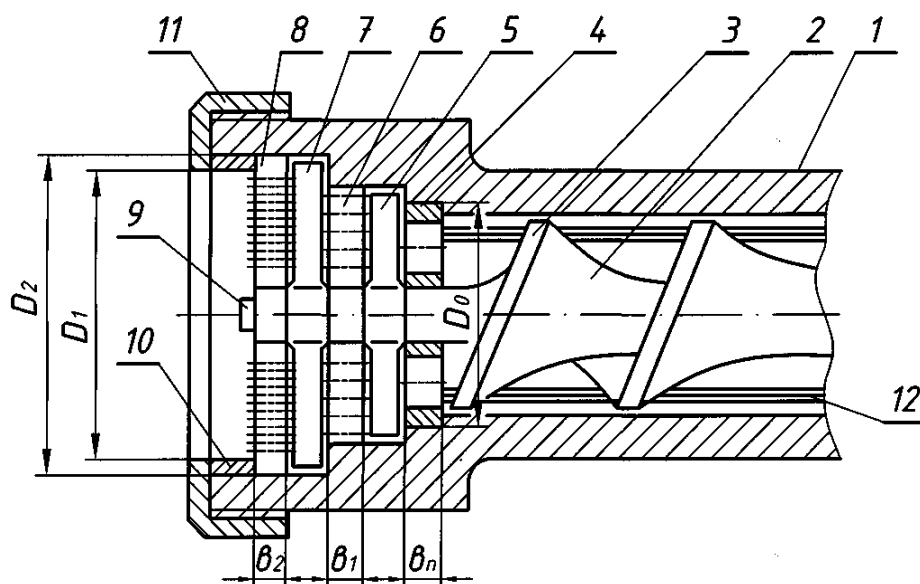


Рисунок 2 - Режущий механизм волчка по патенту на изобретение РБ № 2284

Устройство для измельчения продуктов содержит корпус 1, шнек 2 нагнетательного типа с ребрами 3, подрезную решетку 4, первый подвижный нож 5, приемную ножевую решетку 6, второй подвижный нож 7 и выходную решетку 8, при этом нож 5 установлен между подрезной 4 и приемной 6 решетками, а нож 7 – между приемной 6 и выходной 8 решетками.

Подрезная решетка 4, нож 5, приемная решетка 6, нож 7 и выходная решетка 8 установлены на стальном пальце 9 с параллельными лысками. Палец 9 ввинчен в торец шнека 2.

Снаружи ножи 5 и 7 и решетки 4, 6 и 8 плотно прижаты упорным кольцом 10 и гайкой 11. Решетки 4, 6 и 8 свободно установлены на пальце 9, но предохранены от проворачивания специальной шпонкой (не показана), закрепленной в корпусе 1. Благодаря лыскам, ножи 5 и 7 вращаются одновременно с пальцем 9, и, соответственно со шнеком 2, который через редуктор соединен с электродвигателем (не показаны).

На внутренней стенке корпуса 1 в зоне установки шнека 2 выполнены продольные ребра 12, препятствующие проворачиванию продукта.

Неподвижная подрезная решетка 4 состоит из внутреннего и наружных колец, соединенных тремя перемычками, заточенными с одной стороны и образующих три окна для прохода измельченного сырья.

Неподвижные приемная 6 и выходная 8 ножевые решетки выполнены в виде перфорированных дисков разного наружного диаметра и толщины и являются парными режущими деталями с вращающимися ножами 5 и 7.

Отверстия перфорации в ножевых решетках 6 и 8 прямые, цилиндрические. Диаметр отверстий в решетках 6 и 8 по ходу движения продукта уменьшается, а количество отверстий – увеличивается. Диаметры отверстий в приемной 6 и выходной 8 ножевых решетках связаны между собой соотношением:

$$d_1 = 1,618 \cdot d_2. \quad (4)$$

где  $d_1$  – диаметр отверстий в приемной ножевой решетке;  
 $d_2$  – диаметр отверстий в выходной ножевой решетке;  
 1,618 – коэффициент пропорциональности, равный ( $\Phi$ ).



Количество отверстий в приемной 6 и выходной 8 ножевых решетках связаны между собой зависимостью:

$$Z_1 = \left[ \frac{Z_2}{2,618} \right], \quad (5)$$

где квадратные скобки обозначают целую часть числа;

$Z_1$  - количество отверстий в приемной ножевой решетке 6;

$Z_2$  - количество отверстий в выходной ножевой решетке 8;

2,618 – коэффициент пропорциональности, равный  $(\Phi)^2$ .

Решетки 4, 6 и 8 имеют разную толщину:

$b_n$  - толщина подрезной решетки 4:

$b_1$  - толщина приемной решетки 6;

$b_2$  - толщина выходной решетки 8.

При этом  $b_n > b_1$  и  $b_1 > b_2$ .

Кроме того, толщины решеток 6 и 8 связаны между собой зависимостью:

$$b_2 = \frac{b_1}{4,236}, \quad (6)$$

где 4,236 – коэффициент пропорциональности, равный  $(\Phi)^2 \cdot \Phi$ .

Решетки 4, 6 и 8 имеют разные наружные диаметры:  $D_0$  – наружный диаметр подрезной решетки 4;

$D_1$  – наружный диаметр приемной решетки 6;

$D_2$  – наружный диаметр выходной решетки 8;

Здесь:  $D_0 < D_1$  и  $D_1 < D_2$  или  $D_1 = 1,272D_0$ ,  $D_2 = 1,272D_1$

Параметры перфорации приемной ножевой решетки 6 связаны с параметрами отверстий подрезной решетки 4 уравнением

$$Z_1 = \left[ 1,272 \cdot \frac{F_0}{d_1^2} \right], \quad (7)$$

где  $F_0$  – площадь проходного сечения подрезной решетки 4;

1,272 – коэффициент пропорциональности, равный  $\sqrt{\Phi}$ .

Длины лезвий ножей 5 и 7 равны, соответственно, диаметрам приемной решетки 6 и выходной решетки 8.

Расчет количества отверстий и их диаметров в решетках 6 и 8 по формулам (4), (5) и (6) обуславливает равенство площадей проходных (живых) сечений во всех трех решетках: подрезной 4, приемной 6 и выходной 8.

Одновременно это обеспечивает равенство местных сопротивлений всех трех решеток.

Уменьшение толщины решеток 4, 6 и 8 по ходу движения продукта способствует снижению линейных сопротивлений трения в отверстиях перфорации, а расчет толщины решеток 6 и 8 по формуле (6) обеспечивает достижение равного гидравлического сопротивления решеток 6 и 8 между собой по линейным потерям.

Таким образом, решетки 6 и 8 имеют одинаковое гидравлическое сопротивление.

Продукт, предварительно нарезанный кусочками массой от 50 до 200 г, подается в корпус 1, где захватывается вращающимся шнеком и транспортируется им вдоль корпуса к режущим инструментам. По мере продвижения продукт, за счет уменьшения шага витков шнека, уплотняется и подходит к рабочим инструментам в виде сплошной массы, проходит через крупные отверстия (три окна) подрезной решетки 4 и отрезает от основной массы ее режущими кромками и вращающимся ножом 5. Затем предварительно

измельченный продукт вдавливается в отверстия приемной решетки 6. При входе и выходе продукта из отверстий приемной ножевой решетки 6 происходит ее разрезание режущими кромками второго двухстороннего ножа 7 и выходными кромками отверстий приемной ножевой решетки 6. За счет постоянного подпора продукт прижимается к плоскости выходной ножевой решетки 8, где происходит дальнейшее его измельчение, аналогичное рассматриваемому.

Качество готового продукта и величина усилий резания (энергозатраты) во многом определяется гидравлическим сопротивлением режущего инструмента, основу которого составляет неподвижные приемная 6 и выходная 8 решетки.

В известных конструкциях все три решетки (подрезная, приемная и выходная) имеют одинаковую толщину. Однако при уменьшении диаметра отверстий и одновременном увеличении их количества при постоянной толщине резко возрастают линейные потери давления и, таким образом, гидравлическое сопротивление выходной решетки больше гидравлического сопротивления приемной решетки. [9,10]

Как известно, общие потери давления  $H_0$  в канале постоянного диаметра определяются как сумма линейных и местных сопротивлений транспортируемого сырья.

$$H_0 = H_{л} + H_{м},$$

где  $H_{л}$  – линейные потери давления, определяются по формуле:

$$H_{л} = \lambda \cdot \frac{l \cdot W^2}{d \cdot 2} \cdot c,$$

где  $\lambda$  – коэффициент трения;

$l$  – длина канала, м;

$d$  – внутренний диаметр канала, м (диаметр отверстий);

$W$  – скорость движения сырья, м/с;

$\rho$  – плотность сырья, кг/м<sup>3</sup>;

$H_{м}$  – потери давления на местные сопротивления (внезапное сужение или расширение). Величина потерь напора (давления) на преодоление местных сопротивлений определяется по формуле:

$$H_{м} = \sum \xi \cdot \frac{W^2}{2} \cdot c,$$

где  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления.

Так как проходные сечения решеток 6 и 8 одинаковые, то можно принять, что местные сопротивления для решеток 6 и 8 равны между собой, т.е.  $\sum H_{м(1)} = \sum H_{м(2)}$

И в этой связи рассмотрим только линейные потери давления при движении сырья через решетки 6 и 8.

$$1) \text{ для приемной } \sum H_{м(1)} = \lambda_1 \cdot \frac{l_1 \cdot W_1^2}{d_1 \cdot 2} \cdot c_1 \cdot Z_1,$$

$$2) \text{ для выходной решетки } \sum H_{м(2)} = \lambda_2 \cdot \frac{l_2 \cdot W_2^2}{d_2 \cdot 2} \cdot c_2 \cdot Z_2$$

$$\text{По условию } \sum H_{м(1)} = \sum H_{м(2)}.$$

$$\text{Принимаем, что } W_1 = W_2, c_1 = c_2, \lambda_1 = \lambda_2, \text{ тогда } \frac{l_1}{d_1} \cdot Z_1 = \frac{l_2}{d_2} \cdot Z_2.$$

Однако длина канала – это толщина решетки.

Значит  $l = b$ , или  $\frac{b_1}{d_1} \cdot Z_1 = \frac{b_2}{d_2} \cdot Z_2$  (относительная эквивалентная длина решетки).

С другой стороны  $Z_1 = \left[ \frac{Z_2}{2,618} \right]$ , а  $d_1 = 1,618 \cdot d_2$ . или

$$\frac{b_1 \cdot Z_1}{1,618 \cdot d_2 \cdot 2,618} = \frac{b_2}{d_2} \cdot Z_2.$$

Окончательно имеем  $b_2 = \frac{b_1}{4,236}$ .

**Практическое применение.** Новый режущий механизм обладает повышенной износостойкостью, позволяет на 15...20% увеличить производительность волчка при существенном улучшении качества процесса измельчения и снижении удельных энергозатрат на 10... 15%.

В новом режущем механизме основные геометрические и конструктивные параметры ножей и ножевых решеток взаимоувязаны между собой на основе теории предпочтительных чисел. Кроме того, зубья ножей и отверстия в выходных решетках выполнены наклонными, что способствует более интенсивному перемещению измельчаемого сырья в продольном направлении от шнека к выходной ножевой решетке. Общий вид режущего механизма волчка типа представлен на рис. 3.

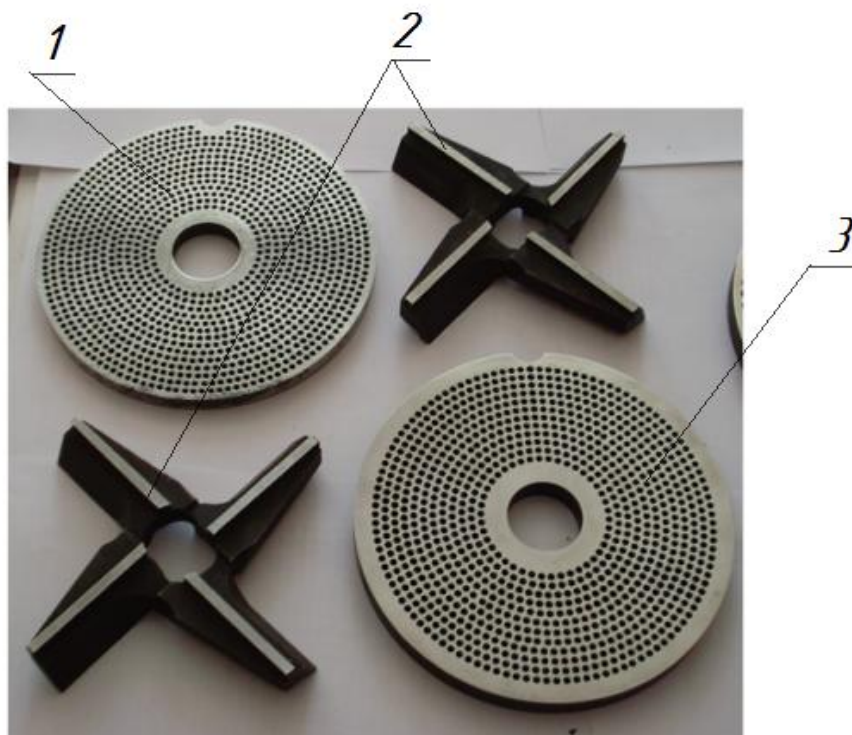


Рисунок 3 - Новый режущий механизм волчка  
1 – выходная ножевая решетка; 2 – вращающийся нож; 3 – приемная ножевая решетка

В соответствии с новой методикой все основные геометрические размеры решеток и ножей взаимоувязаны между собой, при этом значения геометрических параметров определяются с точностью до третьего знака после запятой с использованием всего трех

коэффициентов: 1,272; 1,618 и 2,618 или  $\sqrt{\Phi}$ ,  $\Phi$  и  $(\Phi)^2$ , где  $\Phi = 1,618\dots$  – значение «золотой» пропорции. В результате такого подхода режущий механизм работает слаженно, гармонично, бесшумно. [2,3]

Режущий механизм защищен патентами на изобретения Республики Беларусь № 3301, № 2283, № 1522, № 3748 и № 5964.

На ПРУП «ЗАВОД ЭПОС» (г. Логойск) налажено производство по изготовлению нового режущего инструмента для всего типоразмерного ряда волчков.

**Заключение.** Разработанная математическая модель перфорированной перегородки позволяет получить одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности ножевой решетки, при этом количество отверстий и их диаметр необходимо принимать из ряда предпочтительных чисел.

Использование теории предпочтительных чисел позволяет получить одинаковое проходное сечение по всей длине режущего механизма при равном гидравлическом сопротивлении трех ножевых решеток между собой: подрезной, приемной и выходной.

Применение теории чисел дает возможность унифицировать режущие механизмы волчков для всего класса машин и интегрировать их в мировую систему конструирования новой техники.

### Список использованных источников

1. Бухштаб, А.А. Теория чисел / А.А. Бухштаб. – М.: Просвещение, 1966. – 384 с.  
Buhstab, A.A. Number theory / A.A. Buhstab.- М.: Prosveshchenie, 1966. – 384 p.
2. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел: ГОСТ 8032-84 (СТ СЭВ 3961-83). Введ. 01.07.85. – М.: Изд-во стандартов, 1987 – 19 с.  
Preferred numbers and Preferred numbers sequences: State Standard 8032-84. Introduced 01.07.85. – М.: Standard publishing house, 1987 – 19 p.
3. Воробьев, Н.Н. Числа Фибоначчи / Н.Н. Воробьев.- М.М.: Наука, 1969. – 216 с.  
Vorobyov, N.N. Fibonacci numbers / N.N. Vorobyov.- М.М.: Nauka, 1969. – 216 p.
4. Васютинский, Н.А. Золотая пропорция / Н.А. Васютинский.- М.: Мол. Гвардия, 1990. – 123 с.  
Vasyutinskiy, N.A. Golden proportion / N.A. Vasyutinskiy.- М.: Mol. Gvardiya, 1990. – 123 p.
5. Иванус, А.И. Код да Винчи в бизнесе или гармоничный менеджмент по Фибоначчи / А.И. Иванус. – М.: Ленанд, 2005. – 104 с.  
Ivanus, A.I. The Da Vince Code in business or congruous management according to Fibonacci / A.I. Ivanus. – М.: Lenand, 2005. – 104 p.
6. Фернандо, К. Золотое сечение. Математический язык красоты: пер. с англ. / К. Фернандо. – М.: Де Агостини, 2013. – 160 с.  
Fernando, K. Golden section. The mathematical language if beauty: translated from English / K. Fernando. – М.: De Agostini, 2013. – 160 p.
7. Груданов, В.Я. Основы инженерного творчества / В.Я. Груданов. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2005. – 299 с.  
Grudanov, V.Y. The basis for engineering creativity / V.Y. Grudanov.- Мн.: BSU publishing centre, 2005.- 299 p.
8. Груданов, В.Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В.Я. Груданов. – Могилев, МГУ им. А.А. Кулешова, 2006. – 288 с.  
Grudanov, V.Y. «Golden proportion» in engineering problems / V.Y. Grudanov.- Mogilev, Mogilev State A. Kuleshov University, 2006.- 288 p.
9. Бренч, А.А. Энергосберегающие машины для измельчения мясного сырья: монография / А.А.Бренч. – Минск: БГАТУ, 2009. – 220 с.  
Brench, A.A. Energy saving machines for grinding meat raw materials / A.A. Brench. – Minsk: BSATU, 2009. – 220 p.
10. Груданов, В.Я. Применение новых режущих инструментов для измельчения мясного сырья/В.Я. Груданов, А.А.Бренч, Л.Т Ткачева, С.Н. Ходакова // Хранение и переработка сельхозсырья. Москва, 2012. – №5. – С. 66–69.  
Grudanov, V.Y. Use of new cutting instruments for grinding meat raw materials / V.Y. Grudanov, A.A. Brench, L.T. Tkacheva, S.N. Khodakova // Agricultural raw materials storage and processing. Moscow, 2012. – №5. – P. 66–69.

С.А. Гордынец, к.с.-х.н., В.М. Напреенко  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

## ВИТАМИННЫЙ СОСТАВ МЯСНОГО СЫРЬЯ, ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

S. Gordynets, V. Napreenko  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

## VITAMIN COMPOSITION OF MEAT RAW MATERIAL, PERSPECTIVE FOR CREATING PRODUCTS FOR PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES

e-mail: otmp210@mail.ru, vika19930505@mail.ru

Мясо и мясные продукты играют важную роль в питании. С целью создания функциональных мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний изучено содержание витаминов в различных видах мясного сырья. Наиболее необходимыми витаминами для сердца являются ретинол, тиамин, пиридоксин, аскорбиновая кислота, токоферол, ниацин. Они способствуют укреплению сосудов и сердца, успешно противостоят холестеринемии, нормализуют циркуляцию кровотока, улучшают состояние кровеносных сосудов, препятствуя их закупорке, регулируют уровень артериального давления, защищают от атеросклероза, инфарктов и инсультов. В результате анализа установлено, что наиболее перспективным мясным сырьем по сумме тиамина, пиридоксина и токоферола преимущество имеет свинина, что необходимо учитывать при разработке мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** витамины; говядина; свинина; баранина; телятина; крольчатина; мясо птицы; мясо индейки; сердечно-сосудистые заболевания; суточная потребность.

Meat and meat products play an important role in nutrition. In order to create functional meat products for the prevention of cardiovascular diseases, the content of vitamins in various types of meat raw materials has been studied. The most necessary vitamins for the heart are retinol, thiamine, pyridoxine, ascorbic acid, tocopherol, niacin. They contribute to the strengthening of blood vessels and heart, successfully resist cholesterol deposits, normalize blood circulation, improve the blood vessels, prevent their blockage, regulate blood pressure, protect against atherosclerosis, heart attacks and strokes. As a result of the analysis, it has been established that the most promising meat raw material for the sum of thiamine, pyridoxine and tocopherol is pork, which must be taken into account when developing meat products for the prevention of cardiovascular diseases.

**Keywords:** vitamins; beef; pork; lamb; veal; rabbit meat; poultry meat; turkey meat; cardiovascular diseases; daily requirement.

**Введение.** Заболевания сердца занимают лидирующие позиции среди многих болезней по смертности, утрате трудоспособности и инвалидности [1]. Многочисленные исследования и наблюдения убедительно показали, что продукты питания обладают не только питательной ценностью, но и регулируют многочисленные функции и биохимические реакции организма. Диетотерапия является одним из универсальных и эффективных подходов к профилактике самого широкого круга заболеваний, в том числе и сердечно-сосудистых. В профилактике сердечно-сосудистых заболеваний значимая роль отводится витаминам.

© Гордынец С.А., Напреенко В.М., 2017

Наиболее необходимыми витаминами для сердца являются: витамин А (ретинол), витамин В<sub>1</sub> (тиамин), витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин), витамин С (аскорбиновая кислота), витамин Е (токоферол), РР (ниацин).

**Цель исследований.** Анализ витаминного состава мясного сырья, перспективного для создания мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Материалы исследований.** В качестве материалов исследования использовался фонд Национальной библиотеки; справочные данные по химическому составу пищевых продуктов [1–10].

#### Результаты и их обсуждения.

Мясо и мясные продукты играют важную роль в питании. Изучено содержание витаминов в различных видах мясного сырья с целью создания функциональных мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

*Витамин А (ретинол)* препятствует развитию атеросклеротических процессов на стенках сосудов и улучшает обменные процессы, регулирует содержание холестерина, предупреждает инфаркт миокарда, аритмию и преждевременное старение. Суточная потребность – 2600–3300 МЕ. Содержание данного витамина в различных видах мясного сырья находится в очень малом количестве [2–4].

*Витамин В<sub>1</sub> (тиамин)* обеспечивает высокий тонус кровеносных сосудов, помогает поддерживать эластичность сердечной мышцы, нормализует ритм сердца. За счет этого снижается риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Доказано, что недостаток тиамин ведет к сильнейшим сбоям в работе сердечно-сосудистой системы: появляются одышки и аритмии, увеличивается риск сердечных приступов. Данный витамин активно участвует в процессе переваривания и всасывания нейтральных жиров, а это значит, что он не позволяет увеличиваться жиру в крови, что ведет к загрязнению и ухудшению работы сердца. Суточная потребность – 1,5 мг [2–3].

Содержание данного витамина в разных видах мясного сырья представлено на рисунке 1.

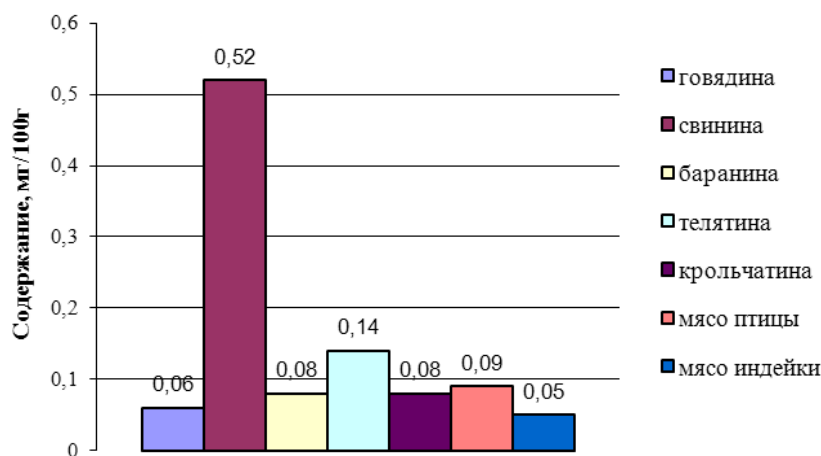


Рисунок 1 – Содержание витамина В<sub>1</sub> в различных видах мясного сырья

Установлено, что более высоким содержанием витамина В<sub>1</sub> характеризуется свинина (0,52 мг/100г), остальные виды мясного сырья можно расположить в следующей убывающей последовательности: телятина (0,14 мг/100г) → мясо птицы (0,09 мг/100г) → крольчатина и баранина (0,08 мг/100г) → говядина (0,06 мг/100г) → мясо индейки (0,05 мг/100г).

*Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин)* оказывает комплексное воздействие на работу сердца. Он участвует в процессах образования клеток крови, улучшает состояние кровеносных сосудов, препятствуя их закупорке, регулирует уровень артериального давления, защищает от атеросклероза, инфарктов и инсультов. Суточная потребность – 2 мг [3–10].

Содержание данного витамина в разных видах мясного сырья представлено на рисунке 2.

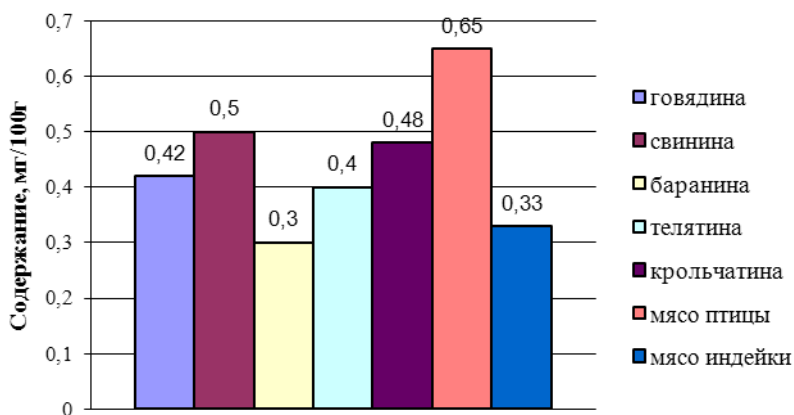


Рисунок 2 – Содержание витамина В<sub>6</sub> в различных видах мясного сырья

В результате исследования содержания витамина В<sub>6</sub> в различных видах мясного сырья определено, что в мясе птицы самое высокое количество (0,65 мг/100г), а остальное мясное сырье располагается в следующей убывающей последовательности: свинина (0,5 мг/100г) → крольчатина (0,48 мг/100г) → говядина (0,42 мг/100г) → телятина (0,4 мг/100г) → мясо индейки (0,33 мг/100г) → баранина (0,3 мг/100г)

*Витамин С (аскорбиновая кислота)* защищает и обеспечивает эластичность стенок кровеносных сосудов, уменьшает количество «вредного» холестерина, укрепляет сердечную мышцу и стенки кровеносных сосудов, разжижает кровь, что препятствует образованию тромбов. Данный витамин способствует заживлению ран, предупреждает развитие атеросклероза. Суточная потребность – 90 мг [2–10]. Содержание данного витамина в различных видах мясного сырья находится в очень малом количестве.

*Витамин Е* нормализует работу сердечной мышцы, стабилизирует пульс, повышает упругость и эластичность стенок сосудов. Кроме того, он способствует насыщению крови «хорошим» холестерином, а также уменьшает вязкость крови. Данный витамин расширяет и снимает спазм, тем самым снижая артериальное давление. Препятствует появлению сгустков крови – тромбов, то есть, защищает от инфарктов. Таким образом, витамин Е существенно уменьшает возможность образования тромбов в сердце и риск развития атеросклероза. Суточная потребность – 15 мг [2–10].

Содержание данного витамина в разных видах мясного сырья представлено на рисунке 3.

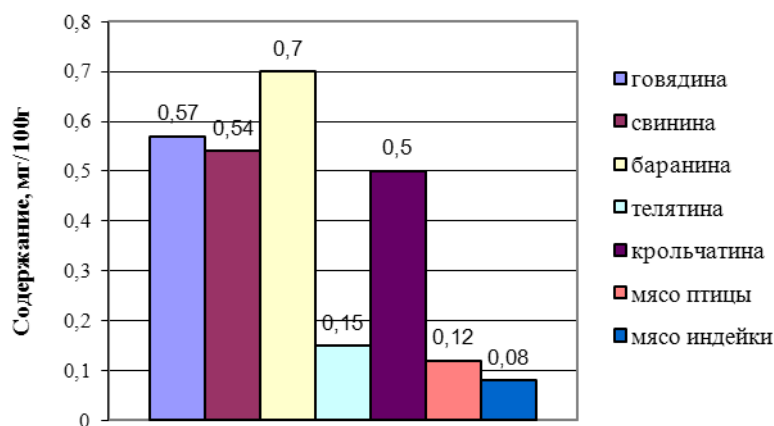


Рисунок 3 – Содержание витамина В<sub>6</sub> в различных видах мясного сырья

Определено, что более высоким содержанием витамина Е, по сравнению с другими видами мясного сырья, характеризуется баранина, остальные виды мясного сырья можно расположить в следующей убывающей последовательности: говядина (0,57 мг/100г) → свинина (0,054 мг/100г) → крольчатина (0,5 мг/100г) → телятина (0,15 мг/100г) → мясо птицы (0,12 мг/100г) → мясо индейки (0,08 мг/100г).

*Витамин РР (ниацин)* имеет огромное значение для здоровья сердца и лучшего кровообращения. Витамин ходит в ряд окислительно-восстановительных ферментов (дегидрогеназ), являющихся переносчиками водорода к клеткам. Он принимает участие почти во всех реакциях, в ходе которых сахар и жир превращаются в энергию. Данный витамин снижает уровень холестерина в крови. В острый период инфаркта миокарда и при обострении ишемической болезни сердца увеличивается катаболизм ниацина и повышается экскреция его метаболитов. Суточная потребность – 20 мг [8]. Содержание данного витамина в различных видах мясного сырья находится в очень малом количестве [2–4].

**Заключение.** Исследования показали, что по сумме витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub> и Е мясное сырье можно расположить в следующей убывающей последовательности: свинина (1,56 мг/100г) → баранина (1,08 мг/100г) → крольчатина (1,06 мг/100г) → говядина (1,05 мг/100г) → мясо птицы (0,86 мг/100г) → мясо индейки (0,46 мг/100г). Таким образом, по сумме витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub> и Е преимущество имеет свинина, что необходимо учитывать при разработке мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

### Список использованных источников

1. Для чего организмы нужны витамины // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.justlady.ru/articles-153186-dlya-chego-organizmu-nuzhny-vitaminy#ixzz4R8wE1GCj>. Дата доступа: 27.11.2016.  
Dlja chego organizmy nuzhny vitaminy [Why do organisms need vitamins?] // [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.justlady.ru/articles-153186-dlya-chego-organizmu-nuzhny-vitaminy#ixzz4R8wE1GCj>. Data dostupa: 27.11.2016.
2. Какие витамины для сердца особенно важны? // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vitamins.ru/vitaminy/luchshie-vitaminy-dlja-serdca.php>. Дата доступа: 1.03.2017  
Kakie vitaminy dlja serdca osobenno vazhny? [What vitamins for the heart are especially important?] // [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa : <http://www.vitamins.ru/vitaminy/luchshie-vitaminy-dlja-serdca.php>. Data dostupa: 1.03.2017
3. Теоретические и практические аспекты создания мясных продуктов гипоаллергенной и иммуномоделирующей направленностей: Монография / А.В. Мелешеня, О.В. Дымар, С.А. Гордынец, Т.А. Савельева, И.В. Калтович. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2017 – 166 с.  
Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdanija mjasnyh produktov gippoallergennoj i immunodelirujushhej napravlennostej [Theoretical and practical aspects of the creation of meat products of hypoallergenic and immunomodulating directions]: Monografija / A.V. Meleshhenja, O.V. Dymar, S.A. Gordynec, T.A. Savel'eva, I.V. Kaltovich. – Minsk: UP «IVC Minfina», 2017 – 166 s.
4. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В.М. Позняковский – Новосибирск: Изд-во Новосибир. Ун-та, 2001. – 526 с.  
Poznjakovskij, V.M. Jekspertiza mjasa i mjasoproduktov [Examination of meat and meat products]/ V.M. Poznjakovskij – Novosibirsk: Izd-vo Novosib. Un-ta, 2001. – 526 s.
5. Функциональные мясные продукты: теория и практика: Монография. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2009 – 142 с.  
Funkcional'nye mjasnye produkty: teorija i praktika [Functional meat products: theory and practice]: Monografija. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2009 – 142 s.
6. Мясные продукты специального назначения для спортсменов и людей, испытывающих повышенные физические нагрузки: Монография / А.В. Мелешеня и др. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2011 – 155 с.  
Mjasnye produkty special'nogo naznachenija dlja sportsmenov i ljudej, ispytyvajushhih povyshennye fizicheskie nagruzki [Meat products of special purpose for athletes and people experiencing increased physical exertion]: Monografija / A.V. Meleshhenja i dr. – Minsk: RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti», 2011 – 155 s.



7. Тутельян, В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам) / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, В.А. Кудашева. – М.: Колос, 2002. – 424.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

Tutel'jan, V.A. Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka (spravochnoe rukovodstvo po vitaminam i mineral'nym veshhestvam) [Micronutrients in the diet of a healthy and sick person (reference guide for vitamins and minerals)] / V.A. Tutel'jan, V.b. spirichev, B.P. Suhanov, V.A. Kudasheva. – М.: Kolos, 2002. – 424.: il. (Uchebniki i uchebnye posobija dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij).

8. Витамин РР (никотиновая кислота, ниацин; никотинамид) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vitamini.by/vitamin-pp.htm>. Дата доступа: 27.02.2017.

Vitamin RR (nikotinovaja kislota, niacin; nikotinamid) [Vitamin PP (nicotinic acid, niacin, nicotinamide)] // [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.vitamini.by/vitamin-pp.htm>. Data dostupa: 27.02.2017.

9. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология [Текст] / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под. общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб.унив.изд-во, 2004. – 548 с., ил.

Spirichev, V.B. Obogashhenie pishhevyh produktov vitaminami i mineral'nymi veshhestvami [Enrichment of food products with vitamins and minerals]. Nauka i tehnologija [Tekst] / V.b. Spirichev, L.N. Shatnjuk, V.M. Poznjakovskij; pod. obshh. red. V.B. Spiricheva. – Novosibirsk: Sib.univ.izd-vo, 2004. – 548 s., il.

10. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность : учеб.-справ. пособие / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, К.Я. Мотовилов ; под. общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. – 216 с.

Poznjakovskij, V.M. Jekspertiza mjasa pticy, jaic i produktov ih pererabotki. Kachestvo i bezopasnost' [Examination of poultry meat, eggs and products of their processing. Quality and safety] : ucheb.-sprav. posobie / V.M. Poznjakovskij, O.A. Rjazanova, K.Ja. Motovilov ; pod. obshh. red. V.M. Poznjakovskogo. – Novosibirsk : Sib. univ. izd-vo, 2005. – 216 s.

*В.А. Пчелкина*

*ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова», г. Москва, Российская Федерация*

## **РАЗРАБОТКА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ И ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ**

*V. Pchelkina*

*The Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russian Federation*

## **DEVELOPMENT OF HISTOLOGIC AND IMMUNOHISTOCHEMICAL METHODS OF RESEARCH OF MEAT RAW MATERIALS AND MEAT PRODUCTS**

*e-mail: pchelkina@vniimp.ru*

*В статье представлены результаты исследований по разработке методов гистологического и иммуногистохимического анализа мясного сырья и готовых продуктов. Целью работы является развитие методологии и усовершенствование классических микроструктурных методов выявления компонентов состава для установления фальсификации мясных продуктов. При разработанном безбиотиновом иммуногистохимическом окрашивании выявление соевого белка основано на его визуализации за счет хромогена (диаминобензидин), который придает ему коричневый цвет. Окраске подвергается только идентифицируемый компонент, а другие ингредиенты остаются не окрашенными. Данный метод предоставляет возможность применения компьютерной системы анализа изображения для количественной оценки содержания выявляемого соевого белкового компонента в автоматическом режиме.*

*The article describes the results of development of histologic and immunohistochemical methods of research of meat raw materials and finished products. The aim of work is the development of methodology and the improvement of classical microstructural methods of identification of composition's components to establish the adulteration of meat products. During the developed immunohistochemical color staining, the identification of soy protein was based on its visualization by means of a chromogen (diaminobenzidine) which gives it a brown color. Only the identified component is exposed to color staining, while other ingredients remain of the same color. This method gives the possibility of using a computer image analysis system for quantitative assessment of the composition of the determined soy proteins in the automatic mode.*

**Ключевые слова:** гистологический анализ; иммуногистохимия; анализ изображения; соевые белки; метод окраски.

**Keywords:** histology assay; immunohistochemistry; image analysis; soy proteins; staining methods.

**Введение.** В связи с поступлением на потребительский рынок России большого объема и разнообразного ассортимента отечественных и импортных мясных продуктов требуется тщательный и всесторонний контроль степени их соответствия требованиям Технического регламента. Официальная оценка качества мясной продукции направлена на определение ее безопасности, практически не затрагивая установление состава использованного сырья и выяснения соответствия продукции нормативным документам.

Метод гистологического исследования, не требуя сложного оборудования, позволяет достаточно быстро получать убедительный ответ о качественном составе большинства мясных продуктов. Микроструктурные исследования позволяют судить как о структуре продукта в целом, так и об изменениях, происходящих в отдельных участках и компонентах исследуемых объектов. При этом на основе тех или иных морфологических особенностей различных тканевых и клеточных структур можно установить не только сам факт их присутствия в продукте, но и определить их количество [1].

Методы гистологического анализа, наряду с физико-химическими и молекулярно-биологическими, в настоящее время достаточно широко распространены во всем мире. Сегодня известно большое количество как классических, так и основанных на возможностях современного оборудования технических приемов подготовки образцов и получения препарата для проведения микроструктурного анализа.

На современном этапе развития гистологического оборудования и программного обеспечения для проведения исследований все шире используются компьютерные системы анализа изображения, представляющие собой модульные системы обработки изображений и проведения морфометрических исследований [2]. Данные системы позволяют существенно сократить время исследования, одновременно предоставляя возможность значительно расширить набор определяемых показателей. В настоящее время, в мясоперерабатывающей промышленности системы анализа изображений используются для измерения различных параметров мышечного волокна, для определения количества тканей и костей, особенно в мясе механической обвалки, для обнаружения растительных компонентов [3].

Во ВНИИМП активно проводятся исследования, направленные на развитие методологии и усовершенствование классических гистологических методов оценки качества для установления фальсификации мясного сырья, а также создание на этой основе методик, имеющих научно-практическое и нормативно-правовое значение для защиты интересов потребителей мясной продукции и рационального использования сырья на мясоперерабатывающих предприятиях [4].

Объектами исследования являлись модельные мясные системы, а также полуфабрикаты и готовые мясные продукты, представленные на потребительском рынке России. Гистологические исследования проводили в соответствии с традиционными методами анализа в соответствии с разработанными ранее ГОСТ 19496 – 2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования», ГОСТ 31796 – 2012 «Мясо и мясные продукты. Ускоренный метод определения структурных компонентов состава», ГОСТ 31474 – 2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок», а также используя авторские модификации метода. Иммуногистохимический (ИГХ) анализ осуществляли по оптимизированному протоколу проведения окрашивания с использованием безбиотиновой мультимерной системы детекции (REVEAL Biotin-Free Polyvalent DAB, BioVitrum). Гистологические срезы изготавливали на криостатном микротоме MICROM HM-525. Изучение гистологических препаратов осуществляли на световом микроскопе «AxioImaiger A1» (Carl Zeiss, Германия) с применением компьютерной системы анализа изображений «AxioVision 4.7.1.0». Морфометрические исследования проводили в соответствии с традиционными методами количественного анализа и трехкратной повторностью эксперимента.

В ходе работы было установлено, что использование традиционных гистологических красителей (гематоксилина и эозина) для выявления растительных белков, в первую очередь соевых, не всегда дает достоверную информацию об их содержании в составе продукта. Ни один из специальных методов гистологического окрашивания не обладает высокой специфичностью, поскольку они в значительной степени основаны на обнаружении полисахаридных структур растительных клеток. Использование различных растительных белков в относительно небольших количествах в составе одного продукта может также осложнить оценку. К тому же, окрашиваемость соевых белковых препаратов как мышечных структур затрудняет применение современных компьютерных анализаторов изображения [5].

Современное модульное программное обеспечение позволяет проводить «выбор» анализируемых структур в автоматическом режиме с учетом многофакторного анализа. В этом случае требуется максимальная контрастность изучаемых объектов и их дифференцированное окрашивание, так как все программы автоматически распознают структуры только по их цветовым характеристикам. Очень важный шаг для успешного

автоматического анализа изображений является правильный выбор специального метода окрашивания для изучаемого компонента. Так, для изучения жировых компонентов лучше применять окрашивание Суданом III, IV или Oil Red O, а для выявления крахмала использовать раствор Люголя. Следовательно, использование таких компьютерных программ для идентификации растительных белковых компонентов в составе мясных продуктов при окрашивании традиционными гистологическими методами невозможно [6].

В связи с вышеизложенным возникла необходимость в разработке новых методов гистологического анализа. Одним из таких методов был выбран иммуногистохимический (ИГХ). В России данный метод применяется только в ветеринарии и медицине при патологоанатомических исследованиях и не используется для определения состава мясных продуктов и идентификации компонентов.

ИГХ методы являются выокоспецифичными, и объединяют преимущества традиционных гистологических методов с чувствительностью иммунологических. Эти методы основаны на обработке гистологических срезов маркированными специфическими антителами к выявляемому веществу, которое в данной ситуации служит антигеном. При этом окраске подвергается только выявляемый компонент, а фоновое контрастирование среза можно проводить различными методами. Это дает возможность широкого применения системы анализа изображения для более детального изучения гистологического препарата и проведения морфометрического анализа. За рубежом ИГХ методы стали очень популярны для обнаружения небольших количеств аллергенов в составе пищевых продуктов [7].

Нами была разработана методика выявления растительных белков (соевого, пшеничного) безбиотиновым ИГХ методом. Подобраны рациональные условия пробоподготовки, получения и анализа препаратов, протокол проведения окрашивания. При разработанном ИГХ методе достигается хорошее контрастирование среза, что дает возможность применения компьютерной системы анализа изображения для оценки содержания выявляемого растительного белкового компонента в автоматическом режиме.

В качестве контрольных образцов выступали срезы, окрашенные традиционными красителями: гематоксилином и эозином. Соевый изолированный белок на препарате, окрашенном гематоксилином и эозином, выявляется в виде отдельных более или менее округлых частиц, окрашенных эозином в красный цвет, характерной особенностью которых является довольно сложная структурированность, сочетающая множественные наложенные друг на друга кольца с небольшими каплевидными пустотами внутри (рис.1). Соевые концентраты идентифицируются как группы клеток с выраженной эозинофилией, отделенные друг от друга неокрашенными прослойками целлюлозы. Клетки могут быть ориентированы на гистологических срезах как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно длинной оси клеток. Соевые текстураты характеризуются слоистой белковой структурой, составляющей его основную часть и зернистым компонентом, заполняющим пространство между слоями фибрилл. Фибриллярные слоистые белковые структуры и зернистый компонент окрашиваются в красно-розовый цвет с фиолетовым оттенком различной интенсивности. Также на препарате присутствуют комплексы растительных клеток оболочки соевого боба, содержащих значительное количество целлюлозы и не воспринимающие красители.

При иммуногистохимическом окрашивании выявление соевого белка основано на его визуализации за счет хромогена (в нашем исследовании в роли хромогена выступал диаминобензидин), который придает ему коричневый цвет (рис. 2, 3, 4). При этом окраске подвергается только идентифицируемый компонент, т.е. соевый белок, а другие ингредиенты остаются не окрашенными.

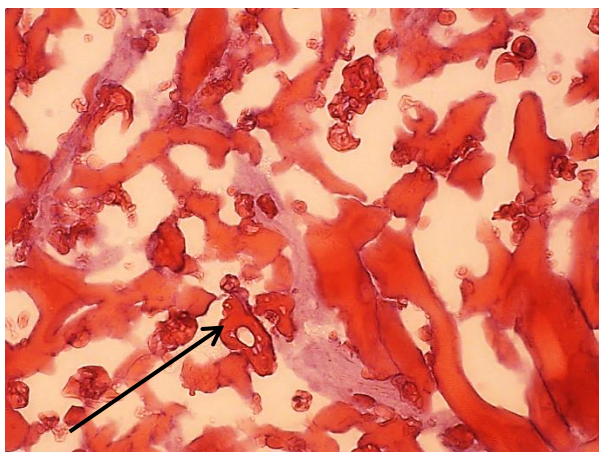


Рис. 1. Соевый изолят, окраска гематоксилином и эозином (об. x20)

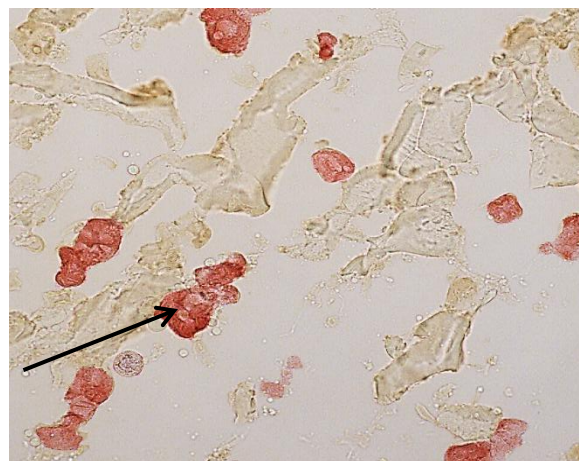


Рис. 2. Соевый изолят, ИГХ окрашивание (об. x20)

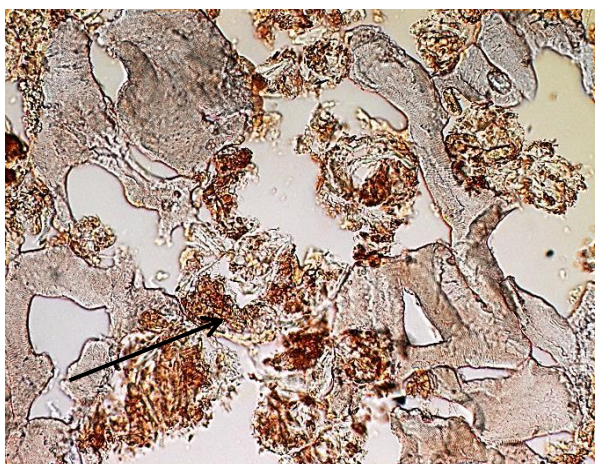


Рис. 3. Соевый концентрат, ИГХ окрашивание (об. x20)

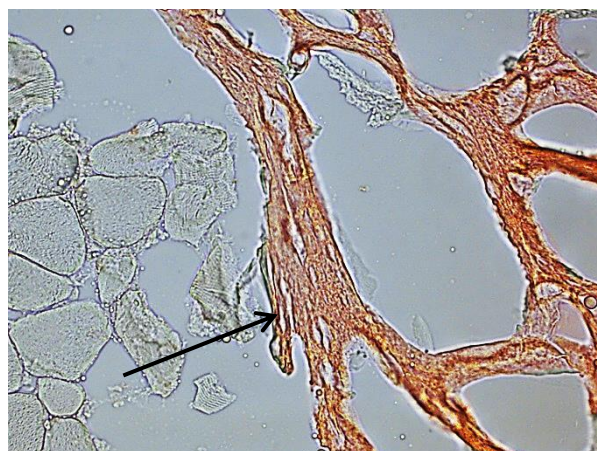


Рис. 4. Соевый текстурат, ИГХ окрашивание (об. x20)

**Заключение.** Таким образом, при разработанном ИГХ методе достигается хорошее контрастирование среза, что дает возможность применения компьютерной системы анализа изображения для количественной оценки содержания выявляемого соевого белкового компонента в автоматическом режиме.

Однако, ни одна из самых современных компьютерных систем анализа изображений не способна заменить квалифицированного исследователя. Это связано, прежде всего, с тем, что пока современная наука не может создать аппаратуру, характеристики которой приближались бы к возможностям человеческого глаза, и которая могла бы заменить человеческий мозг. Системы анализа и обработки изображений, активно развивающиеся в последнее время, позволяют при участии высококвалифицированного специалиста на порядки увеличить производительность труда и оперативно получать результаты высокого качества.

Совмещение высокоспецифичных методов окрашивания с применением новейшего программного обеспечения позволит существенно расширить возможности использования системы анализа изображений для исследования мясного сырья и готовых продуктов и определения их качества и состава.

#### Список использованных источников

1. Хвыля, С.И., Контроль качества мяса: гистологические методы / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина // Контроль качества продукции. – 2013. – №10 – С. 30–34.

Hvylja, S.I., Kontrol' kachestva mjasa: gistologicheskie metody / S.I. Hvylja, V.A. Pchelkina // Kontrol' kachestva produkcii. – 2013. – №10 – S. 30–34.

2. Newman, P.B. The use of video image analysis for quantitative measurement of visible fat and lean in meat: Part 4 – application of image analysis measurement techniques to minced meats / P.B. Newman // Meat Science. – 1987. – №19. – P. 139–150.

3. Pospiech, M. Microscopic methods in food analysis / M. Pospiech at all // Maso international, Brno. – 2011. – Vol. 1. – P. 27–34.

4. Хвыля, С.И. Применение гистологического анализа при исследовании мясного сырья и готовых продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №3 (26). – С. 132–138.

Hvylja, S.I. Primenenie gistologicheskogo analiza pri issledovanii mjasnogo syr'ja i gotovyh produktov / S.I. Hvylja, V.A. Pchelkina, S.S. Burlakova // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2012. – №3 (26). – S. 132–138.

5. Пчелкина, В.А. Практические аспекты применения ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок» / В.А. Пчелкина, С.И. Хвыля // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – №3. – С. 50–54.

Pchelkina, V.A. Prakticheskie aspekty primeneniya GOST 31474-2012 «Mjaso i mjasnye produkty. Gistologicheskij metod opredelenija rastitel'nyh belkovyh dobavok» / V.A. Pchelkina, S.I. Hvylja // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2015. – №3. – S. 50–54.

6. Boutten, B. Quantification of soy proteins by association of immunohistochemistry and video image analysis / B. Boutten, C. Humbert, M. Chelbi, P. Durand, D. Peyraud // Food and Agricultural Immunology. – 1999. – Vol.11. – P. 51–59.

7. Pospiech, M. Immunohistochemical detection of soya protein – optimisation and verification of the method / M. Pospiech, B. Tremlová, E. Renčová, Z. Randulová // Czech Journal of Food Sciences. – 2009. – №27. – P. 11–19.

*Р.А. Чудак, д.с.-х.н., профессор, Ю.Н. Побережец, к.с.-х.н., доцент, Я.И. Бабков, аспирант  
Винницкий национальный аграрный университет, Винница, Украина*

## **ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БЕТАИН» НА МЯСО-САЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ**

*R. Chudak, Y. Poberezhets, Y. Babkov  
Vinnytsia national agrarian university, Vinnytsia, Ukraine*

## **INFLUENCE OF FEED ADDITIVE «BETAIN» ON PORK-AND-LARD QUALITIES OF PIGS**

*e-mail: Romanchudak@rambler.ru, Julia.p@i.ua, yaruchok@rambler.ru*

Целью эксперимента было изучить влияние кормового препарата «Бетаин» на качество мяса свиней. Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях украинско-голландского предприятия ООО «Серволюкс-Генетик» Оратовского района, Винницкой области. Для опыта отобрали гибридных F1 (Крупная Белая × Ландрас) поросят-аналогов в соответствии с общепринятыми методиками. С целью выравнивания энергии роста поросят, провели уравнительный период, который длился 15 суток. Контрольная группа при уравнительном и основном периодах потребляла основной рацион (ОР) – полнораціонные комбикорма компании «Trouw Nutrition International» («Трау Нутришн Интернешнл», Нидерланды). Опытным группам дополнительно к основному рациону скармливали кормовую добавку «Бетаин» в различных дозах. По результатам исследований установлено, что за период потребления кормовой добавки гибридными свиньями на откорме повышается содержание белка в мясе на 5,5%, общей влаги на – 0,4%, связанной влаги на 1,4%. Кроме того, уменьшился уровень жира на 50,0%, мраморность на 25,8%, калорийность на 12,3% и доля золы на 2,14%. Зафиксировано, что за использования кормовой добавки «Бетаин» в кормлении свиней, увеличивается в мышцах уровень аргинина, метионина, гистидина, треонина, валина, изолейцина, лейцина, лизина, фенилаланина, аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, аланина, пролина, серина, тирозина, цистина и глицина. Применение «Бетаина» в кормлении свиней увеличивает в их мясе содержание фосфора на 3,7%, кальция на 38,4%, магния на 12,9%, железа на 13,9%, цинка на 18,3%, кобальта на 73,9%, марганца на 66,6%, меди на 96,7%. Использование «Бетаина» в рационе свиней способствует тенденции к повышению в сале содержания жирных кислот

*The goal of the research was to research the influence of feed additive "Betain" on the meat quality of hybrid pigs F1. The scientific experiment was conducted at Ukrainian-Holland Ltd. "Servolyuks geneticists" of Orativ district Vinnytsia region. The hybrids F1 (Large White × Landrace) of piglets counterparts were selected for research. In order to level the energy of piglets' growth we had an egalitarian period lasted for 15 days.*

*The control group during the egalitarian and basic period consumed the basic diet (BD); it is a complete feed of «Trouw Nutrition International» company. The researched groups were additionally fed by various doses of feed additive "Betain". It was proved that consumption of feed additive by hybrid pigs increases the protein contents by 5,5 %; the total humidity by 0,4 % and connected humidity by 1,4 %. However, the level of fat has decreased by 50,0 %, marbling by 25,8%, caloric by 12,3% and ash by 2,14%. It was proved that feeding pigs by researched preparation caused the increasing of arginine, methionine, histidine, threonine, valine, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, aspartic acid, glutamine acid, alanine, proline, serine, tyrosine, cysteine and glycine. When we use Betain for pigs feeding increases phosphorus by 3,7 %, calcium by 38,4% magnesium by 12,9 %, iron by 13,9%, zinc by 18,3 %, cobalt by 73,9 %, manganese by 66.6%, copper by 96,7%. The usage of preparation Betain as a part of pigs diet causes the increase of such fat acids in the pig lard as oleic by 1.12%, arachidonic by 0,03%, linoleic by 1,9%,  $\alpha$  - linolenic by 0,15%,  $\gamma$ -linolenic by 0,04%, pentadecyloleic by 0,01%, margaric and oleic by 0,15%, margaric by 0,61%, stearic by 3,06% and peanut fatty acid by 0,02%.*

таких как: олеиновой - на 1,12%, арахидоновой - на 0,03%, линолевой - на 1,9%,  $\alpha$ -линоленовой - на 0,15%,  $\gamma$ -линоленовой - на 0,04%, пентадециловой - на 0,01%, маргаринолеиновой - на 0,15%, дигомолинолевой - на 0,13%, маргариновой - на 0,61%, стеариновой - на 3,06% и арахисовой - на 0,02%.

**Ключевые слова:** гибридные свиньи; кормление; кормовая добавка; комбикорм; качество мяса; аминокислоты.

**Key words:** hybrid pigs; feeding; feed additive; mixed fodder; meat quality; amino acids.

**Введение.** Главным фактором реализации генетических задатков производительности гибридных свиней является создание интенсивной системы полноценного кормления. Важное значение при этом имеет оптимальное соотношение аминокислотного состава, что позволяет достичь максимального усвоения компонентов корма. Поэтому вопрос аминокислотного питания животных находится в центре внимания ученых и практиков уже очень много лет.

Над проблемой обеспечения населения высококачественной экологически безопасной животноводческой продукцией работают отечественные и зарубежные ученые. Они решают поставленные задачи путем реализации созданного генетического потенциала молодняка и внедрение в их кормление биологически активных кормовых добавок природного происхождения [1, 2, 3].

Значительное место среди исследуемых добавок занимает бетаин – триметильное производное аминокислоты глицин. Он является донором метильных групп, поддерживает важные функции метаболизма, способствует лучшему усвоению питательных веществ из корма, выполняет функцию антистрессора, гепатопротектором и уменьшает сальность туши [5, 6, 7, 8].

Целью исследований было изучить влияние кормовой добавки «Бетаин» на мясо-сальные качества гибридных свиней F1.

**Материалы и методы исследований.** Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях украинско-голландского предприятия ООО «Серволюкс-Генетик» Оратовского района, Винницкой области.

Для опыта отобрали гибридных F1 (Крупная Белая  $\times$  Ландрас) поросят-аналогов в соответствии с общепринятыми методиками [4]. С целью выравнивания энергии роста поросят, провели уравнительный период, который длился 15 суток. Продолжительность основного периода исследований отображена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема постановки опыта

Группа	Продолжительность периода, суток		Количество голов в группе	Условия кормления
	Уравнительный	Основной		
1-контрольная	15	30	17	ОР (полнорационный комбикорм)
2-опытная	15	30	17	ОР + 0,5 кг «Бетаина» на 1 т комбикорма
3- опытная	15	30	17	ОР + 1 кг «Бетаина» на 1 т комбикорма
4- опытная	15	30	17	ОР + 1,5 кг «Бетаина» на 1 т комбикорма

Контрольная группа при уравнительном и основном периодах потребляла основной рацион (ОР) – полнорационные комбикорма компании «Trouw Nutrition



International» («Трау Нутришн Интернешнл», Нидерланды). Опытным группам дополнительно к основному рациону скармливали кормовую добавку «Бетаин» в различных дозах.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что скармливание кормовой добавки «Бетаин» способствует повышению содержания белка в мясе 3-ей группы свиней на 5,5% ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контрольным образцом (таблица 2). Однако, во 2-ой группе уровень белка в мясе снижается на 8,8% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контроля.

Применение исследуемого кормового фактора снижает количество жира в мясе 2-ой опытной группы на 10,1% ( $p \leq 0,001$ ), в 3-ей на 16,3 % ( $p \leq 0,001$ ) и 4-ой на 11,4% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольной группой.

Уровень золы в исследуемом мясе свиней, потреблявших кормовой препарат ниже во 2-ой группе на 2,14% ( $p \leq 0,001$ ), в 3-ей на 0,13% ( $p \leq 0,001$ ) и 4-ой на 0,23% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контроля.

Таблица 2 – Химический состав мяса, % ( $M \pm m$ ,  $n=4$ ), (в воздушно-сухом веществе)

Показатель	Группа			
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
Сухое вещество	92,34±0,009	90,7 ± 0,03***	92,36 ± 0,005	91,4±0,02***
Белок	72,5±0,23	63,63±0,009***	78,05±0,019***	72,4±0,01
Жир	32,77±0,008	22,6±0,01***	16,4±0,01***	21,3±0,01***
Зола	4,53±0,018	2,39±0,017***	4,4±0,03**	4,3±0,03***

Установлено, что скармливание кормовой добавки «Бетаин» способствует увеличению общей влаги в мясе свиней 3-ей группы на 0,4% ( $p \leq 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели качества мяса подопытных свиней, (после суточной выдержки)

Показатель	Группа			
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
Общая влага, %	74,7 ± 0,10	74,9 ± 0,28	75,1 ± 0,05*	74,8 ± 0,58
в т.ч. свободная, %	32,4 ± 0,52	31,5 ± 0,14	32,6 ± 0,09	31,2 ± 0,20
связанная, %	42,3 ± 0,09	43,4 ± 0,26**	43,7 ± 0,19***	43,6 ± 0,05***
pH	5,62 ± 0,007	5,60 ± 0,005	5,61 ± 0,021	5,64 ± 0,012
Интенсивность окраски, $E^{-100}$	14,5 ± 0,44	15,0 ± 0,25	15,2 ± 0,19	14,8 ± 0,36
Нежность, см <sup>2</sup> /г	284,3 ± 17,76	321,2 ± 6,63	330,4 ± 20,10	279,5 ± 8,91
Мраморность	9,3 ± 0,22	8,5 ± 0,24*	6,9 ± 0,28***	9,2 ± 0,24
Калорийность, кДж	5347,7±36,15	5014,3±64,35**	4684,9±64,44***	4786,2±26,15***

Кроме того, под воздействием исследуемого препарата увеличивается уровень связанной влаги в мышцах свиней 2-ой группы на 1,1% ( $p \leq 0,01$ ), 3-ей на 1,4% ( $p \leq 0,001$ ) и 4-ой на 1,3% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контрольного образца. Это может свидетельствовать о повышении сочности мышечных волокон.

Следует отметить, что показатель мраморности мяса зависит от степени жировых отложений в мышцах. Установлено, что в мышцах свиней наблюдается снижение уровня

мраморности во 2-ой группе на 8,6% ( $p \leq 0,05$ ) и в 3-ей на 25,8% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контрольного показателя.

Использование кормовой добавки «Бетаин» в кормлении гибридных свиней уменьшает уровень калорийности во 2-ой группе на 6,2% ( $p \leq 0,01$ ) в 3-ей на 12,3% ( $p \leq 0,001$ ) и в 4-ой на 10,4% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольной группой.

Наиболее важной составной частью мяса являются белки, состоящие из заменимых и незаменимых аминокислот. В ходе исследований изучали аминокислотный состав мяса свиней под влиянием кормовой добавки «Бетаин».

Выявлено, что «Бетаин» способствует повышению уровня незаменимых аминокислот в их мышечной ткани. Высокое содержание аргинина отмечается в 3-ем образце, что на 1,7% ( $p \leq 0,05$ ) больше, чем в контроле. Однако во 2-ой и 4-ой группах данный показатель снижается соответственно на 0,16 и 1,26% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контрольного образца.

Дополнительное потребление исследуемого препарата в мышцах 3-ей группы увеличивает количество метионина на 0,44% ( $p \leq 0,001$ ), гистидина на 0,61% ( $p \leq 0,001$ ) и треонина на 0,44% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольной группой. Однако, в мясе 4-й группы содержание метионина и гистидина уменьшается на 0,15% ( $p \leq 0,05$ ) и на 0,4% ( $p \leq 0,001$ ) соответственно. Наименьшая доля треонина зафиксирована во 2-ой группе - на 0,18% ( $p \leq 0,001$ ) ниже, чем в контроле.

Установлено, что в мышечной ткани 4-ой группы повышается уровень валина на 1,18% ( $p \leq 0,001$ ), изолейцина на 1,01% ( $p \leq 0,001$ ) и лейцина на 1,1% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольным показателем. Вместе с тем, содержание данных аминокислот снижается во 2-ой группе: валина на 1,1% ( $p \leq 0,001$ ), изолейцина на 0,61% ( $p \leq 0,001$ ) и лейцина на 1,72% ( $p \leq 0,001$ ) относительно контроля.

Кроме того, происходит увеличение количества лизина в мышечной ткани 2-ой группы на 0,25% ( $p \leq 0,05$ ), а в 3-ей фенилаланина на 0,73% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольным образцом.

Следует отметить, что наибольшее повышение содержания заменимых аминокислот, таких как аспарагиновая и глутаминовая кислоты происходит в 4-ой группе соответственно на 1,33 и 0,99% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольной группой.

Использование в кормлении свиней кормовой добавки «Бетаин» в 4-ой группе повышает уровень аланина на 2,02% ( $p \leq 0,001$ ), а в 3-ей увеличивается доля пролина на 3,99% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контрольного образца.

Кроме того, в мясе 2-ой группы отмечается увеличение количества серина, тирозина, цистина и глицина соответственно на 0,3%, 1,1%, 0,5% и 1,0% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контролем.

Минеральные элементы играют важную роль в обменных процессах организма. В основном минеральные вещества накапливаются в печени, мышцах и эндокринных органах. В зависимости от содержания в организме и потребностей в них все минеральные элементы делятся на макро- и микроэлементы.

Во время исследований изучали влияние кормовой добавки «Бетаин» на содержание минеральных элементов в мышцах исследуемых свиней (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание макроэлементов в мясе свиней, ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Показатель	Группа			
	1-контрольная	2- опытная	3- опытная	4- опытная
Фосфор, г/кг	19,54±0,004	18,18±0,007***	20,28±0,02***	19,9±0,01***
Кальций, г/кг	0,078±0,0005	0,066±0,009	0,068±0,0004***	0,108±0,0009***
Магний, г/кг	0,947±0,0007	0,873±0,0009***	1,07±0,001***	1,019±0,0009***
Железо, мг/кг	79,1±0,01	62,1±0,01***	63,0 ± 0,03***	90,13±0,009***

Установлено, что скармливание препарата «Бетаин» свиньям на откорме способствует повышению в мясе 3-ей группы содержания фосфора и магния соответственно на 3,7 и 12,9% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольным образцом. В то же время, во 2-ой группе наблюдается снижение количества фосфора на 6,9% ( $p \leq 0,001$ ) и магния на 7,8% ( $p \leq 0,001$ ), чем в контроле.

Под действием кормовой добавки в мясе 4-ой группы увеличивается уровень кальция на 38,4% ( $p \leq 0,001$ ) и железа на 13,9% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольной группой. Вместе с тем, в мясе 2-го образца уменьшается доля данных элементов соответственно на 15,3 и 21,4% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контрольного показателя.

Также, исследовали влияние кормовой добавки «Бетаин» на содержание микроэлементов в мышцах свиней (таблица 5).

Применение исследуемого препарата в рационе свиней на откорме способствует повышению уровня цинка в мясе 3-ей группе на 18,3% ( $p \leq 0,001$ ) и кобальта на 73,9% ( $p \leq 0,001$ ), по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 5 – Содержание микроэлементов в мясе свиней, ( $M \pm m$ ,  $n=4$ )

Показатель	Группа			
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
Цинк, мг/кг	137,06±0,008	136,25±0,009***	162,2±0,01***	138,5±0,01***
Марганец, мг/кг	0,81±0,007	0,7±0,01***	1,05±0,009***	1,35±0,007***
Медь, мг/кг	6,81±0,007	4,95±0,018***	8,32±0,009***	13,40±0,056***
Кобальт, мг/кг	2,07±0,007	1,77±0,009***	3,6±0,01***	2,86±0,009***

Дополнительное введение в рацион свиней добавки увеличивает количество марганца и меди в мышцах 4-ой группы соответственно на 66,6 и 96,7% ( $p \leq 0,001$ ), относительно контроля.

Вместе с тем, во 2-ой группе количество всех исследуемых микроэлементов снижается по сравнению с контрольным показателем.

Известно, что липиды мяса и некоторых внутренних органов содержат значительное количество моно- и полиненасыщенных жирных кислот. Во время исследований у свиней на откорме изучали содержание жирных кислот в сале (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание жирных кислот в сале свиней, %

Жирная кислота	Группа			
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная	4-опытная
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Олеиновая	43,87	44,99	42,56	41,59
Арахидоновая	0,07	0,10	0,10	0,07
Линолевая	14,84	15,95	16,74	15,30
γ-линоленовая	0,15	0,18	0,19	0,15
α - линоленовая	0,79	0,94	0,86	0,77

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Лауриновая	0,06	0,05	0,05	0,05
Миристиновая	1,19	1,04	1,03	1,06
Пентадециловая	0,03	0,02	0,04	0,04
Каприновая	0,05	0,05	0,03	0,05
Пальмитиновая	23,09	21,32	22,09	22,52
Пальмитолеиновая	3,11	2,86	2,41	2,53
Маргариновая	0,27	0,26	0,41	0,48
Маргаринолеиновая	0,23	0,23	0,38	0,37
Стеариновая	10,57	10,33	11,34	13,63
Арахидиновая	0,19	0,21	0,17	0,18
Гондоиновая	0,94	0,86	0,91	0,70
Дигомолинолевая	0,54	0,59	0,67	0,48

Использование кормовой добавки «Бетаин» в кормлении свиней способствует тенденции к повышению в сала содержания ненасыщенных жирных кислот во 2-ой опытной группе: олеиновой - на 1,12%, арахидиновой - на 0,03%,  $\alpha$ -линоленовой - на 0,15% по сравнению с контрольным образцом.

Установлено, что в 3-ей группе под действием препарата отмечается тенденция к увеличению в сала уровня линолевой кислоты на 1,9% и  $\gamma$ -линоленовой на 0,04%, относительно контрольного показателя.

В то же время, под влиянием исследуемой добавки в 3-ем образце сала свиней происходит повышение пентадециловой жирной кислоты на 0,01%, маргаринолеиновой на 0,15% и дигомолинолевой на 0,13%, однако достоверной разницы с контролем не выявлено.

При дополнительном скармливании препарата «Бетаин» в сала 4-ой группы количество маргариновой и стеариновой кислот больше соответственно на 0,61 и 3,06%, однако, достоверной разницы с контролем не зафиксировано.

Использование в кормлении свиней исследуемого фактора определяет тенденцию к повышению в сала 2-ой группы уровня арахисовой жирной кислоты на 0,02% по сравнению с контрольной группой.

Вместе с тем, по остальным жирным кислотам отмечается тенденция к снижению их содержания в сала опытных групп.

#### **Заключение:**

1. Дополнительное потребление гибридными свиньями кормовой добавки в дозе 1 кг «Бетаина» на 1 т комбикорма повышает содержание белка в мясе на 5,5%, общей влаги на 0,4% связанной влаги на 1,4%. В то же время, уменьшается уровень жира на 50,0%, мраморность на 25,8%, калорийности на 12,3% и золы на 2,14%.

2. Выявлено, что при скармливании исследуемого препарата свиньям на откорме, повышается в мышцах уровень аргинина на 1,7%, метионина на 0,44%, гистидина на 0,61%, треонина на 0,44%, валина на 1,18%, изолейцина на 1,01%, лейцина на 1,1%, лизина на 0,25%, фенилаланина на 0,73%, аспарагиновой кислоты на 1,33%, глутаминовой кислоты на 0,99%, аланина на 2,02%, пролина на 3,99%, серина на 0,3%, тирозина на 1,1%, цистина 0,5% и глицина 1,0%.

3. Применение «Бетаина» в кормлении свиней увеличивает в их мясе содержание фосфора на 3,7%, кальция на 38,4%, магния на 12,9%, железа на 13,9%, цинка на 18,3% кобальта на 73,9%, марганца на 66,6%, меди на 96,7%.

4. Использование перепарата «Бетаин» в рационе свиней способствует повышению в сала содержания жирных кислот, таких как: олеиновая – на 1,12%, арахидиновая – на 0,03%, линолевая – на 1,9%,  $\alpha$ -линоленовая – на 0,15%,  $\gamma$ -линоленовая – на 0,04%, пентадециловая – на 0,01%, маргаринолеиновая – на 0,15%, дигомолинолевая – на 0,13%, маргариновая – на 0,61%, стеариновая – на 3,06% и арахисовая – на 0,02%.

## Список использованных источников

1. Голушко, В.М. Использование обменных энергии и незаменимых аминокислот корма молодняком свиней различных генотипов / В.М. Голушко и др. // Эффективные корма и кормление. 2014. – № 3 – С. 15–19.  
Golushko, V.M. Ispol'zovanie obmennyh jenerгии i nezamenimyh aminokislot korma molodnjakom svinej razlichnyh genotipov / V.M. Golushko i dr. // Jeffektivnye korma i kormlenie. 2014. – № 3 – S. 15–19.
2. Кулик, М.Ф. Интенсивность откорма свиней при разном содержании лизина и протеине кормов рациона / М.Ф. Кулик, Н.П. Красносельская, Ю.В. Обертюх, А.И.Скоромная // Аграрная наука и пищевые технологии. – Вип.3 (94), 2016. – С. 3–10.  
Kulik, M.F. Intensivnost' otkorma svinej pri raznom sodержanii lizina i proteine kormov raciona / M.F. Kulik, N.P. Krasnosel'skaja, Ju.V. Obertjuh, A.I.Skoromnaja // Agrarnaja nauka i pishhevye tehnologii. – Vip.3 (94), 2016. – S. 3–10.
3. Огородничук, Г.М. Продуктивність та стан органів травлення у свиней за дії кормових добавок / Г.М. Огороднічук // Зб. наук. праць ВНАУ. – Вінниця, 2016. – Вип. 3(94). – С 87–92.  
Ogorodnichuk, G.M. Produktivnist' ta stan organiv travlennja u svinej za дії kormovih dobavok / G.M. Ogorodnichuk // Zb. nauk. prac' VNAU. – Vinnicja, 2016. – Vip. 3(94). – S 87–92.
4. Практические методики исследований в животноводстве / под ред. акад. УААН В. С. Козыря и проф. А.И. Свеженцова. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2002. – 354 с.  
Prakticheskie metodiki issledovanij v zhivotnovodstve / pod red. akad. UAAN V. S. Kozyrja i prof. A.I. Svezhencova. – Dnepropetrovsk: Art-Press, 2002. – 354 s.
5. Тім Хорн Без втрати продуктивності / Тім Хорн / Наше птахівництво. – травень 2013. – С.64–65.  
Tim Horn Bez vtrati produktivnosti / Tim Horn / Nashe ptahivnictvo. – traven' 2013. – S.64–65.
6. Dave Hall, (2014). Betaine supplementation for better pig productivity pig progress. Volume 30, No. 8. - P.31-32.
7. Muttarin Lothong (2016). Effects of dietary betaine supplementation on back fat thickness and serum IGF-1 in late finishing pigs / Muttarin Lothong, Kittipong Tachampa, Pornchalit Assavacheep, Kris Angkanaporn // Thai J Vet Med., 46(3): 427-434.
8. Yu D. Y. (2004). Effects of betaine on growth performance and carcass characteristics in growing pigs. Asian-Aust / D. Y. Yu, Z. R. Xu and W. F. Li. // J. Anim. Sci., , 17(12):1700-1704.

## 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

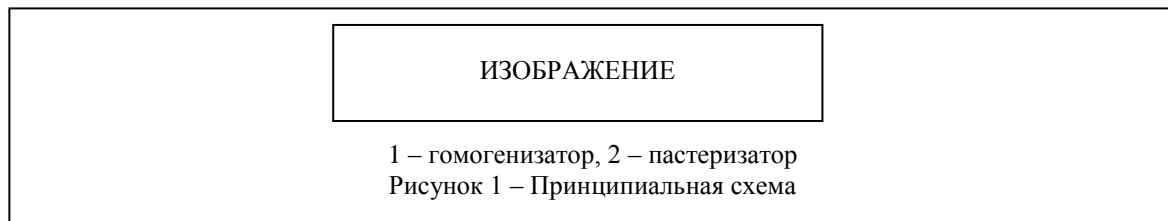
*e-mail: petrov@tut.by, ivanov@mail.ru*

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:



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, %		

8. Пристатейные 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 2016  
Выпуск № 11**

Ответственный за выпуск  
Н.В. Анцыпова

Подписано в печать 13.11.2017 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 20,0. Уч.-изд. л. 14,15.  
Тираж 100 экз. Заказ № 447.

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) 344-38-52.  
E-mail: info@instmmp.by

Республиканское унитарное предприятие  
«Информационно-вычислительный центр  
Министерства финансов Республики Беларусь».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/41 от 29.01.2014.  
ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск