

ISSN 2220-8755

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ**

РУП «ИНСТИТУТ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ
МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

**СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ
2010**

Выпуск № 5

Научный редактор
к.э.н. А. В. Мелещеня

Минск
2011

УДК 637.1/5:65.01
ББК 36.9
С 24

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

Редакционная коллегия:

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

А.В. Акулич, В.А. Бабенко, З.В. Василенко, С.Л. Василенко, В.Г. Гусаков,
В.Я. Груданов, К.И. Жакова, Н.К. Жабанос, З.М. Ильина, З.В. Ловкис,
К.В. Объедков, Т.А. Савельева, Н.Н. Фурик

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор А.П. Лысенко;
кандидат технических наук К.И. Жакова

С 24 Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья:
сб. научн. тр. Вып. 5 / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011.
– 248 с.

Представленные в сборнике результаты исследований отображают основные тенденции современного развития отрасли, указывают перспективные направления ее последующего развития. Рассмотрены новые перспективные 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.

УДК 637.1/5:65.01

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

©РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А.В. Мелешеня</i> ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	7
<i>Русинович А.А., Расторгуев П.В.</i> СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	16
<i>Ёнчик Л.Т.</i> ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА СВИНИНЫ	26
<i>Шшико В.И.</i> ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ	33
<i>Почтовая И.Г.</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА	43
<i>Дымар О.В., Обьедков К.В., Здитовецкая Ю.М.</i> РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ	53
<i>Шингарева Т.И., Купцова О.И., Чупрунова Е.О.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ МОЛОКА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ СЫРОВ	63
<i>Обьедков К.В., Чаевский С.И., Гакотина О.Э., Фролов И.Б.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ВИДА СЫРА, СОЗРЕВАЮЩЕГО ПРИ УЧАСТИИ <i>PENICILLIUM ROQUEFORTI</i>	72
<i>Шингарева Т.И., Глушаков М.А., Красноцкий С.В., Чупрунова Е.О.</i> АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ НА СОВРЕМЕННЫХ СЫРОДЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ	78
<i>Обьедков К.В., Фролов И.Б., Здитовецкая Ю.М.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЫРНОЙ ПЫЛИ В СЫВОРОТКЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СЫРОВ НА СЫРОДЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	87
<i>Шах А.В., Лобанов Ю.В., Ховзун Т.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЫРНОЙ МАССЫ	96
<i>Акбулатова М.М., Василенко С.Л., Фурик Н.Н.</i> СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЛАКТОБАЦИЛЛ – ОСНОВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММОВ В БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ	108
<i>Василенко С.Л., Борунова С.Б., Фурик Н.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛАКТОБАЦИЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КИШЕЧНИКА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ	120

<i>Дымар Т.И., Савельева Т.А., Фурик Н.Н., Жабанос Н.К.</i> ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ <i>STREPTOCOCCUS SALIVARIUS</i> <i>SUBSP. THERMOPHILUS</i> ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ИНГИБИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ	132
<i>Борунова С.Б., Фурик Н.Н., Василенко С.Л., Акбулатова М.М.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ПОЛИВИДОВЫЕ КОНСОРЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЙОГУРТА	142
<i>Фурик Н.Н., Бажанов Д.П., Яцевич К.К., Касперович Е.А., Василенко С.Л., Машковская Г.В.</i> ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАГОВ ЛАКТОКОККОВ ВИДА <i>S2</i> ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА ИХ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ	152
<i>Дымар О.В., Фурик Н.Н., Миклух И.В.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОРМАЛИЗАЦИИ МОЛОКА ПО БЕЛКУ УФ-ФИЛЬТРАТОМ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА	165
<i>Объедков К.В., Чаевский С.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ α-ЛАКТОЗЫ В КОНЦЕНТРАТЕ ЛАКТО-ЛАКТУЛОЗЫ	173
<i>Дымар О.В., Фурик Н.Н., Зубик М.В.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ ПРОДУКТА МОЛОЧНО-ЖИРОВОГО СУХОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЖИРАМИ	181
<i>Туганова Б.С., Смагулова З.Т., Исакова Б.Б.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИООБЪЕКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАСТООБРАЗНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	192
<i>Жабанос Н.К., Трофимова Т.В., Головач Т.Н.</i> СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ «БЕЛЛАКТ ГА»: ПОДБОР БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА	200
<i>Дымар О.В., Гордынец С.А., Калтович И.В.</i> АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНАЯ СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ МЯСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ	208
<i>Валякина Е.М., Мартынова Е.А.</i> СГУЩЕННЫЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ В СПЕЦИАЛЬНОМ ПИТАНИИ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ РАДИАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ	219
<i>Козельцева Е.И., Верещак С.Н., Божко Л.Д.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИБИОТИКОВ В МЯСЕ МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА	231
<i>Бирюк Е.Н.</i> МИКОТОКСИНЫ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	239

CONTENT

<i>A. Meliashchenia</i>	
TRENDS AND EVOLUTION PROBLEMS OF DAIRY INDUSTRY.....	7
<i>Rusinovich A., Rastorguev P.</i>	
CONDITION AND DIRECTIONS OF PERFECTION OF THE ORGANIZATION OF LABORATORY CONTROL OF PRODUCTION OF THE ANIMAL ORIGIN IN BELARUS	16
<i>Enchik L.</i>	
INNOVATIVE DEVELOPMENT TENDENCIES OF PORK WORLD MARKET	26
<i>Shishko V.</i>	
INCREASE OF COMPETITIVENESS OF DAIRY PRODUCTION IN THE REGIONAL MARKET	33
<i>Pashtovaya I.</i>	
FOREIGN PRACTICE OF REGULATION OF MILK QUALITY AND SAFETY	43
<i>Dymar O., Objedkov K., Zditovetskaya J.</i>	
WORKING OUT OF THE RATIONAL TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE CHEESE WHEY PRIMARY PROCESSING.....	53
<i>Shingareva T., Glushakov M., Krasocski S., Chuprunova E.</i>	
PERFECTION OF WAYS OF PRELIMINARY PREPARATION OF MILK FOR MANUFACTURE OF CHEESES.....	63
<i>Obiedkov K., Chayevskiy S., Hakotsina A., Frolov I.</i>	
ENGINEERING OF TECHNOLOGY OF A NEW KIND OF CHEESE WITH PARTICIPATION OF A BLUE MOULD.....	72
<i>Shingareva T., Glushakov M., Krasocski S., Chuprunova E.</i>	
THE ANALYSIS OF MANUFACTURE OF CHEESES ON MODERN CHEESES LINES.....	78
<i>Obyedkov K., Frolov I., Zditovetskaya J.</i>	
DEFINITION OF THE CHEESE DUST MAINTENANCE IN WHEY BY RENNET CHEESES MANUFACTURE AT THE CHEESE-MAKING ENTERPRISES.....	87
<i>Shakh A., Lobanov J., Hovzun T.</i>	
RESEARCHES AND THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF PROCESS OF PRESSING OF CHEESE WEIGHT	96
<i>Akbulatava M., Vasylenko S., Furik N.</i>	
SALT TOLERANCE IS THE BASE FOR STRAIN USING IN CHESE SOURDOUGHS.....	108
<i>Vasylenko S., Barunova S., Furik N.</i>	
PROTEOLYTIC ACTIVITY OF LACTOBAILLUS FROM FECES OF HEALTH PEOPLE	120
<i>Dymar T., Savelieva T., Furik N., Zhabanos N.</i>	
TEST CULTURES STREPTOCOCCUS SALIVARIUS SUBSP. THERMOPHILUS FOR DEFINITION OF RESIDUAL	

QUANTITIES OF INHIBITIV SUBSTANCES IN DAIRY RAW MATERIALS	132
<i>Barunova S., Furik N., Vasylenko S., Akbulatava M.</i>	
INFLUENCE OF CRYOPRESERVATION TO MANYSPECIES BACTERIAL CONSORTIUMS FOR YOGHURT	142
<i>Furik N., Bazhanov D., Yatsevich K., Kasperovich E., Vasilenko S., Mashkovskaya G.</i>	
PHENOTYPIC AND GENETIC CHARACTERISTIC LACTOCOCCAL PHAGES FROM THE GROUP C2 FOR WORKING OUT THE METHOD OF THEIR GENOTYPING	152
<i>Dymar O., Furik N., Miklukh I.</i>	
TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF NORMALIZATION OF MILK ON PROTEIN THE SKIM MILK UF-FILTRATE	165
<i>Obiedkov K., Chayevskiy S.</i>	
RESEARCH OF PROCESS OF CRYSTALLIZATION α-LACTOSES IN CONCENTRATE OF LAKTO-LACTULOSES	173
<i>Dymar O., Furik N., Zubik M.</i>	
OPTIMIZATION FATTY-ACID STRUCTURE OF THE FATTY PHASE OF THE PRODUCT DAIRY-FATTY DRY WITH VEGETATIVE FATS.....	181
<i>Tuganova B., Smagulova S., Iskakova B.</i>	
THE USE OF A NEW GENERATION OF BIOLOGICAL OBJECT IN THE PASTY DAIRY PRODUCTS.....	192
<i>Zhabanos N., Trofimova T., Halavach T.</i>	
SPECIALIZED PRODUCT FOR CHILDREN "BELLAKT HA": SELECTION OF PROTEIN COMPONENT	200
<i>Dymar O., Gordynets S., Kaltovich I.</i>	
AMINO- AND FATTY ACID EQUATION OF MEAT RAW MATERIALS FOR MANUFACTURE OF PRODUCTS OF THE SPECIAL PURPOSE FOR A FOOD OF SPORTSMEN.....	208
<i>Valjalkina E., Martynova E.</i>	
THE CONDENSED DAIRY CANNED FOOD IN A SPECIAL FOOD AT THE RAISED RADIATING LOADINGS	219
<i>Kozeltsava E., Bozhko L., Vereschak S.</i>	
DETERMINE THE RESIDUAL QUANTITIES OF ANTIBIOTICS IN SAMPLES OF RAW MEAT BY THE METHOD OF ENZEME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY.....	231
<i>Biruk A.</i>	
MYCOTOXINS. CONTROL OF THE QUALITY FOODSTUFFS	239

ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Поступила в редакцию 05.08.2011)

Совершенствование переработки, в первую очередь развитие энергоэкономных и безотходных технологий производства, является первоочередным для повышения конкурентоспособности отечественного АПК. В статье отражены основные тенденции развития молочной промышленности и проблемы, требующие решения.

Введение. В целях повышения эффективности производства и сбыта на перерабатывающих предприятиях необходимо осуществлять интенсификацию производства за счет рационального использования основного и вторичного сырья, совершенствования ассортимента продукции, обогащенных белковыми, витаминными и растительными компонентами в разновесовых порциях, дифференцированной по срокам хранения. Эти факторы наиболее эффективны в сочетании с углублением специализации производства в рамках интеграционных формирований сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. При этом основополагающим принципом взаимодействия должно стать партнерство в решении возникающих проблем.

Результаты исследований. Основными тенденциями белорусского рынка молока являются:

- усиление специализации и углубление концентрации производства;
- рост общего производства молока и молокопродуктов;
- увеличение доли экспорта в объемах продаж;
- развитие безотходного производства молочных продуктов, в первую очередь увеличение удельного веса переработки сыворотки;
- ужесточение экологических требований к организации производства;
- консолидация участников рынка.

В целях оценки перспектив развития молочной промышленности представляет интерес оценка ситуации с распределением ресурсов.

Основным ресурсом, который перераспределялся с участием административного вмешательства практически во все периоды работы молочной промышленности, являлось молочное сырье.

Это обусловлено рядом факторов:

во-первых, сложившейся со времен СССР практикой распределения сырьевых зон по принципу административно-территориального деления (районы, области);

во-вторых, регулированием поставок сырья для выработки наиболее эффективных видов продукции, в том числе по сезонам года (например, на сыры, молочные консервы), а также первоочередной загрузкой широкопрофильных предприятий крупных городов с целью их обеспечения максимальным ассортиментом продукции;

в-третьих, формированием государственного заказа на молочную продукцию (в первую очередь для обеспечения армии, медицинских учреждений, школ и детских дошкольных учреждений, а также формирования государственного резерва) и его размещением на отдельных предприятиях;

в-четвертых, возможностью регулирования таким образом финансового состояния предприятий молочной промышленности.

Следует однако отметить, что глобального перераспределения сырьевых ресурсов не происходило. Основным оставался территориальный подход: в первую очередь максимально использовались мощности близлежащих к сырьевой зоне молочных заводов, остальную часть поставлять на крупные заводы, преимущественно в пределах одной области.

Переломным моментом для формирования новой стратегии развития молочной промышленности стали 1999-2000 годы.

Это связано с тем, что с одной стороны, после финансового кризиса 1998 г. в России, основном рынке белорусской продукции, стала активно развиваться пищевая промышленность в целом, и молочная в частности, с другой стороны, наметились тенденции к росту производства молочного сырья.

Была разработана и принята Правительством Программа развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса на 2003 – 2004 годы.

Основной целью Программы стало создание организационно-экономических условий для повышения эффективности функционирования

ния агропромышленного производства на основе их модернизации и реконструкции, специализации и концентрации производства, развития экспортного потенциала, расширения ассортимента и повышения конкурентоспособности продукции.

В целях повышения конкурентоспособности молочной промышленности Программа предусматривала решение следующих задач:

обеспечить концентрацию средств и ресурсов на приоритетных направлениях развития перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса;

увеличить объем капитальных вложений, в том числе за счет централизованных источников, для модернизации материально-технической базы системообразующих предприятий;

обеспечить формирование эффективного объема и структуры производства продукции, адаптированной к конъюнктуре рынка и условиям хозяйствования, повысить ее потребительские свойства на основе внедрения ресурсосберегающих технологий, улучшения качества и увеличения ассортимента;

создать предпосылки для постепенного перехода на качественно новые технологии переработки и производства широкого ассортимента готовой конкурентной продукции;

углубить специализацию, повысить интенсивность производства посредством увеличения загрузки производственных мощностей предприятий на основе оптимизации их численности и сырьевого обеспечения;

оптимизировать количество перерабатывающих предприятий, сделав акцент на развитии крупной переработки;

обеспечить ускорение процесса реорганизации перерабатывающих предприятий, создания кооперативно-интеграционных объединений, включающих поставщиков сырья, предприятия-интеграторы, другие субъекты технологической цепи до сбыта конечной продукции;

способствовать формированию ресурсов конкурентоспособных продовольственных товаров в ассортименте и объемах, достаточных для удовлетворения спроса на внутреннем рынке, достижения продовольственной безопасности на основе собственного производства и стабильного наращивания экспортного потенциала.

Для выполнения поставленных задач в каждой области были выделены перспективные предприятия, на которых предусматривалось про-

ведение технического переоснащения с целью увеличения глубины переработки молока, расширения ассортимента молочных продуктов, увеличения сроков их реализации, снижения потребления топливно-энергетических ресурсов.

Сокращение количества юридически самостоятельных предприятий осуществлялось преимущественно административным путем при активном сопротивлении заводов, которые лишались юридической самостоятельности, а также местных властей, т.к. уменьшались налоговые поступления в местный бюджет.

Важно отметить, что только несколько предприятий были полностью закрыты: Брагинский молочный завод, закрытие которого связано как со значительными убытками, так и сокращением производства молока с переспециализацией на другие виды сельскохозяйственного производства в связи с высоким уровнем загрязнения сырья.

На других предприятиях проведена четкая специализация (как правило, на 1-2 продуктах), их производственные мощности используются в зависимости от конъюнктуры рынка, а также для сбора и охлаждения молока для поставки на головные предприятия.

Распределение финансовых ресурсов за счет республиканского или местных бюджетов ежегодно производилось с учетом важности для страны и регионов инвестиционных проектов, включенных в соответствующие государственные программы (импортозамещения, Государственной программы инновационного развития на 2007-2010 годы, Президентской программы «Дети Беларуси» на 2006-2010 годы, Государственной инвестиционной программы на 2006-2010 годы и др.), а также на мероприятия по охране окружающей среды. В большинстве случаев финансовая поддержка заключалась в льготировании процентов по банковским кредитам.

Учитывая социальную направленность экономики республики, включая молочную промышленность, даже при техническом переоснащении уменьшение занятых происходило низкими темпами.

Это обусловлено, с одной стороны решениями Правительства, предусматривающих в случае сокращения персонала создание новых рабочих мест, с другой -- закупка и установка оборудования не самой высокой степени автоматизации, которое ниже по стоимости на 20-30 %. Это вполне экономически оправдано в связи с недостаточно развитым рын-

ком сервисных услуг в сфере автоматизации производства, а также относительно низкой стоимостью трудовых ресурсов.

Кроме того, при тенденции сокращения производственного персонала наблюдался рост числа специалистов по маркетингу, логистике и транспортировке сырья и готовой продукции.

Основными препятствиями эффективного перераспределения ресурсов, на наш взгляд, являются следующие причины:

отсутствие механизма свободного перераспределения сырьевых ресурсов, особенно между областями, при этом при росте мировых цен на молочную продукцию ощущается нехватка сырья, при низких – его избыток;

на предприятиях в малых населенных пунктах существует дефицит квалифицированного персонала, особенно технологов и инженеров в области автоматизации технологического оборудования, обслуживания современных холодильных систем, программного обеспечения процессов и др. Это связано как правило с более низким уровнем качества жизни, стремлением молодых специалистов с современными знаниями проживать в крупных городах;

кредитные ресурсы выделяются банками по очень высокие проценты (в 2010 году – 23-25% в белорусских рублях, 12-14 % в евро или долларах США), что снижает экономическую эффективность реализации инвестиционных проектов;

недостаточная компетенция специалистов малых и средних предприятий в выработке инвестиционной политики, разработки бизнес-планов, формировании маркетинговой политики предприятия, что в свою очередь не позволяет формировать эффективные инвестиционные проекты и получать необходимые кредитные ресурсы и меры государственной поддержки;

высокие закупочные цены на сырье с качеством, требуемым для поставки на рынки развитых стран;

сохраняющаяся, хотя и не так выражено как в 2001-2007 годы протекционистская политика на региональном уровне, что сокращает объемы взаимных поставок продукции между областями;

протекционистская позиция со стороны Российской Федерации, основного рынка белорусской молочной продукции, включая «добровольное квотирование» поставок, жесткие требования к качеству продукции (по отдельным позициям более жесткие чем, например, в ЕС);

недостаточная гармонизация стандартов с международными требованиями, что связано с недостаточной оснащенностью современными приборами и оборудованием испытательных лабораторий, как на уровне предприятий, так и страны в целом, отсутствием отдельных аккредитованных методик определения качества и безопасности сырья и готовой продукции;

недостаточно высокий уровень качества молока, что связано с проблемами в области ветеринарного и зоотехнического обслуживания, кормлением и содержанием молочного стада.

Заключение. На основании изучения тенденций и оценки проблем развития молочной промышленности нами предлагаются меры по совершенствованию экономической политики данной сфере.

Государством уделяется особое внимание наращиванию объемов производства продукции, в то время как она не всегда может быть реализована по ценам, обеспечивающим прибыльность, как на этапе сельскохозяйственного производства, так и в перерабатывающей промышленности и торговле. Совершенствование системы сбыта, торговой инфраструктуры должны стать одним из приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса республики.

Следует крайне осторожно относиться к увеличению производства молока и его переработки. Максимальным уровнем производства молока для условий Беларуси является 8 млн.тонн (около 800 кг на душу населения), что выведет страну на 3-4 место по данному показателю в мире. Более высокий уровень потребует значительные инвестиции не только в производство сельскохозяйственного сырья (около 5 млрд.долл.США), но и в сферу переработки (около 400 млн.долл.США), инфраструктуру хранения, транспортировки и сбыта (около 150 млн.долл.США).

Необходимо активизировать работу по привлечению инвестиций. С учетом высокой кредитной ставки более экономически эффективным может стать дальнейшая приватизация предприятия и продажа акций внутренним и зарубежным инвесторам. Чтобы процесс был направлен на дальнейшее развитие производства и повышение эффективности предприятий, одним из условий продажи пакета акций стратегическим инвесторам может стать обязательное инвестирование в техническое перевооружение и развитие системы сбыта. Важно обеспечить прозрачность сделок, равнодоступность заинтересованным сторонам. Примеры эффективных продаж имеются как в молочной промышленности

(ОАО «Савушкин продукт», СОАО «Беловежские сыры»), так и в других сферах экономики – телекоммуникаций, банковской, нефтехимической.

Необходимо понимать, что продажа предприятий и любое реформирование, а тем более такого обширного и консервативного сектора как АПК, не может пройти безболезненно для определенной категории работников и населения. В связи с этим следует с пониманием относиться к проблеме социальных последствий при реформировании. В конечном итоге процесс реформирования направлен на повышение эффективности хозяйствования, расширение производства, повышение предпринимательской инициативности, производительности труда и как следствие конкурентоспособности республики. Именно этот фактор должен играть определяющую роль в политике государства относительно реформирования. Динамичное развитие как отдельных предприятий, так и отрасли в целом будет способствовать привлечению инвестиций, расширению производства, росту доходов предприятия и через налоговую систему – государства. Дополнительные финансовые средства в этом случае могут быть направлены на поддержку отдельных социальных групп, которые не смогли адаптироваться к новым условиям. В связи с этим еще раз хотелось бы подчеркнуть, что на государственном уровне должны быть определены достаточно широкие рамки возможных социальных последствий и дать возможность руководителям-реформаторам действовать в этих рамках.

Для исключения случаев превышения вредных веществ (антибиотиков и др.) необходима реализация комплекса мер в сельскохозяйственном секторе по недопущению попадания таких веществ в молоко при лечении животных, использованию кормовых антибиотиков для дойного стада, а также однозначное решение по возврату молока в хозяйства при обнаружении вредных веществ в молоке, применении штрафных санкций при повторных поставках такого молока.

Для сокращения количественных и качественных потерь сырья необходимо перевооружение молокоперерабатывающих предприятий новыми видами автомобильных молочных цистерн, позволяющих сократить снижение сортности молока при его транспортировке, а также оснащенных приборами по оценке качества принимаемого молока в местах приемки; обеспечение производителей молока современным холодильным оборудованием.

В целях продвижения на мировых и региональных рынках важно получить соответствующие разрешения на поставку в страны ЕС или США, что позволит автоматически поставлять продукцию в целый ряд стран без дополнительного инспектирования. Для этого, помимо технического переоснащения перерабатывающих предприятий и строительства новых ферм, крайне важно обеспечить системную работу по контролю за качеством и безопасностью, включая гармонизацию национального законодательства с международными требованиями, внедрение международных стандартов и методик, оснащение лабораторий как минимум национального уровня современными приборами и оборудованием. Требуется подготовка и повышение квалификации кадров в данной сфере, включая прохождение соответствующей учебы в странах ЕС. Эта работа может быть проведена в рамках международных программ технической помощи в соответствии с запросами белорусского Правительства.

Повышению эффективности сбыта мешает отсутствие системы предоставления предприятиям коммерческой информации. Создание такой системы позволит обеспечить условия для упорядочения экономических отношений между производителями сельскохозяйственной продукции, заготовительными, перерабатывающими и торговыми предприятиями, сокращения маржи посредников при спекулятивных операциях, повышения доходности сделок для производителей сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Данная структура может быть создана в виде коммерческой организации, работающей при поддержке государства или как специальное подразделение организаций, в функции которых в настоящее время входит сбор и обобщение различной экономической информации – Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Министерства экономики и др.

Несмотря на предпринимаемые меры по наращиванию экспорта молочной продукции, не в полной мере реализуется экспортный потенциал во многих регионах России, странах СНГ и дальнего зарубежья. Более активно требуется продвижение отечественной продукции, в том числе за счет централизованной рекламы белорусской продукции в СМИ других стран, создания сбытовых корпораций (групп предприятий) по продуктовому и региональному принципу.

Литература

1. Мелешня, А.В. Предложения по формированию структуры производства молочной промышленности Республики Беларусь в соответствии с изменениями конъюнктуры мирового рынка / А.В. Мелешня, М.Л. Климова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – №1 (7). – С. 70–81.

2. Предложения по повышению эффективности экспорта молочной продукции / Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 2010.

A. Meliashchenia

TRENDS AND EVOLUTION PROBLEMS OF DAIRY INDUSTRY

Summary

For competitive growth of belorussian agro-industry the primary target is a perfection of agriproduct processing, especially the development of energy-conservative and waste-free technologies. In this article there are the main trends in the dairy industry and the problems which nessesary to solve.

А.А. Русинович¹, П.В. Расторгуев²
ГУ «Белорусский государственный ветеринарный центр»¹
ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»²

**СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ
ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

(Поступила в редакцию 03.06.2011)

Одним из основных условий обеспечения качества и безопасности продукции животного происхождения является лабораторный контроль. В статье дан краткий анализ текущей ситуации, указаны основные проблемы в организации и функционировании системы лабораторного контроля, предложены направления ее совершенствования в Республике Беларусь с учетом международного опыта.

Введение. Обеспечение высокой конкурентоспособности отечественной продукции животноводства на продовольственном рынке предполагает выполнение ряда условий, одним из которых является производство продукции, безопасной для жизни и здоровья людей. В настоящее время данная проблема становится все более актуальной. Связано это с тем, что такие заразные болезни, как ящур, птичий грипп, африканская чума свиней и т.д., в эпизоотической цепи которых животные и продукция животного происхождения являются основными звеньями, имеют тенденцию к распространению. Их появление приводит к огромным экономическим потерям, а зачастую ставит под угрозу здоровье людей и развитие животноводческой отрасли.

Применение в животноводстве различного рода добавок, гормональных препаратов, лекарственных веществ без должного контроля и соблюдения сроков их выведения из организма животных, других химических соединений, значительная экологическая нагрузка через так называемые химические загрязнители (хлор-, фосфор- органические соединения и др.) обуславливают возникновение серьезных инцидентов на продовольственном рынке. Примером могут быть последние случаи с меламином в молоке, диоксином в мясе и кормах. Поэтому одним из наиболее важных элементов в системе государственного надзора и кон-

троля качества и безопасности продукции животного происхождения является лабораторный контроль биологических и химических факторов.

Результаты исследований. Формирование эффективной системы лабораторного контроля качества и безопасности продукции животноводства имеет не только социальную значимость. Решение данной задачи необходимо и для дальнейшего усиления экспортного потенциала отрасли, повышения эффективности реализации соответствующей продукции на внешнем рынке, объемы которой в последние годы неуклонно возрастают (рис.1).

Как показывает анализ, за последние десять лет объем экспорта молока и молочных продуктов вырос в натуральном выражении почти в 7 раз, а мяса и мясопродуктов – более чем в 7 раз.

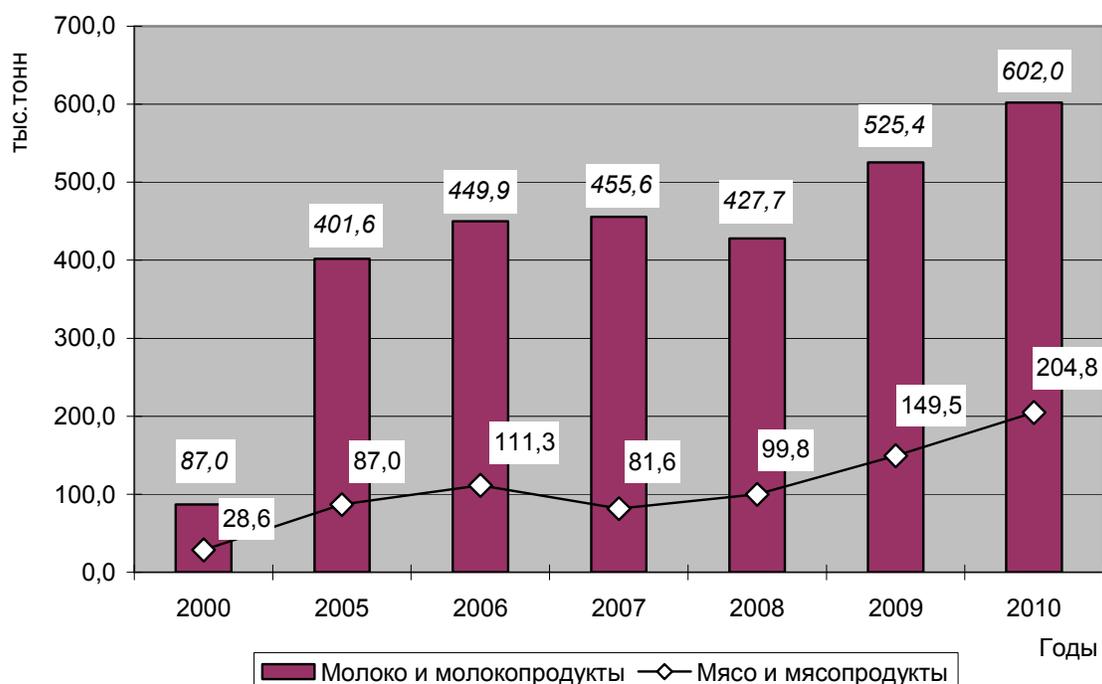


Рисунок 1 – Показатели экспорта основных видов продукции животноводства

В свою очередь анализ конъюнктуры мирового рынка указывает на рост цен на продукцию животноводства, что обуславливает перспективность дальнейшего наращивания объемов производства с целью увеличения объемов экспортных поставок.

Так, например, только за 2010г. денежная выручка от экспорта живых животных выросла более чем в 3,6 раза (с 3985 до 14613 тыс. долл. США).

В то же время, сохранение существующих рынков сбыта и дальнейшее расширение объемов экспорта будет во многом зависеть от того, насколько точно будут учитываться требования импортеров, в том числе и в отношении обеспечения качества и безопасности продукции животноводства.

В настоящее время в мире, особенно в развитых странах, ужесточаются требования к безопасности пищевых продуктов. Среди основных направлений решения данной проблемы следует выделить обеспечение безопасности сырья и добавок, используемых для их производства, гигиеной и технологией производства, а также системы контроля санитарно-гигиенических условий, технологии производства, показателей качества и безопасности сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции по принципу «от поля до стола».

Исследования свидетельствуют, что, несмотря на все более широкое распространение превентивных (упреждающих) методов обеспечения безопасности, лабораторный контроль показателей безопасности продукции был и остается одним из основополагающих элементов соответствующего механизма. Последние события с массовыми проявлениями расстройства здоровья у жителей Западной Европы, обусловленные высокопатогенным штаммом кишечной палочки, свидетельствуют о необходимости совершенствования системы контроля, в том числе лабораторного, безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов по всей пищевой цепи.

В Республике Беларусь лабораторный контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов осуществляют в основном испытательные лаборатории Минздрава, Минсельхозпрода, Госстандарта, Минторга, НАН Беларуси, концерна «Белгоспищепром», Белкоопсоюза, а также организаций по их производству и переработке. Всего по этому направлению деятельности задействовано около 1500 испытательных лабораторий.

Правовой основой лабораторного контроля продовольственного сырья и пищевых продуктов в стране являются Законы Республики Беларусь:

- «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека»;
- «О санитарно-эпидемическом благополучии населения»;
- «О ветеринарной деятельности»;
- «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС»;
- «О безопасности генно-инженерной деятельности»;
- «О защите прав потребителей»;
- «О техническом нормировании и стандартизации»;
- «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации»;
- «Об обеспечении единства измерений».

В развитие названных законов приняты соответствующие постановления правительства и другие нормативные правовые акты, определяющие порядок деятельности лабораторий в стране.

Показатели лабораторного контроля, в том числе и импортируемого, продовольственного сырья и пищевых продуктов установлены в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», а также государственных стандартах, технических условиях и других нормативных правовых актах. В частности, общее количество нормируемых химических показателей безопасности составляет около 20-ти, и они контролируется как в сырье, так и готовой продукции. При этом действующая система лабораторного контроля импортируемой продукции животного происхождения включает лишь показатели, которые должны контролироваться только по национальным нормативным документам, без учета показателей страны экспортера.

Следует отметить, что в большинстве стран мира лабораторный контроль показателей безопасности осуществляется в сырье. Как показывает мировой опыт, нецелесообразно и экономически неэффективно определять многие вредные химические соединения как в сырье и так в готовой продукции, так как отсутствие их в сырье уже является гарантией их отсутствия в готовой продукции.

В то же время, как показывает анализ, отдельные положения и направления существующей системы радиационного контроля продуктов питания, сырья для них, кормов, рационов кормления животных в связи с изменившейся в лучшую сторону ситуацией по последствиям аварии на ЧАЭС нуждаются в корректировке, особенно для производителей продукции животного происхождения, расположенных в так называемых «чистых зонах».

Так, схема радиационного контроля и существующая система мониторинга сырья исключают наличие радионуклидов выше допустимых уровней в готовой продукции, производимой перерабатывающими предприятиями. В связи с этим нет необходимости в последующем постоянно определять их в готовой продукции. Более того, иногда продолжительность контроля превышает сроки реализации готовой продукции, такой как охлажденное мясо, ливерные и кровяные колбасные изделия и др., что не позволяет своевременно осуществлять предприятиям торговые операции, особенно экспортные.

Нельзя не отметить и тот факт, что согласно действующему законодательству в основу периодичности лабораторного контроля показателей безопасности положен временной интервал от нескольких дней до нескольких месяцев (в зависимости от показателя контроля), причем без учета объемов производимого сырья или пищевых продуктов. При этом во многих развитых странах, в том числе и в ЕС, в основу периодичности лабораторного контроля положен не временной интервал, а объемы производимого продовольственного сырья. Например, отбирается 1 испытываемая проба молока от 15000 т произведенного на фермах молока или 1 проба мяса говядины – от 0,4% забитого на мясоперерабатывающих предприятиях крупного рогатого скота и т.д. по мясу других видов животных, рыбе, яйцу, меду.

Важным направлением совершенствования лабораторного контроля продукции животноводства является расширение номенклатуры контролируемых показателей в соответствии с мировой практикой и стран-импортеров отечественной продукции.

Так, планируемые экспортные поставки продукции животного происхождения в страны Европейского Союза обусловили необходимость разработки дополнительной системы лабораторного контроля со-

держания вредных веществ в живых животных и продукции животного происхождения, порядок которого регламентируется Директивой ЕС «По мерам контроля за содержанием некоторых веществ и остатков вредных веществ в живых животных и продуктах животного происхождения» от 29.04.1996 г. № 96/23 ЕС. Положения Директивы предусматривают обязательное наличие в стране-экспортере Программы контроля за содержанием вредных веществ и их остатков у животных и продуктах животного происхождения.

Во исполнение постановления Совета Министров Республики Беларусь «О совершенствовании системы контроля за содержанием вредных веществ в живых животных и продукции животного происхождения» от 15.12.2003 г. № 1628 в стране с 2005 года реализуется ежегодный План мониторинга запрещенных веществ, остаточных количеств ветеринарных препаратов и других химических соединений у живых животных и продукции животного происхождения. В Плане мониторинга на 2011 год предусмотрен контроль 86 показателей безопасности. Испытания проводят аккредитованные Госстандартом лаборатории:

- ГУ «Белорусский государственный ветеринарный центр»;
- РУП «Белорусский государственный институт метрологии»;
- РУП «Брестский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»;
- РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

В то же время, исходя своих возможностей, указанные лаборатории обеспечивают испытания данных показателей плана соответственно 31; 14; 5; 7 и 3% (в целом 60%). Испытания по остальным показателям (40%) при соответствующей оплате в рамках договора осуществляет Латвийский научный институт безопасности продовольствия, здоровья животных и окружающей среды.

Важным обстоятельством доверия к деятельности испытательных лабораторий, а вместе с тем и к безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, особенно при экспорте, является качество и достоверность проводимых ими испытаний, которое обеспечивается соот-

ветствующим техническим, методическим кадровым, финансовым оснащением лабораторий. Подтверждением качества и достоверности служат межлабораторные сличительные исследования и взаимное признание их результатов на наднациональном уровне. К сожалению, это направление в республике не имеет системной направленности и носит скорее спорадический характер.

Особенно данная проблема актуальна при разрешении споров в отношении результатов контроля качества и безопасности продукции при экспорте продукции.

В настоящее время активно разрабатывается и формируется законодательство по обеспечению свободной торговли продовольственными товарами на пространстве Таможенного союза и Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС). Целесообразно, по нашему мнению, разработать и Соглашение о порядке осуществления арбитражного лабораторного контроля качества и безопасности пищевой продукции и сельскохозяйственного сырья при проведении экспортно-импортных операций между странами этих международных сообществ.

Данное Соглашение должно представлять собой согласованную систему действий при решении проблемы расхождения результатов анализов качества и безопасности экспортируемой (импортируемой) продукции и сельскохозяйственного сырья.

События последних лет, в частности, инциденты при поставках белорусской продукции на рынок Российской Федерации, свидетельствуют о необходимости объективного рассмотрения и урегулирования таких случаев.

Основными разделами, которые должны быть включены в Соглашение, являются:

- область применения соглашения;
- условия предъявления претензий;
- порядок разрешения конфликтов;
- порядок определения лабораторий;
- требования к лабораториям для проведения арбитражного контроля;

- механизм и источники финансирования арбитражной деятельности.

Так, лаборатории для проведения арбитражного контроля должны соответствовать следующим основным требованиям:

- быть нотифицированными по конкретным направлениям исследований;

- быть независимыми от участников конфликтной ситуации;

- быть аккредитованными на техническую компетентность в отношении проведения испытаний продукции по установленной номенклатуре показателей безопасности;

- иметь аккредитацию на соответствие международному стандарту ИСО/ЕС 17025-1999 либо его национальному аналогу (в Беларуси – СТБ ИСО/МЭК 17025-2001 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», который представляет собой аутентичный текст данного стандарта).

Следует отметить, что данный правовой документ должен содержать только принципиальные вопросы, либо необходимо изначально формировать целый пакет Соглашений, количество которых будет соответствовать группам пищевых продуктов, являющихся объектом экспортно-импортных операций. В то же время Соглашения могут быть подписаны только по наиболее важным видам продукции, в частности, по молочной и мясной. Нецелесообразность решения всех вопросов в одном документе обусловлена:

- особенностями контроля показателей безопасности;

- различными методиками отбора проб;

- отличием номенклатуры контролируемых показателей и т.д.

В частности, выбор и подготовка лабораторий является достаточно сложным организационно-техническим процессом, включающим в себя необходимость гармонизации методик испытаний продукции и нотификации как минимум трех лабораторий: двух – расположенных в странах, подписывающих Соглашение, и арбитражной лаборатории, расположенной в третьей стране. На первой стадии создания системы арбитражного контроля необходимо:

- официальное признание на государственном уровне соответствующих стран необходимости решения данной проблемы (в виде меморандума, декларации о намерениях и т.д.);
- определение видов пищевой продукции и сельскохозяйственного сырья, для которых будет создаваться система межгосударственного арбитражного контроля;
- создание межгосударственной рабочей комиссии, в компетенцию которой будет входить выбор соответствующих лабораторий, разработка предложений по их техническому оснащению, выбор арбитражной лаборатории в третьей стране и т.д.

Заключение. Как показали исследования, действующая в Республике Беларусь система лабораторного контроля безопасности продукции животноводства является все еще громоздкой, затратной и недостаточно эффективной. В настоящее время она нуждается в приведении в соответствие с международной практикой и требованиями стран-импортеров отечественной продукции.

С целью улучшения лабораторного контроля продукции животноводства в Республике Беларусь необходимо формирование научно обоснованной, избирательной системы проведения испытаний на безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов как для внутреннего, так и внешнего рынков с учетом объемов производимой продукции, территориального применения вредных веществ, времени отбора проб, зон поступления сырья, пищевых добавок, консервантов и так далее.

Требуется совершенствование и корректировка нормативов содержания отдельных вредных веществ в сырье и продуктах животного происхождения, особенно антибиотиков в соответствии с требованиями, принятыми в странах с развитым животноводством.

Целесообразным является создание рабочей группы из числа специалистов заинтересованных ведомств по детальному изучению действующей в Республике Беларусь системы лабораторного контроля безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов с целью разработки конкретного комплекса мероприятий по его совершенствованию в соответствии с общепринятой международной практикой.

Литература

1. Беларусь в цифрах: Статистический справочник / Министерство статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск: Минстат. Респ. Беларусь, 2008. – 96 с.
2. Беларусь в цифрах: Статистический справочник / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2010. – 96 с.
3. Беларусь в цифрах: Статистический справочник / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2011. – 103 с.
4. Методические рекомендации по совершенствованию правового обеспечения регулирования качества сельскохозяйственной продукции / П.В Расторгуев [и др.]; Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси. – Минск, 2010. – 36 с.
5. Русинович, А. Проблемы и направления совершенствования организации ветеринарного обслуживания в Беларуси / А. Русинович, П. Расторгуев // Аграр. экономика. – 2011. – № 1. – С.43-49.
6. Таможенная статистика внешней торговли Республики Беларусь. Бюллетень. Январь-декабрь 2010 года. – Минск: «Белтаможсервис», 2011. – 234 с.

A. Rusinovich, P. Rastorguev

CONDITION AND DIRECTIONS OF PERFECTION OF THE ORGANIZATION OF LABORATORY CONTROL OF PRODUCTION OF THE ANIMAL ORIGIN IN BELARUS

Summary

One of the basic conditions of maintenance of quality and safety of production of an animal origin is laboratory control. In article the short analysis of a current situation is given, the basic problems in the organization and functioning of system of laboratory control are specified, directions of its perfection in Belarus taking into account the international experience are offered.

Л.Т. Ёнчик

ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»

ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА СВИНИНЫ

(Поступила в редакцию 03.06.2011)

Достижение устойчивого экономического роста, повышение качества жизни населения, обеспечение продовольственной безопасности страны являются основными задачами белорусской экономики, решение которых возможно лишь в рамках реализации инновационного развития отечественного аграрного сектора, в том числе животноводства и, непосредственно, свиноводства.

Актуальность исследования опыта стран-лидеров на мировом рынке свинины в аспекте инновационного развития обусловлена необходимостью активизации соответствующих процессов в белорусском свиноводстве.

Введение. Изучение опыта ведущих контрагентов мирового рынка свинины, позволило установить, что в современных условиях эффективность ведения отрасли свиноводства в большей степени формируется под воздействием достижений в селекции и генетике, а так же за счет процессов концентрации и интеграции.

Материалы и методы. Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные теоретическим и практическим аспектам формирования отраслевых рынков.

Результаты исследований. Современная мировая система свиноводства – это более чем на половину крупномасштабное производство с интенсивным использованием производственных ресурсов и капитала, когда человеческий труд заменяется механизированными технологиями, а человек все больше задействован в сфере управления, о чем свидетельствует, более высокий темп роста производства по сравнению с увеличением численности поголовья (рис. 1).

Сопоставление данных, характеризующих динамику этих показателей, позволило установить, что в начале исследуемого периода (1977г.)

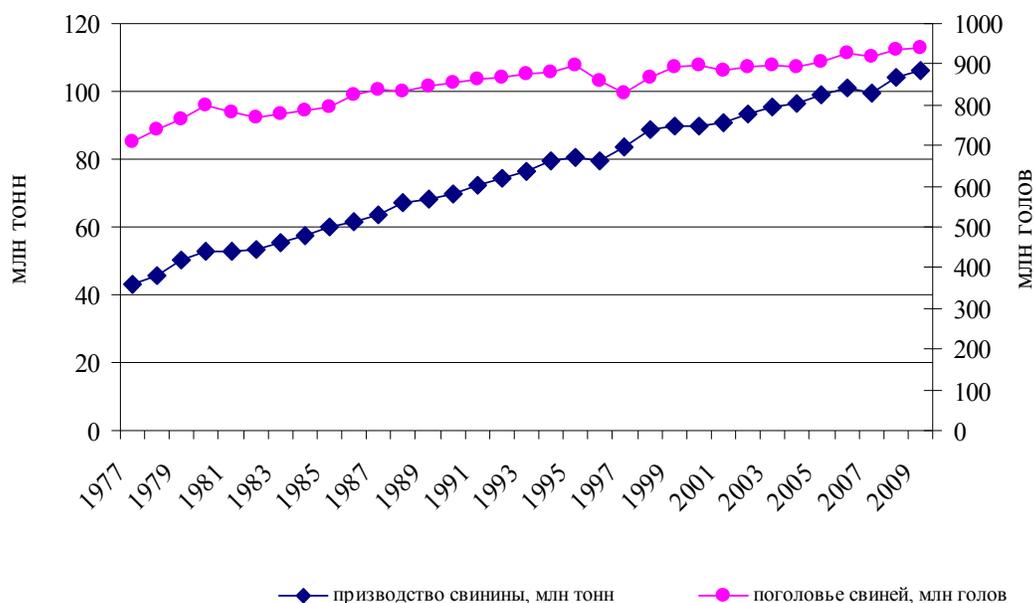


Рисунок 1 – Динамика мирового производства свинины (источник: данные ФАО)

средний вес одной головы, снятой с откорма, составлял 60 кг, а в 2009 г. более 110 кг. Нами была рассчитана степень влияния прироста поголовья свиней и среднего веса одной головы, снятой с откорма, на объем мирового производства свинины. Установлено, что прирост производства на 65% был достигнут за счет увеличения массы свиней и только на 35% – за счет увеличения поголовья.

Согласно исследованиям ученых, повышение продуктивности свиноводства в странах-лидерах мирового рынка свинины на 60–65% достигнута за счет совершенствования системы кормления и прогрессивных технологий содержания и на 35% – за счет успехов селекции, генетики и племенного дела. Например, в Дании, где производится свинины в пять раз больше внутренних потребностей рынка, селекционно-племенная работа ведется в направлении достижения следующих показателей: 30 поросят-отъемышей на одну свиноматку в год, содержание 60% и более мяса в туше, расход корма не более 2,8 кг на 1 кг прироста [1, 2].

Было установлено, что реализация направлений инновационного развития свиноводства возможна при создании условий и соответствующего организационно-экономического механизма управления, включая разработку проектов и программ, применение различных форм финансирования и стимулирования конкретных видов деятельности и его поддержки. По результатам исследования опыта ряда стран, ведущих мировых продуцентов свинины, нами были выявлены и систематизированы основные факторы эффективного формирования и функционирования рынка свинины (табл. 1).

Таблица 1 – Основные факторы эффективного формирования и функционирования мирового рынка свинины

Факторы	Страна					
	Китай	США	Канада	Бразилия	Дания	Нидерланды
Технологические						
Селекция, генетика, племенное дело						
Системы кормления, содержания и ухода						
Организационные						
Ветеринарные стандарты						
Система контроля качества						
Интеграция						
Концентрация						
Реструктуризация						
Ресурсные						
Природные ресурсы						
Трудовые ресурсы						
Инвестиции						

Примечание: Таблица составлена автором на основании собственных исследований

Например, для Китая перспективы развития связаны с племенным делом. Сеть государственных свиноводческих ферм действует на федеральном, провинциальном и окружном уровнях, обеспечивая поголовьем фермерские хозяйства. В состав федерального Пекинского центра свиноводства входят пять ферм, каждая из которых располагает 600 свиноматками. Многих племенных животных специально привозят из Европы и США. Китайское правительство оказывает поддержку развитию государственных и частных свиноводческих ферм.

Тенденции роста и благоприятные прогнозы для рынка свинины Китая в будущем связываются с увеличением поголовья свиноматок, а также ростом объема инвестиций, в том числе иностранных, в переработку свинины [3]. По оценкам аналитиков в ближайшем будущем Китай сохранит положение ведущего мирового продуцента свинины.

Страны-лидеры мирового рынка свинины, в частности экспортеры, придерживаются высоких ветеринарных стандартов. Например, Дания

«свободна» от большинства болезней свиней, что позволяет датской свинине сохранять статус на мировом рынке, как одного из самых качественных продуктов.

Еще один фактор, позволивший Дании достигнуть высокого качества сырья и конечного продукта, – это процессы реструктуризации, концентрации и интеграции. Например, еще тридцать лет назад в Дании было более 50 самостоятельных скотобоев, в настоящее время – их только две. Остальные входят в состав кооперативных структур, где забивается, перерабатывается и реализуется более 90% свиней, откормленных в стране [1].

Высокое качество голландской свинины, которая котируется как лучшая в мире, было достигнуто, в том числе, благодаря постепенной реструктуризации отрасли и эффективной работе государственной системы контроля качества. В 1998 г. правительство страны издало свод законов, целью которых было повышение качества конечной продукции и снижение вредного воздействия на окружающую среду свиноводческих ферм. Действие законов направлено на укрупнение ферм (в документах оговаривалось количество животных на фермах разных мощностей). В результате за 1998–2003 гг. количество хозяйств по всей стране уменьшилось в два раза притом, что поголовье свиней сократилось только на 25%. Правительство Нидерландов поощряет создание ферм с замкнутым оборотом стада, в результате чего снижаются транспортные издержки и ограничивается риск заболеваний животных. Для откормочных ферм предусмотрена поставка поросят не более чем из 2–3 хозяйств. Фермеры-свиноводы объединены в клубы (6–8 фермеров и один специалист), которые обеспечивают обмен научно-технической информацией и обучают передовым методам ведения свиноводства [4, 5].

Нидерланды занимают первое место в ЕС по уровню доходов на свиноферму. Отрасль отличается высокой продуктивностью: свиноматки – 2,2 опороса в год, выход поросят – 22 головы в год, среднесуточный прирост живой массы – 724 г, расход кормов – 2,1 кг на 1 кг привеса. В совокупности это лучшие в мире показатели. Самообеспеченность страны свининой составляет в среднем 250%. Например, из 14,5 млн. откормленных в 2005 г. свиней только 45% были использованы на внутреннем рынке, на экспорт было продано – 16,6 млн. гол. (18% – экспорт живых животных, 82% – свинина) [4, 5].

Достигнутое, благодаря современным технологиям качество конечного продукта, позволяет Голландии поддерживать лидирующие позиции на мировом рынке в сегменте дорогой и качественной свинины. Основными импортерами голландской свинины являются Англия, Германия, Италия и Греция [5].

После Китая и Европейского Союза третьим крупнейшим производителем свинины в мире являются США. Благодаря тому, что страна располагает достаточными ресурсами воды и земельными угодьями для производства зерна и сои-бобов, издержки выращивания свиней здесь не высоки (0,77 долл. за кг живого веса). Характерной чертой для свиноводства страны является консолидация производства. Ожидается, что в среднесрочной перспективе 80% производства будет обеспечиваться не более чем 15 компаниями.

В настоящее время для американского рынка свинины характерна устойчивая тенденция роста производства. С 1997 г по 2009 г. производство свинины в США увеличилось почти на 33%, том числе в период с 2000 г. по 2009 г. – более чем на 21%. В то же время потребление увеличилось только на 5%, что свидетельствует о насыщенности внутреннего рынка. Производство свинины в США возрастает в значительной степени благодаря внедрению новых технологий разведения и откорма свиней, совершенствованию практики ухода за животными, что повышает продуктивность поголовья.

Относительно высокий процент роста импорта свинины в США отражает интеграционные процессы между свиноводческими фермами США и Канады. Если в 1990 г. доля Канады в американском импорте свинины определялась в 49%, а Дании – в 30%, то в 2000 г. эти показатели составляли 76% и 15% соответственно. Интерес США к свиноводству Канады объясняется высоким уровнем развития отрасли в этой стране [3].

Канадское свиноводство благодаря превосходному качеству и высокому ветеринарному статусу обладает хорошей репутацией в мире. С 60-х годов XX века в Канаде ведется серьезная работа по улучшению генетики свиней. В стране действует «Канадская программа совершенствования свиноводства», которая поддерживается и управляется Канадским центром совершенствования свиноводства (CCSI) и еще рядом других организаций. CCSI координирует сотрудничество с отраслевыми партнерами, исследовательскими институтами и Университетами Кана-

ды [5]. В соответствии с этой Программой ежегодно проверяется около 90 тыс. свиней. В ней насчитывается около 12 стад по всей стране и около 9000 свиноводческих центров. Программа работает над селекционными и генетическими совершенствованиями трех пород: Дюрок, Йоркшир и Ландрас. Около 7 тыс. новых записей производится ежемесячно в национальную базу данных. Генетическая оценка рассчитывается для роста, эффективности кормления, особенности строения и продуктивность свиней

Еще один крупный контрагент на мировом рынке свинины – Бразилия. Благоприятные природные ресурсы страны, высокие урожаи кормовых культур, возможность содержания свиней на дешевых с точки зрения возведения и обслуживания фермах открытого типа, в совокупности с тенденцией укрупнения свиноводческих предприятий самым благоприятным образом отражаются на объемах производства свинины, а также на издержках производства. Если в 2002 г. более 30% поголовья свиней принадлежало мелким фермерам, то в настоящее время их доля не превышает 20%. Концентрация коснулась, прежде всего, западных регионов Бразилии, отличающихся развитой инфраструктурой. Низкая себестоимость бразильской свинины повышает ее конкурентоспособность и способствует устойчивому притоку международных инвестиций в отрасль. На рынок Бразилии стремятся международные мясные компании. В настоящее время большая часть бразильской свинины отгружается на экспорт пятью ведущими компаниями – «Sadia», «Perdigao», «Seara», «Aurora» и «Doux/Frangosul», к которым присоединился еще ряд кооперативов [3].

Заключение. Исследование тенденций мирового рынка свинины в аспекте инновационного развития позволило установить, что:

– свинина, самый популярный вид мяса, увеличению потребления которого с одной стороны содействовало расширение спроса, вследствие роста мирового населения, урбанизации и повышения доходов. С другой стороны, развитие современных технологий, достижения в селекции и генетике, распространение процессов концентрации и интеграции наряду с коротким воспроизводственным циклом в свиноводстве способствовали увеличению производства и предложения относительно дешевой свинины;

– в разрезе отдельных государств рынок свинины ориентирован на самообеспечение. Среди основных мировых экспортеров свинины лиди-

рующие позиции принадлежат странам, достигшим значительных успехов в сфере производства, переработки и конечной реализации продукции;

– современные направления инновационного развития и формирования рынка свинины предполагают создание условий и соответствующего организационно-экономического механизма управления, включая разработку проектов и программ, применение различных форм стимулирования конкретных видов деятельности и его поддержки.

Литература

1. Палаткин, И.В. Экономический механизм повышения эффективности производства продукции свиноводства: монография / И.В. Палаткин, Л.И. Малюк. – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 87.

2. Данкверт С.А., Холманов А.М., Осадчая О.Ю. Свиноводство стран мира в конце XX века. – М., 2004. – 142 с.

3. Рынок продовольствия и сырья: 9. Мясо / З.М. Ильина [и др.]; под ред. З.М. Ильиной. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2009. – 200 с.

4. Свиноводство Голландии. Организация кормления свиней // Молоко и корма. – №2. – 2006. – С.35–37.

5. Swine improvement program [Electronic resource] / Mode of access: <http://www.ccsi.ca> – Date of access: 14.09.2009.

L. Enchik

INNOVATIVE DEVELOPMENT TENDENCIES OF PORK WORLD MARKET

Summary

Achievement of steady economic growth, improvement of population life quality, maintenance of country's food safety are the primary goals of the Belarusian economy. The achievement of such goals is possible only within the process of realization of agrarian sector innovative development, including livestock sector and pig industry itself.

The topicality of research of experience of innovative development of world leaders in pork market is caused by necessity of activization of relevant processes in Belarusian pork industry.

В.И. Шишко
ОАО «Молочный Мир»

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ

(Поступила в редакцию 03.06.2011)

В статье исследованы современное состояние и особенности формирования развития регионального рынка молока и молочных продуктов. Разработан методический подход, связанный с повышением конкурентоспособности молочной продукции, основное преимущество, которого заключается в системном взаимодействии двух основных уровней повышения конкурентных преимуществ, производимой и реализуемой молочной продукции, основанных на ценовых и неценовых методах, обуславливающих рост рынка и увеличение прибыльности предприятия от реализации продуктов.

Введение. Результаты проведенных нами исследований показали, что продовольственный рынок представляет собой систему, состоящую из рынков отдельных видов продукции и регионов, среди основных направлений формирования, которых следует выделить следующие: баланс потребления, источники получения продукции; организационный и экономический механизмы управления процессами производства и реализации; мониторинг и маркетинговые исследования.

Продовольственный рынок выполняет ряд таких важных функций в экономике каждого региона, как: обеспечение взаимодействия продавцов и покупателей продуктами питания посредством сделок купли-продажи; установление количественных пропорций в структуре спроса и предложения; определение уровня равновесных цен и пропорций между ценами на различные продукты; распределение продукции между разными социальными группами населения; роль «индикатора» для отечественных производителей и потребителей продукции посредством прямых и обратных связей.

В связи с этим большой научный и практический интерес представляет исследование рынка молока и молочных продуктов, как важнейшего сегмента продовольственного рынка. Особое положение молоч-

ной продукции среди других групп продуктов питания обусловлено не только ее пищевыми достоинствами, но и тем, что в условиях невысокого платежеспособного спроса большинства населения эта группа продуктов в силу ценовой доступности является одним из основных источников получения животного белка, а также других уникальных по своей пищевой ценности веществ [1, 2].

Нами установлено, что рынки молока и молочной продукции областей Беларуси можно характеризовать как открытые и конкурентные, на которых предложение формируется за счет региональных производителей, а также крупных перерабатывающих предприятий страны, которые не только обеспечивают своей продукцией население региона, но и поставляют ее в другие регионы и на экспорт. На региональном рынке присутствуют поставщики из других стран (Россия, Литва, Польша, Чехия, Украина и т.д.), а также малые предприятия и сельскохозяйственные производители региона, оснащенные мини-цехами по переработке молока [3].

Выявлено, что лидирующие позиции по некоторым группам молочных продуктов, таких как йогурты, творожные десерты, занимают крупнейшие иностранные производители: Campina, Danone, Ehrmann, Nestle и другие, реализующие свою продукцию посредством дистрибуторских компаний [3]. Успешная реализация маркетинговой стратегии вышеуказанными компаниями, широкий ассортимент и приемлемое качество реализуемой продукции позволяет им довольно эффективно функционировать на внутреннем рынке страны.

Выполненное нами исследование выявило, что формирование и развитие регионального рынка молока и молочных продуктов в рыночных условиях имеет ряд основных особенностей функционирования, которые проявляются в следующем:

- молочная продукция – скоропортящаяся, подлежащая переработки в короткие сроки и требующая соответствующих каналов реализации и логистики;
- присутствует видовая сезонность производства и реализации, что определяет необходимость создания запасов продуктов его переработки;

– молоко и молочные продукты являются социально значимыми видами продовольствия, что обязывает государство обеспечить для населения как физическую, так и экономическую их доступность;

– производство молочной продукции имеет место во всех регионах страны, что обеспечивает стабильность его предложения, которое превышает спрос и сохраняет экспортную ориентированность молочной отрасли, а также обуславливает высокую конкуренцию среди его производителей;

– реализуемая продукция имеет четкую потребительскую сегментацию, предполагающая использование разных маркетинговых технологий в процессе ее позиционирования.

В ходе исследования нами определены особенности в ценообразовании на молочные продукты, которые находят свое отражение в том, что рынок молока и молочной продукции характеризуется высокой социальной значимостью. Поэтому со стороны государства данный рынок находится под постоянным контролем и подвергается жесткому ценовому регулированию, тем самым оказывает непосредственное воздействие на величину спроса, на основании установления закупочных цен на молоко, реализуемое для государственных нужд и предельных (максимальных) отпускных цен в сфере переработки сельскохозяйственного сырья на социальнозначимые продукты (молоко, кефир, сметана, творог и др.).

Специфика молочного комплекса, состоит в том, что он включает в себя две взаимосвязанные сферы: отрасль сельского хозяйства – животноводство и перерабатывающую промышленность. Любые диспропорции в их развитии могут привести к нарушениям производственного режима, недозагрузке мощностей перерабатывающих предприятий, что влияет на конечный результат деятельности всей системы. Результаты работы перерабатывающей молочной промышленности неразрывно связаны и во многом зависят от состояния сырьевого рынка.

Установлено, что в течение года производство молока-сырья имеет сезонность, обусловленную способами содержания дойного стада и кормовой базы, генетическими особенностями животных, физиологическими процессами, применением технологий производства. Данная периодичность выглядит следующим образом – производство молока с тен-

денциями к увеличению происходит на протяжении января, февраля. С марта по июль включительно происходит его поступательное увеличение, в августе наблюдается резкое снижение, и постепенно объемы молока до ноября снижаются. В декабре производство стабилизируется.

Объем предложения молочной продукции региона зависит как от уровня развития сельскохозяйственного производства данного региона (поскольку эта отрасль является поставщиком сырья для производства готовых к потреблению молочных продуктов), так и от предлагаемой молочной продукции производителей молочной промышленности.

Нами установлено, что в Республике Беларусь функционирует более 50 предприятий молочной отрасли, которые равномерно распространены по ее территории с учетом региональных потребностей. Выполненные нами исследования показали, что характеристики конкурентных преимуществ молокоперерабатывающих предприятий включают в себя анализ эффективности взаимодействия ресурсов, их качества, количества и стоимости. Существенное влияние оказывают объемы и источники инвестиций, степень инновационности технологического процесса и менеджмента.

Данные, полученные в ходе выполненных исследований, позволили сделать вывод о том, что на продуктовом рынке прослеживается четко выраженная сезонность потребления молочных продуктов, представленная в табл. 1.

Нами определены основные направления, которые способны нивелировать выявленную сезонность потребления молочных продуктов на национальном рынке:

- проведение рекламных акций в торговых организациях в «несезонный период» (распродажи, специальные цены, группировка продуктов выгодная для потребителей, дегустации и т.п.);
- поиск новых внешних рынков сбыта с учетом особенностей климатических условий;
- корректировка ассортиментной линейки (по жирности, объему упаковки);
- переориентация на другую целевую аудиторию посредством эффективного позиционирования;

Таблица 1 – Сезонность потребления основных молочных продуктов

Ассортиментная группа	Период повышенного потребления	Период пониженного потребления	Примечание
1	2	3	4
Йогурты	Март – май Октябрь – ноябрь	Июль – август	Обусловлено это тем, что йогурты, являясь полезным, профилактическим продуктом с различными добавками, раскупаются в период так называемого осенне-весеннего авитаминоза
Сметана	Май – август	Ноябрь – февраль	Используется в основном как добавка в салаты, в основном покупается в летние месяцы. Падение объемов потребления в указанные месяцы обусловлено, в частности, религиозными аспектами (рождественские и предпасхальные посты)
Сыры твердые	Май – август	Ноябрь – декабрь	Такое потребление обусловлено тем, что в отмеченные месяцы в основном происходят праздничные мероприятия, такие как свадьбы, а также отпуска у населения
Кефир	Май – июль	Сентябрь – январь	Отмечается совпадение с сезонностью выращивания и потребления овощей на внутреннем рынке, используется как напиток и заправка в супы (холодник)
Масло животное	Ноябрь – апрель	Июнь – август	Специфика потребления обуславливается тем, что данный продукт является товаром-комплементом чаю, кофе, какао, а также является составным компонентом кондитерских изделий, производство которых увеличивается в данные месяцы (на Рождество, Новый год, 8-ое марта, Пасха и др.)
Молоко	Декабрь – май	Июль – сентябрь	Традиционный продукт, реализация в «холодное» время обусловлено тем, что данный продукт потребляется как добавка к чаю, кофе, какао, а также в лечебных целях

Примечание: таблица составлена автором по результатам собственных исследований.

– создание оптимальных складских запасов с учетом сроков реализации молочной продукции.

Применение данных направлений предприятиями молочной отрасли позволяет им оптимизировать объем и структуру ассортимента произ-

водимой продукции, что будет способствовать рациональному использованию имеющихся ресурсов.

Вместе с тем маркетинговые отношения, возникающие между субъектами в молочно-продуктовом подкомплексе, имеют особенности в своем формировании и реализации (табл. 2.), которые обуславливаются многочисленным набором способов, приемов и методов, применяемых на продовольственном рынке, среди которых основными являются следующие: производство продукта, его качество, ценообразование, продвижение, рекламная деятельность, ассортиментная политика, логистическая деятельность и т.п.

Таблица 2 – Особенности маркетинга молочной продукции

Описание особенности	Недостатки	Преимущества
Продукция первой необходимости с небольшими сроками реализации	Вероятность возникновения проблем с просроченной продукцией, оперативные изменения в заявках	Низкая доля присутствия импортных продуктов
Наличие большого количества торговых марок	Увеличивающиеся затраты на продвижение продукции, неэффективность вложений	Определение лидеров и аутсайдеров продуктового рынка
Использование специализированных складских помещений	Значительные финансовые вложения в строительство и обслуживание	Развитие логистических центров и дистрибьютеров
Изменение потребительских предпочтений	Необходимость проведения постоянного мониторинга	Вероятность расширения рынка продаж, за счет новых сегментов
Экспортная ориентация производимых молочных продуктов	Зависимость от экспортных цен и политических факторов	Расширение рынка сбыта, повышение конкурентоспособности предприятия
Необходимость тесной работы с торговыми организациями	Дополнительные затраты, связанные с мерчендайзингом, предоставлением оборудования и тд	Возможность отслеживания потребительских предпочтений, увеличение объемов продаж
Сезонность потребления молочных продуктов	Нерациональное использование ресурсов (финансы, персонал, логистика, реклама)	Наличие временного периода для подготовки к сезонным аспектам продаж продукции
Социальная ориентированность национального продуктового рынка	Ухудшение финансового состояния производителей	Социальная защищенность населения

Примечание: таблица составлена автором по результатам собственных исследований.

Проведенный сравнительный анализ недостатков и преимуществ особенностей маркетинга молочной продукции, представленный в таблице позволяет нам определить основные направления его воздействия

на производство, качество, товарную политику, рекламу и продвижение продукции, для успешного функционирования молочного предприятия на конкурентном рынке.

Установлено, что потребности и запросы покупателей постоянно меняются, поэтому необходимо реализовывать эффективную товарную политику, особенность которой заключается в постоянном обновлении ассортимента и повышении разнообразия предлагаемой покупателям молочной продукции, при этом предприятие должно перестраивать свою деятельность быстрее и эффективнее, чем конкуренты.

Потребитель оценивает качество приобретаемого продукта, посредством сравнения информации об аналогичных товарах, выпускаемых предприятиями-конкурентами. В связи с чем, возникает необходимость в анализе поступающей информации от торговых организаций и покупателей о результатах использования продукции в виде обратной связи, которая включает в себя устные и письменные жалобы, претензии, рекомендации, официальную и неофициальную оценку, телефонные звонки, результаты опросов, анкетирования и т.д. Такого рода анализ позволит предприятию выявить конкурентные преимущества в области качества и использовать их в рекламной кампании [4, 5].

Следует отметить, что качество и безопасность продукции, а также ценообразование на предприятиях регламентируется государственными нормативно правовыми актами, что ставит предприятия в одинаковые условия функционирования на рынке. В этой связи успех перерабатывающих компаний будет зависеть от конкурентоспособности производимой продукции и методов ее продвижения на рынок.

Возникает необходимость в постоянном мониторинге реализуемых молочных продуктов на продовольственных рынках, с целью определения предприятиями конкурентоспособности производимых им молочных продуктов, а также внедрения мероприятий, способствующих ее повышению. В этой связи нами был разработан методический подход, включающий алгоритм повышения конкурентоспособности молочной продукции, который предусматривает два уровня воздействия (рис. 1):

– первый уровень – ценовые методы, среди которых можно выделить следующие: заниженные цены, проведение акций в точках продаж (лучшая цена, три изделия за цену двух, и др.), скидка на преysкуранты

цен, процент комиссионного вознаграждения за реализуемую продукцию.

– второй уровень – неценовые методы, а именно: качество готовой продукции, дизайн, форма и материал упаковки, рекламные каналы, продвижение продукции, работа с торговыми организациями по маркетинговым вопросам (маркетинговые соглашения, логистика, мерчендайзинг и др.).



Рисунок 1 – Алгоритм повышения конкурентоспособности молочной продукции
Примечание: схема разработана автором по данным собственных исследований.

Суть предложенного методического подхода состоит в том, что данная разработка включает взаимодействие двух основных уровней повышения конкурентных преимуществ, производимой и реализуемой мо-

лочной продукции, основанных на ценовых и неценовых методах, обуславливающих рост рынка и увеличение прибыльности предприятия от реализации продуктов.

Научная новизна предложенной разработки заключается в том, что впервые для предприятий-производителей молочных продуктов предложены конкретные способы воздействия по двум взаимосвязанным уровням на выпускаемую продукцию, позволяющие повысить ее конкурентоспособность на рынке, с получением положительного экономического результата.

Нами установлено, что усилия в конкурентной борьбе, основанные исключительно на использовании ценовых или неценовых факторов, не обеспечивают субъекту хозяйствования лучшего конкурентного положения, а в некоторых случаях приводят к ухудшению финансового положения молокоперерабатывающего предприятия. Именно поэтому для сохранения и распространения устойчивого рынка сбыта и борьбы за потребителя необходимо применять их одновременно, при этом используя инновационный опыт преуспевающих конкурентов и зарубежных компаний.

Литература

1. О Концепции национальной продовольственной безопасности: Постановление Сов. Мин. Респ. Беларусь от 10 марта 2004 г. № 252 [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: http://spravka-jurist.com/base/part-jq/tx_esxgxa/index.htm. – Дата доступа: 03.06.2010.

2. Лукьянец, Т.Э. Функционирование регионального рынка молока и молочных продуктов / Т.Э. Лукьянец // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: материалы 10-й региональной науч.-технич. конф. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2006. – С. 188–190.

3. Шишко, В.И. Потребительские предпочтения как фактор формирования спроса на молочные продукты (на примере Гродненской области) / В.И. Шишко // Аграрная экономика. – 2008. – № 1. – С. 11–15.

4. Шерр, Ф. Социально-экономическая политика в 2000 году: цели задачи, приоритеты / Ф. Шерр // Белорусский экономический журнал. – 2000. – № 1. – С. 4–17.

5. Область маркетинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://polbu.ru/goncharuk_markconsult/ch20_all.html. – Дата доступа: 12.07.2010.

V. Shishko

**INCREASE OF COMPETITIVENESS OF DAIRY PRODUCTION IN
THE REGIONAL MARKET**

Summary

In article are investigated a current state and features of formation of development of the regional market of milk and dairy products. The methodical approach connected with increase of competitiveness of dairy production, the basic advantage which consists in system interaction of two basic levels of increase of the competitive advantages made and realized of dairy production, the based on price and not price methods causing growth of the market and increase of profitableness of the enterprise from realization of products is developed.

И.Г. Почтовая

ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА

(Поступила в редакцию 03.06.2011)

В статье проведен комплексный анализ основных элементов системы регулирования качества и безопасности молока, получивших широкое распространение в экономически развитых странах. Определена их сущность, тенденции развития и особенности влияния на процесс производства молока, отвечающего установленным требованиям.

Введение. Обеспечение качества и безопасности молока и молочной продукции является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед АПК республики. К факторам, обусловившим важность данной проблемы, относятся: расширение международных связей, увеличение объемов экспорта, ужесточение правил международной торговли, прямая зависимость эффективности экспорта от качества реализуемой продукции. В этой связи особого внимания с точки зрения формирования эффективного организационно-экономического механизма регулирования качества и безопасности молока заслуживает изучение опыта стран, продукция которых характеризуются высоким уровнем потребительских и технологических свойств.

Результаты и предложения. Проведенные исследования показали, что в каждой стране создана и функционирует своя система регулирования производства качественного молока. Вместе с тем изучение зарубежного опыта позволило выделить основные направления ее формирования, характерные для стран с развитой экономикой.

Основным элементом регулирования качества является *установление требований к параметрам продукции*. Анализ основных критериев оценки молока в Европейском союзе указывает на повышение требований к его качеству. Так, в 1994 г. максимально допустимое значение количества микроорганизмов и соматических клеток в молоке было установлено на уровне 400 и 500 тыс/мл соответственно. С ужесточением требований в 1998 г. – 100 и 400 тыс/мл [1].

Анализ требований к молоку указывает на то, что в ряде стран национальные нормативы более жесткие, чем в ЕС, особенно по максимальному количеству микроорганизмов (Новая Зеландия, Швеция – 50 тыс. КОЕ/см³).

Одним из элементов механизма регулирования качества молока, тесно связанным с оценкой свойств продукции, является *система оплаты*, основными составляющими которой являются цена, доплаты и санкции.

По результатам анализа опыта ценообразования на молоко-сырье нами определено, что основными показателями, которые влияют на его цену, являются количество микроорганизмов и соматических клеток, содержание белка и жира. Причины штрафов – наличие антибактериальных средств, моющих и дезинфицирующих веществ, повышенное содержание микроорганизмов и соматических клеток в молоке.

В Дании, например, молоко оценивается по следующим показателям: вкус, запах, чистота, количество соматических клеток, бактериальная обсемененность, содержание белка, жира, точка замерзания. За отклонение жира и белка от базисных норм (4,2 и 3,4%) предусмотрены доплаты и скидки. При этом доплата за белок почти в 2 раза превышает доплату за жир, что характерно для многих развитых стран.

В зависимости от уровня бактериальной обсемененности молоко классифицируется на четыре класса, а от содержания соматических клеток – на 5 (табл. 1). Такая классификация позволяет проводить более дифференцированную оплату и тем самым является действенным инструментом стимулирования производства качественного молока.

Таблица 1 – Оценка и оплата молока в Дании в зависимости от бактериальной обсемененности и количества соматических клеток

Классы	Бактериальная обсемененность, тыс. КОЕ/см ³		Соматические клетки, тыс/см ³	
	уровень	оплата, %	уровень	оплата, %
класс 1 S	–	–	< 200	+ 2
класс 1 экстра	< 30	+ 1	< 300	+ 1
класс 1	< 50	0	< 400	0
класс 2	< 200	– 4	< 500	– 4
класс 3	> 200	– 10	> 500	– 10

Примечание: таблица составлена автором по материалам исследований.

Кроме этого, к поставщикам применяется система скидок за молоко низкого качества. Так, если производитель поставляет молоко класса 3 в течение более чем одной недели, то стоимость такого сырья снижается на 20%. Штрафы прекращаются после поставки молока, отнесенного к классу 1 или к 1 экстра в течение одной недели. При обнаружении антибиотиков стоимость молока в течение последующих 2 дней снижается и удерживается штраф.

Преимуществом датской системы оплаты молока является то, что она предусматривает баланс между доплатами и удержаниями. Если по итогам бюджетного года заводом было удержано за счет снижения цен и штрафов больше, чем выплачено премий, то разница направляется на дополнительное вознаграждение тех фермеров, кто сдал максимальный процент молока по классу 1 экстра и классу 1 S, а также на оплату реализации программ по улучшению качества молока [8].

Основные показатели, которые влияют на оплату молока в Финляндии – количество бактерий и соматических клеток, содержание жира, белка, наличие остатков антибиотиков. Молоко по сортам также как и в Дании распределяется в зависимости от бактериальной обсемененности и соматических клеток. За превышение базисных значений жира и белка (4,3 и 3,2%), предусмотрена доплата. При обнаружении остатков антибиотиков или добавленной воды поставщик уплачивает штраф, кроме этого, в течение 2–3 месяцев не получает доплату за жир и белок [2, 3].

В Германии также действует система скидок и доплат за молоко в зависимости от качества. Если фермер не обеспечил улучшение качества молока в течение полугода, его вообще не будут принимать, в то время как за высокое качество оплата возрастает [7].

В Израиле штраф за наличие ингибирующих веществ в молоке составляет 50% от стоимости поставленного сырья при первом обнаружении и 150% – при последующих. Кроме этого в стране установлены довольно жесткие требования к качеству молока, в соответствии с которыми предусмотрена его классификация на три сорта в зависимости от уровня бактериальной обсемененности и на пять – в зависимости от количества соматических клеток (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка и оплата молока в Израиле в зависимости от бактериальной обсемененности и количества соматических клеток

Сорта	Бактериальная обсемененность, тыс. КОЕ/см ³		Соматические клетки, тыс/см ³	
	уровень	оплата, %	уровень	оплата, %
сорт Премиум	< 10	премирование	< 220	100,4
сорт А	11–75	100	221–280	100
сорт В	> 75	штраф 3	281–325	98
сорт С	-	-	326–375	93
сорт D	-	-	> 375	92

Примечание: таблица составлена автором по материалам исследований.

В свою очередь основными причинами штрафов за несоответствующее установленным требованиям качество молока в Канаде являются: высокий уровень бактериальной обсемененности и соматических клеток, наличие ингибирующих веществ (в том числе антибиотиков), точка замерзания. При этом особенностью системы оплаты является то, что сумма штрафа рассчитывается применительно к молоку, поставленному в течение месяца.

Проведенные нами исследования позволили установить, что необходимым элементом регулирования качества и оплаты молока является объективная система оценки его свойств. Эффективным способом решения данной проблемы является *проведение анализов независимыми лабораториями*. Это направление получило широкое применение в Швеции, Финляндии, Дании, Франции, Литве и других странах.

Так в Швеции, Франции качество молока определяется межведомственными специализированными лабораториями, которые содержатся за счет поставщиков и перерабатывающей промышленности. Такая система контроля обеспечивает объективность при расчетах за молоко, сокращение затрат труда и экономию дорогостоящих реактивов [2].

В Финляндии достоверность анализов жира, белка, соматических клеток, наличия добавленной воды проверяет Государственная контрольная лаборатория не менее 10 раз в год. Контроль анализов на общую обсемененность и остатки антибиотиков осуществляет Государственная ветеринарная лаборатория. Кроме этого, в территориальных лабораториях и вычислительных центрах проводятся анализы молока от индивидуальной коровы (1 раз в два месяца) и сборного молока от фермы (2 раза в месяц). Организованная таким образом система контроля

позволила уменьшить потребность в лабораториях перерабатывающих предприятий, усовершенствовать систему оплаты за молоко, расширить консультационную работу по организации воспроизводства и кормления скота. Аналогичные лаборатории действуют в Нидерландах.

Анализ опыта Литвы показывает, что с целью совершенствования контроля качества производимого молока создана независимая лаборатория. Одним из основных направлений ее деятельности является контроль молока, которое поставляется на перерабатывающие предприятия для оплаты в зависимости от качества (содержание жира, белка, общего количества бактерий, ингибирующих веществ). Для расчетов за закупленное молоко пробы отбираются не реже 2 раз в месяц. Оплата устанавливается по средним показателям за 6 последних проверок [5, 10].

Проведенные нами исследования позволили определить, что для развитых стран актуальным способом обеспечения производства качественного и безопасного молока, который приобретает приоритетное значение, является *установление требований не только к сырью, но и к процессу его производства в рамках специально разработанных систем.*

Первой системой, которая была разработана для контроля качества в отрасли молочного скотоводства, является Программа проверки микробиологических опасностей и контроля остатков вредных веществ (Quality Assurance Programme – QAP). Программа направлена на контроль и управление опасными факторами, организуя производство в соответствии со сводами (кодексами) правил на протяжении всей цепи производства.

В 1998 г. в Нидерландах совместными усилиями Ассоциации голландских фермеров и Национальной молочной промышленности была разработана система, объединившая существовавшие программы контроля – Цепь качества молока (Chain Quality Milk – CQM). Требования данной системы, выполнение которых обязательно, сгруппированы в шесть модулей: здоровье и содержание животных; хранение антибактериальных препаратов; процесс доения и хранение молока; гигиена и процедуры дезинфекции; корма и кормление; окружающая среда, вода и управление отходами.

Данная система представляет собой не конкретные требования к производству, а систему оценки его эффективности с точки зрения обес-

печения качества и безопасности производимой продукции. При этом рассматривается не только качество самой продукции, но и способы и условия ее производства, то есть оценивается организация производства в соответствии с установленными кодексами практики [4].

В Бельгии действует система обеспечения качества ИКМ-QFL (Integrale Kwoliteitszorg Melk Qualite Filiere Lait), разработанная в 1998 г. по инициативе производителей сырья. Система базируется на концепции, что высококачественный и безопасный продукт можно получить только в результате соблюдения цепочки, каждый сегмент которой функционирует в соответствии с четко определенными правилами. С одной стороны, продукция должна полностью соответствовать установленным стандартам, а с другой – должен быть определен ряд требований, относящихся к производственному процессу.

Требования данной системы содержат более 100 пунктов и подразделяются на 5 глав: здоровье животных, условия содержания, окружающая среда, гигиена процесса доения, дезинфекция. Каждая ферма, поставляющая молоко на заводы, должна быть сертифицирована в соответствии с ИКМ-QFL. Проверки соблюдения установленных требований проводят руководящие организации или независимые органы [3, 6].

Аналогичные системы действуют во Франции, Голландии и являются обязательным условием получения лицензии на производство молока.

Исследования показали, что в отдельных странах (Канада, Австралия) процесс внедрения систем управления качеством проходит в рамках специально разработанных программ и, как правило, находится в компетенции государства. Например, в Канаде разработаны программы пищевой безопасности, ориентированные на деятельность внутри ферм (Canadian Quality Milk Program On-Farm Food Safety Program). С 1997 г. федеральное правительство оказывает поддержку в разработке и внедрении аналогичных программ, основанных на принципах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) посредством финансирования на основе совместной оплаты расходов и оказания консультаций и рекомендаций в области их разработки.

В Австралии с декабря 2002 г. правительство ввело обязательное выполнение программ безопасности продуктов питания на фермах в ос-

новых штатах, производящих молоко. Их выполнение периодически проверяется [2].

Проведенные нами исследования указывают на то, что важная роль среди элементов обеспечения качества и безопасности продукции принадлежит механизму государственного регулирования. Роль государства в воздействии на качество проявляется не только в принятии решений, обязательных для выполнения, но и в *контроле свойств молока, а также условий его производства*.

Во многих странах ответственность за контроль безопасности продукции возложена на одно ведомство (Великобритания, Ирландия), в других данные функции делят между собой различные учреждения и министерства (табл. 3).

В Швеции, например, молоко находится под контролем соответствующих государственных органов в зависимости от этапа производства. Управление по сельскому хозяйству контролирует выполнение требований по содержанию животных и гигиене на ферме. После реализации молока его контроль проводит Национальная администрация по пищевым продуктам [3].

В Бельгии основными органами в областях безопасности продукции, здоровья и защиты животных являются Федеральная общественная служба здравоохранения, безопасности пищевой цепи и экологии и Федеральное агентство безопасности пищевой цепи. Между ними существуют формальные процедуры консультаций, на официальном уровне проводятся ежемесячные встречи. Дополнительные встречи проводятся по мере необходимости.

Во Франции созданы системы как контроля, так и надзора. Системы надзора используются главным образом для оценки рисков на основе методов случайной выборки. Объектом систем контроля является соблюдение установленных требований производителями продукции по всей пищевой цепи. Работа этих систем обеспечивается структурными подразделениями Министерства сельского хозяйства и рыболовства и Министерства экономики, финансов и промышленности. Подписанный данными ведомствами протокол о координации контрольной работы предусматривает взаимное предварительное уведомление о предстоящих планах контроля, представляющих национальный интерес с точки зрения

Таблица 3 – Государственные органы контроля и надзора за качеством и безопасностью продукции

Страна	Государственные органы	Основные функции
Бельгия	Федеральная общественная служба здравоохранения, безопасности пищевой цепи и экологии (Federal Public Service for Health, Food Chain Safety and Environment – FPS)	Разработка политики, законодательства и стандартов в области безопасности продукции
	Федеральное агентство безопасности пищевой цепи (Federal Agency for Safety of Food Chain – FASFC)	Контроль и подтверждение соблюдения законодательства и стандартов всеми субъектами пищевой цепи; контроль сырья и продукции на всех этапах производства и реализации; научные консультации относительно рисков и безопасности пищи
Франция	Министерство сельского хозяйства и рыболовства (Ministry of Agriculture and Fishing)	Разработка и оценка выполнения требований регламентирующих систем, направленных на защиту животных и обеспечение качества продукции животного происхождения; контроль гигиены производства продукции на протяжении всей пищевой цепи
	Министерство здравоохранения и солидарности (Minister of Health and Solidarity)	Мониторинг качества продуктов животного происхождения на всех этапах пищевой цепи; руководство работой органов (ведомств) в области обеспечения санитарной безопасности продукции
	Министерство экономики, финансов и промышленности (Minister for the Economy, Industry and Employment)	Выборочные контрольные проверки продукции и субъектов хозяйствования; разработка целевых планов наблюдений; обеспечение лояльности взаимоотношений между участниками пищевой цепи
Великобритании	Британское агентство пищевых стандартов (UK Food Standards Agency)	Разработка политики, законодательства и стандартов на сырье и пищевые продукты на протяжении всей пищевой цепи
Ирландия	Ирландская служба безопасности пищевых продуктов (FSAI – Food Safety Authority of Ireland)	Регулирование (разработка нормативов, контроль их выполнения и т.д.) в области безопасности пищевых продуктов; ответственно за разработку и реализацию национальной программы безопасности пищевых продуктов

Примечание – Таблица составлена автором по материалам исследований.

безопасности пищевых продуктов. Если соответствующая работа проводится по поручению Французского агентства санитарной безопасности

продуктов питания, предложения двух указанных ведомств подлежат утверждению специальным координационным подразделением. В областях общей компетенции могут организовываться совместные исследования по соответствующим темам [9].

Преимущество такого сотрудничества заключается в согласованности действий, что позволяет организовать эффективную систему контроля за продукцией, избежать излишних процедур проверок.

Выводы. Особенностью и преимуществом методологии формирования эффективно функционирующей системы регулирования качества и безопасности молока в экономически развитых странах является комплексный подход к созданию организационно-экономической среды, гарантирующей производство продукции, отвечающей установленным требованиям, на основе использования элементов управляющего и стимулирующего воздействия. Как показали исследования к основным из них относятся: разработка нормативного обеспечения и оценки качества, направленного на производство сырья с высоким уровнем потребительских и технологических свойств; стимулирование устойчивого производства высококачественного молока на основе дифференцированной системы оплаты в зависимости от качества и применения штрафных санкций с учетом кратности поставок сырья, не отвечающего установленным требованиям; внедрение на фермах систем менеджмента качества, в том числе, в рамках специальных государственных программ; контроль и надзор за продукцией и процессом ее производства, охватывающий всех субъектов пищевой цепи, координация и сотрудничество органов различного ведомственного подчинения в вопросах регулирования качества и безопасности.

Литература

1. Безопасность пищевой и сельскохозяйственной продукции. Основные законодательные акты Европейского союза / НП РУП «БелГИСС»; сост. Н.А. Кусакин [и др.]. – Минск: НП РУП «БелГИСС», 2006. – 326 с.
2. Бережная, А.В. Состояние молочной промышленности разных стран мира / А.В. Бережная // Молочная промышленность. – 2001. – №8. – С. 10–12.

3. Бережная, А.В. Состояние молочной промышленности разных стран мира / А.В. Бережная // Молочная промышленность. – 2004. – №6. – С. 5–8.
4. Encyclopedia of Dairy Sciences: Vol. 1–4 / Н. Roginski, J. W. Fuguay, P. Fox.-Amsterdam; Boston; London: Academic Press, 2002. – Vol. 3: Encyclopedia of Dairy Sciences: Н–М. – 2002. – 557 p.
5. Иванов, Е.Е. Пути повышения качества молока: Аналитический обзор / Е.Е. Иванов. – Минск: БНИИ внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2003. – 96 с.
6. Деберг, Р. Молочная промышленность Бельгии / Р. Деберг // Молочная промышленность. – 2004. – №10. – С. 14–15.
7. Логинова, В. На родине Голштинок / В. Логинова // Животноводство России [Электронный ресурс]. – 2003. – №1. – Режим доступа: <http://zzr.ru/archives/2003/01/article7.htm>. – Дата доступа: 14.08.2006.
8. Млечный путь (Опыт Дании) // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – №6. – С. 40–44.
9. Панъевропейская конференция ФАО/ВОЗ по безопасности и качеству пищевых продуктов: Будапешт, Венгрия, 25–28 февраля 2002 г. Заключительный доклад. – Рим. – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций, 2003. – 258 с.
10. Сергиеня, Т.В. На мировой рынок через строгий контроль / Т.В. Сергиеня // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – №3. – С. 9–10.

I. Pashtovaya

FOREIGN PRACTICE OF REGULATION OF MILK QUALITY AND SAFETY

Summary

Complex analysis of basic elements of the system of milk quality and safety regulation, received a wide circulation in economically developed countries are stated in the article. Essence, tendencies of development and feature of influence on process of milk production in accordance with established requirements are defined.

*О.В. Дымар, К.В. Объедков, Ю.М. Здитовецкая
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ

(Поступила в редакцию 22.02.2011)

Ввиду наращивания объемов производства сыров в Республике Беларусь все большую актуальность представляют вопросы переработки вторичного молочного сырья (подсырной сыворотки). Переработка подсырной сыворотки позволит повысить степень использования составных компонентов молока, а также экологическую безопасность работы сыродельных предприятий. Первичная переработка подсырной сыворотки, включающая отделение сырной пыли, сепарирование, пастеризацию, охлаждение, резервирование и хранение, позволит повысить эффективность ее последующей переработки на баромембранном оборудовании.

Введение. Одним из самых значимых и ценных компонентов молока является молочный белок, поэтому белковым молочным продуктам, учитывая их высокую биологическую ценность, отводится первостепенная роль в организации правильного питания населения. Ввиду планируемого наращивания объемов производства сыров в Республике Беларусь [1], целесообразной является задача организации комплексной переработки подсырной сыворотки – вторичного молочного сырья, являющегося побочным продуктом производства ферментативных сыров.

В сыворотку переходит более 50% сухих веществ молока. На настоящий момент этот ресурс используется не полностью, кроме того, при сбросе сыворотки в сточные воды она представляет собой серьезную проблему для очистных сооружений ($BPK_5 = 36000\text{--}40000$ мг/л). Теоретический выход молочной сыворотки составляет около 90% количества перерабатываемого сырья. Поэтому необходимость и целесообразность комплексной переработки молочной сыворотки не вызывает сомнений ввиду повышения экологической безопасности, экономической эффективности работы молокоперерабатывающих предприятий, повышения степени использования составных компонентов молока. При этом особое

внимание следует уделять первичной обработке молочной сыворотки, ввиду особенностей технологического процесса ее получения и последующей технологической переработки.

Мероприятия по сбору и промышленной переработке молочной сыворотки в различные пищевые, кормовые и технические продукты экономически выгодны и окупаются за сравнительно короткие сроки (1–3 года) [2–5].

Материалы (объекты) и методы исследования. Материалом исследования явилась сыворотка подсырная, получаемая на различных этапах технологического процесса, при производстве различных групп и видов ферментативных сыров. При выполнении исследовательских работ пользовались стандартные методики исследования физико-химических и микробиологических показателей подсырной сыворотки, специальную методику определения массовой доли сырной пыли в сыворотке.

Результаты и их обсуждение. С целью разработки рациональной технологической схемы первичной переработки подсырной сыворотки анализировали факторы, технологические операции, оказывающие влияние на хранимоспособность сыворотки. Молочная сыворотка является хорошей средой для развития микроорганизмов, поэтому в процессе сбора и хранения ее состав и свойства могут измениться, а качественные показатели – ухудшиться (в том числе – за счет ферментативного гидролиза лактозы). Этому способствует значительная контаминация молочной сыворотки молочнокислыми бактериями в процессе производства ферментативных сыров. К тому же температура сыворотки, которая поступает из основного производства, составляет 30 °С, что соответствует оптимальному режиму жизнедеятельности большинства микроорганизмов. Поэтому сыворотку после получения необходимо немедленно направить на переработку. Если это по каким-либо причинам сделать невозможно, то необходимо подвергать ее специальной обработке (пастеризации, охлаждению, консервированию) [2, 3].

Лактоза, как наименее устойчивый компонент, при хранении подсырной сыворотки подвергается ферментативному гидролизу. Фермент лактаза, образуемый бактериями, участвует в расщеплении лактозы, что приводит к повышению титруемой кислотности сыворотки и потерям лактозы. Изменяются также рН среды и мутность сыворотки. Кроме того, происходит гидролиз белков и жира, изменяется вкус сыворотки, мо-

гут накапливаться нежелательные и даже вредные вещества. Практически можно считать, что при хранении без обработки в течение 12 ч молочная сыворотка теряет 25% энергетической ценности. О потерях лактозы можно судить по нарастанию титруемой кислотности сыворотки [2–4]. Так, нарастание кислотности на 1 °Т соответствует потере 0,00855 г/л лактозы.

Охлаждение в значительной мере предотвращает развитие нежелательных микробиологических процессов при временном хранении сырья и продуктов, в частности в случаях, когда их переработка, использование или реализация задерживаются. Охлаждение необходимо проводить немедленно после получения молочной сыворотки или после ее сепарирования, не допуская обсеменения посторонней микрофлорой. Однако наилучшие результаты дает охлаждение в сочетании с предварительной пастеризацией и сепарированием. Центробежные методы (сепарирование, декантирование) используются для выделения из молочной сыворотки жира, сырной пыли, коагулированных сывороточных белков [2, 3].

Сепарирование молочной сыворотки используют на двух этапах ее промышленной переработки: для выделения молочного жира и сырной пыли и для отделения коагулированных сывороточных белков (осветление). Молочный жир и сывороточные белки являются важными в энергетическом и биологическом отношении компонентами молочной сыворотки. Их извлекают и используют, прежде всего, для пищевых целей. Так, в некоторых технологических процессах промышленной переработки молочной сыворотки удаление жира и белков необходимо для обеспечения качества получаемого продукта (производство напитков, молочного сахара). Кроме того, существует оборудование, на котором операции удаления сырной пыли и жира происходит одновременно (например, технологическое оборудование фирмы Westfalia).

Содержание молочного жира в сыворотке, полученной при производстве сычужных сыров, составляет обычно 0,2–0,6% от массы сыворотки. Эта величина зависит от вида вырабатываемого сыра, физико-химических показателей сырья, а также от факторов, определяющих ход технологического процесса. Независимо от жирности подсырной сыворотки наибольшее число жировых шариков имеет диаметр 1–2 мкм, а основной объем жира заключен в шариках размером 2–6 мкм. Резкое меха-

ническое воздействие с разрушением структуры сычужных сгустков при производстве ферментативных сыров, а также интенсивное нагревание приводят к повышенному отходу жира в сыворотку, в том числе крупных жировых шариков, что снижает выход и качество готового продукта.

Кроме молочного жира в сыворотке содержится и другая дисперсная фаза – частицы сырной пыли размером менее 1,2 мкм в количестве 0,2–1,6% от массы вырабатываемого сыра. Содержание сырной пыли в подсырной сыворотке зависит от ряда технологических факторов, в первую очередь от интенсивности механического воздействия на сырное зерно. После извлечения из сыворотки жира и сырной пыли она представляет собой кинетически устойчивую систему, практически не подвергающуюся расслоению.

Исходя из состава и свойств сыворотки как гетерогенной системы, можно считать, что в процессе сепарирования необходимо выделить жировые шарики диаметром более 1,5 мкм и частицы сырной пыли эквивалентным диаметром 12 мкм [2, 3].

Сырную пыль можно извлекать из сыворотки отстоем, фильтрацией и центробежными методами (сепарирование, декантирование) (рис. 1). Для извлечения сырной пыли отстоем сыворотку выдерживают в резервуарах в течение 2–3 ч, затем верхний слой сливают. Недостатки этого способа: требуются специальные резервуары, он длителен по времени, изменяются состав и свойства сыворотки в результате брожения, снижается качество сырной пыли.

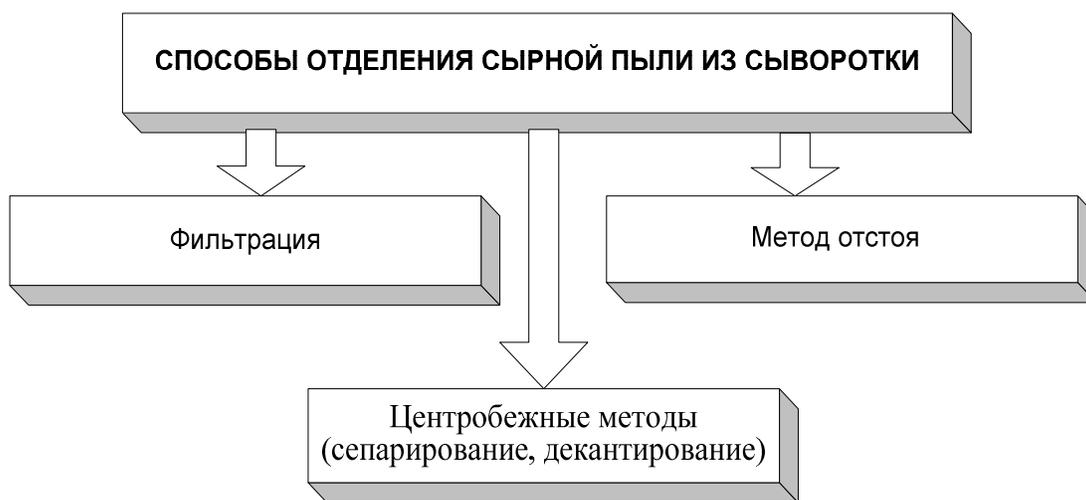


Рисунок 1 – Основные способы отделения сырной пыли из сыворотки

Фильтр представляет собой в простейшем варианте открытую или закрытую емкость вместимостью от 5 до 20 л, в которой установлен фильтрующий элемент с возможностью быстрого извлечения, обычно изготовленный из лавсановой ткани. По мере наполнения фильтра сырной пылью его разгружают. Удаление сырной пыли фильтрацией затруднительно, так как частицы забивают поры фильтров и трудно отделяются от фильтровальной ткани.

Однако в настоящее время разработано более совершенное оборудование для улавливания сырной пыли из сыворотки, производством которого занимаются как зарубежные, так и отечественные компании. Так, специалистами фирмы Westfalia Separator Food Tec GmbH (Германия) разработана технологическая линия переработки сыворотки, на котором отделение сырной пыли объединяется с процессом извлечения жира из сыворотки. Центробежные осветлители сыворотки способны снизить содержание сырной пыли в подсырной сыворотке до значений, меньших 0,01%. Сырная пыль удаляется в процессе частичной или полной выгрузки шлама, в сочетании с заданной программой безразборной мойки может оптимизировать процесс очистки сыворотки. Продолжительность процесса, а также периодичность выгрузки осадка задаются в зависимости от конкретных технологических требований.

Молочную сыворотку, по возможности, следует сепарировать при 35–40 °С непосредственно после удаления ее из сыроизготовителя, то есть без предварительного подогревания. Допускается хранение подсырной сыворотки перед сепарированием не более 24 ч при температуре 8–10 °С. В этом случае перед сепарированием сыворотку вновь рекомендуется подогревать до 35–40 °С. Сливки, полученные в результате сепарирования, немедленно охлаждают до температуры 3–5 °С.

Установлено, что все виды подсырной сыворотки (сыворотка, получаемая на стадии первого ее отбора из сыроизготовителя и на стадии второго ее отбора – из вибрационных лотков) подлежат комплексной технологической переработке с выделением их на первой стадии сырной пыли. Использование вибрационных или ротационных улавлива-

телей сырной пыли является наиболее оптимальным и целесообразным, позволяет проводить наиболее полное разделение суспензии сыворотка-сырная пыль на составные части, обеспечивает непрерывность процесса, увеличивает производительность труда, ликвидирует ручные операции и дает возможность в последующем вырабатывать на основе сырной пыли сырные полуфабрикаты с требуемым содержанием сухих веществ. Данное оборудование является оптимальным из всех видов центробежных сепараторов для сыворотки ввиду наибольшей эффективности выделения сырной пыли. Улавливание сырной пыли с помощью ротационных и вибрационных фильтров позволяет получить и использовать для пищевых целей из 100 т подсырной сыворотки до 180 кг (0,18%) сырной пыли (в пересчете сухих веществ сырной пыли 45%).

На основании анализа современных систем и оборудования по переработке сыворотки, была разработана рациональная технологическая схема первичной переработки подсырной сыворотки (рис. 2).

Технологический процесс первичной переработки подсырной сыворотки заключается в следующем (рис. 3). Подсырную сыворотку, получаемую при выработке ферментативных сыров в сыроизготовителях 2, собирают в емкости для промежуточного хранения 3 (отдельно резервируют сладкую и соленую сыворотки), откуда в последующем центробежным насосом ее подают на отделители сырной пыли вибрационного или ротационного типа 5. При этом температура сыворотки составляет 25–40 °С. После извлечения сырной пыли сыворотку резервируют в промежуточные емкости 7, откуда в последующем она поступает на сепаратор для отделения молочного жира 9.

После обезжиривания сыворотка охлаждается на пластинчатой пастеризационно-охладительной установке 12, откуда поступает на резервирование и промежуточное хранения в резервуар 13. При необходимости длительного сохранения качественных показателей подсырной сыворотки ее подвергают предварительной пастеризации с последующим охлаждением на пластинчатой пастеризационно-охладительной установке 12.

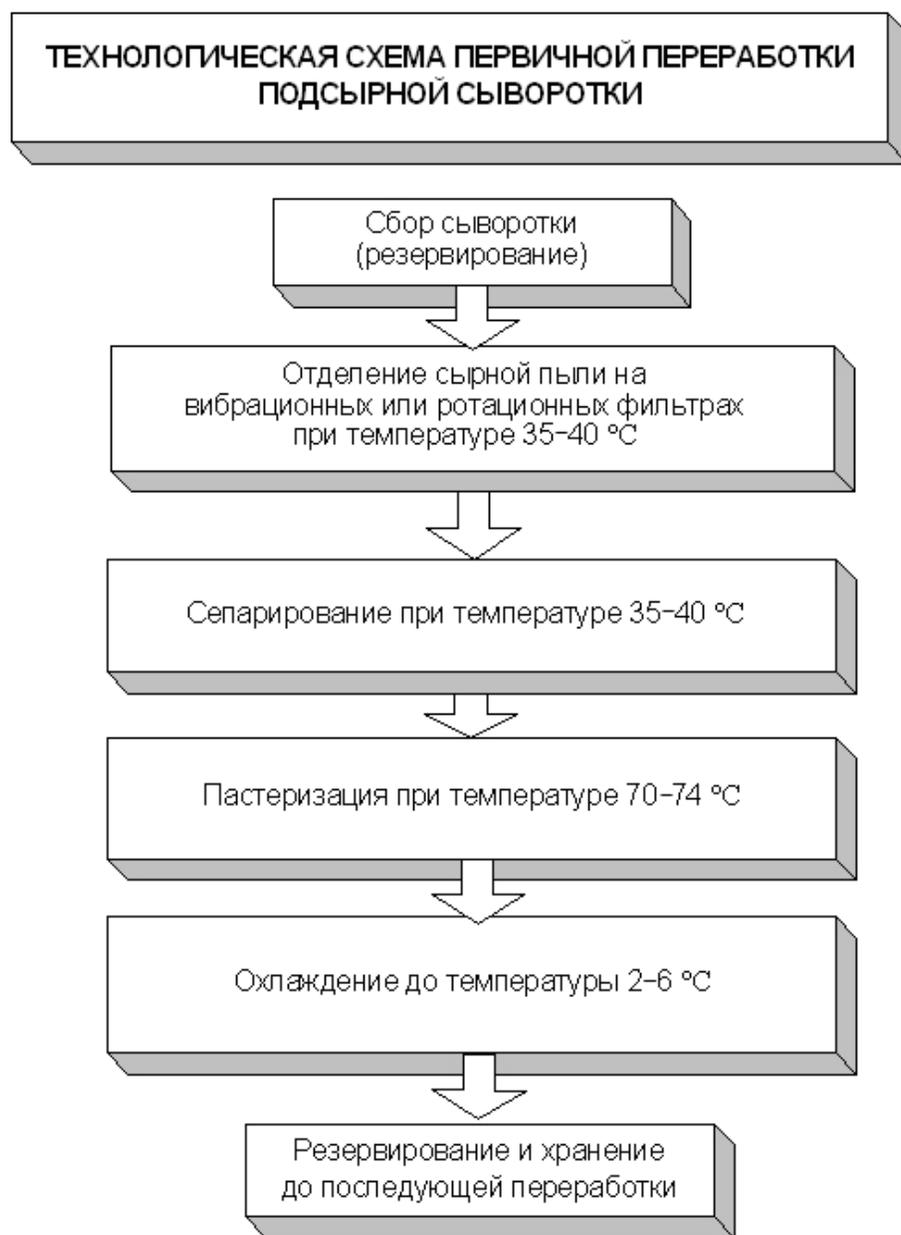
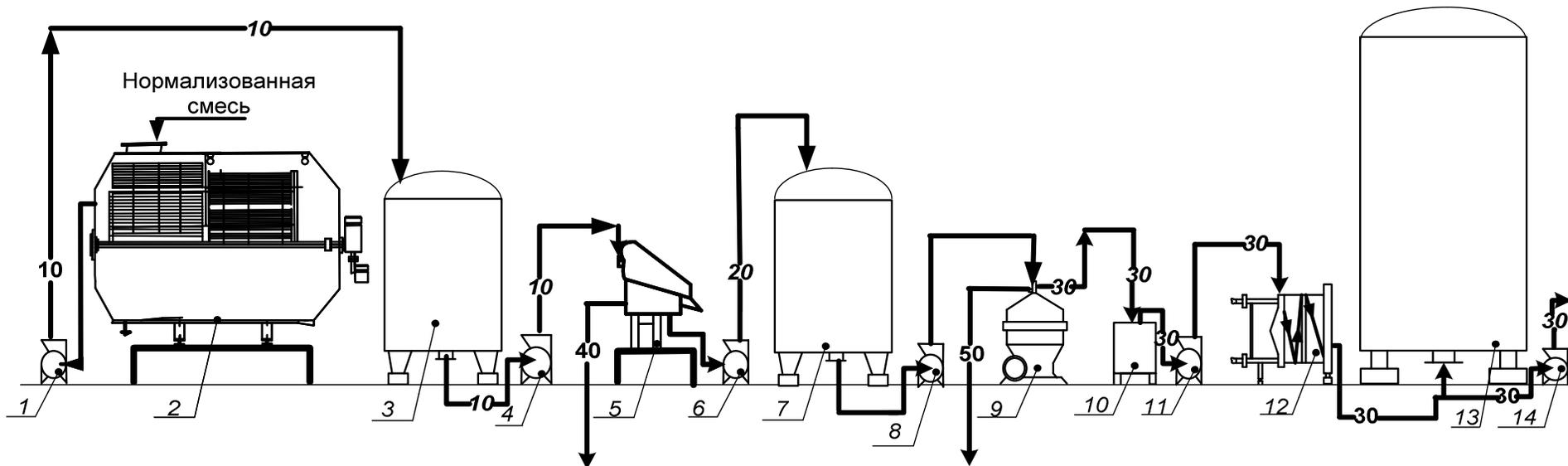


Рисунок 2 – Схема технологических процессов первичной переработки подсырной сыворотки



09

Условные обозначения трубопроводов:

- 10 – сыворожка подсырная;
- 20 – сыворожка подсырная, очищенная от сырной пыли;
- 30 – сыворожка подсырная просепарированная;
- 40 – сырная пыль;
- 50 – подсырные сливки

Спецификация оборудования:

- 1, 4, 6, 8, 11 – центробежные насосы;
- 2 – сыроизготовитель;
- 3 – резервуар для сыворожки;
- 5 – отделитель сырной пыли;
- 7 – резервуар для сыворожки, очищенной от сырной пыли;
- 9 – сепаратор-сливкоотделитель;
- 10 – промежуточный бачок;
- 12 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка;
- 13 – резервуар для охлажденной сыворожки

Рисунок 3 – Рациональная технологическая схема поточно-механизированной линии первичной переработки подсырной сыворожки в аппаратурном оформлении

Данная схема позволяет подготовить подсырную сыворотку к ее последующей комплексной технологической переработке, в первую очередь предусматривая извлечение из нее сырной пыли на отделителях, молочного жира – на сепараторах-сливкоотделителях при температуре слива сыворотки из сыродельного оборудования (ванн или сыроизготовителей), что обеспечивает сокращение технологических операций, связанных с тепловой обработкой сыворотки.

Охлаждение и резервирование подсырной сыворотки на конечной стадии позволяет обеспечить ее сохранность до последующей технологической переработки.

В последующем подсырную сыворотку рекомендуется направлять на комплексную технологическую переработку на установках ультра- и нанофильтрации для выработки различных продуктов на ее основе.

Заключение. Разработана рациональная технологическая схема первичной переработки подсырной сыворотки, включающая следующие технологические этапы: сбор подсырной сыворотки (резервирование), отделение сырной пыли на вибрационных или ротационных фильтрах (декантирование) при температуре 35–40 °С, сепарирование при температуре 35–40 °С, пастеризация при температуре 70–74 °С, охлаждение до температуры 2–6 °С, резервирование и хранение до последующей переработки. Первичная обработка сыворотки по предложенной схеме позволит получать подсырную сыворотку, очищенную от сырной пыли и жира, что способствует повышению эффективности ее последующей переработки. Пастеризация с последующим охлаждением способствует поддержанию микробиологической чистоты и, как следствие, сохранности лактозы на протяжении периода хранения.

Разработка и внедрение на сыродельных предприятиях технологий как первичной, так и комплексной переработки подсырной, а также всех видов молочной сыворотки, будет способствовать повышению экономической эффективности их работы за счет:

- повышения степени использования составных компонентов молока;
- обеспечения ресурсосбережения;
- повышения экологической безопасности работы молокоперерабатывающих предприятий;
- повышения эффективности последующей переработки сыворотки.

Литература

1. Республиканская программа развития молочной отрасли в 2010–2015 годах: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 12.11.2010, №1678. – Минск, 2010.
2. Храпцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храпцов, П.Г. Нестеренко. – Москва: ДеЛи принт, 2004. – 592 с.
3. Храпцов, А.Г. Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки / А.Г. Храпцов // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 7–12.
4. Дымар, О.В. Альтернативные варианты переработки сыворотки / О.В. Дымар // Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С. 16–17.
5. Опыт переработки подсырной сыворотки / А.И. Ходос [и др.] // Молочная промышленность. – 2008. – № 2. – С. 72–74.

O. Dymar, K. Objedkov, J. Zditovetskaya

WORKING OUT OF THE RATIONAL TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE CHEESE WHEY PRIMARY PROCESSING

Summary

Because of the cheeses manufacture volumes escalating in the republic of Belarus, secondary dairy raw materials (cheese whey) processing aspects represent the increasing urgency. Cheese whey processing will allow to raise degree of use of milk components, to raise ecological safety of cheese-making enterprises work. Cheese whey primary processing (including cheese dust extraction, separation, pasteurisation, cooling, reservation and storage) will allow to raise the efficiency of its subsequent processing with the membrane equipment.

*Т.И. Шингарева, О.И. Купцова, Е.О. Чупрунова
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ МОЛОКА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ СЫРОВ

(Поступила в редакцию 07.04.2011)

Проведен теоретический анализ способов предварительной подготовки молока для выработки сыров и роли созревания в повышении сыропригодности молока. Приведено экспериментальное подтверждение возможности корректировки нормативных параметров созревания молока-сырья, предварительно прошедшего бактофугирование и термизацию.

Введение. Вопросу качества сырья в сыроделии всегда придавалось первостепенное значение. И если в странах с развитой экономикой (Германия, Голландия, США и другие) данный вопрос уже не входит в разряд первоочередных, для Беларуси он все еще сохраняет свою актуальность.

В практике сыроделия, в отличие от производства творога или других видов ферментированной молочной продукции, молоко прежде чем подвергнуться сычужной коагуляции проходит стадию созревания [1–3]. Свежевыдоенное молоко определенный период сохраняет бактерицидные свойства, оно плохо свертывается сычужным ферментом и является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. При выработке сыра из такого молока получается дряблый, плохо отдающий сыворотку сгусток, молочнокислый процесс идет медленно. В то же время развитие молочнокислых бактерий является одним из главных аспектов в производстве сыров. Для роста микрофлоры необходимы питательные вещества, в частности аминокислоты, пептиды. Часть этой потребности удовлетворяется фракцией растворимого азота молока, однако этого явно недостаточно [4, 5]. Поэтому с целью улучшения сыропригодности применяется процесс созревания молока. Во время созревания молока развитие молочнокислой микрофлоры сопряжено с совокупным изменением физико-химических и биохимических показателей молока: про-

исходит частичный гидролиз лактозы и некоторое увеличение титруемой кислотности, часть нерастворимых кальциевых солей переходит в растворимое состояние, снижается окислительно-восстановительный потенциал, укрупняются мицеллы казеина, увеличивается содержание полипептидов, повышается количество водорастворимых азотистых соединений. Все вышеперечисленное интенсифицирует молочнокислый процесс, оказывает положительное влияние на сычужное свертывание молока и в целом на качество сыров. В то же время улучшить сыропригодность молока только за счет повышения кислотности или внесения бактериальной микрофлоры в молоко не получается. Поэтому в сыроделии улучшение качества сыра, достигаемое за счет созревания молока, окупает дополнительные затраты, связанные с данной операцией [1].

Издавна температуру и продолжительность созревания молока выбирают с учетом видовых особенностей сыров, но таким образом, чтобы не допустить его преждевременное прокисание. Согласно стандартам, разработанным еще в бывшем Советском Союзе, и действующим сегодня в Беларуси нормативам [1–3], режимными параметрами созревания молока в производстве сыров считается выдержка молока при температуре (10 ± 2) °C в течение (12 ± 2) ч с добавлением или без добавления заквасок молочнокислых бактерий. На созревание может быть направлено молоко в сыром виде или после его термизации. Созреванию в сыром виде (после очистки) подвергают молоко не ниже первого класса по редуктазной и сычужно-бродильной пробам без добавления или с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,005 до 0,01%. Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью направляют на созревание после термизации с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,05–0,3%. Соотношение зрелого и свежего молока устанавливают в зависимости от желаемой интенсивности развития молочнокислого процесса. При этом основными критериями требуемого соотношения являются титруемая кислотность молока перед свертыванием, которая не должна быть выше нормативного значения.

В то же время, если вернуться к истокам сыроделия, для производства сыров веками использовали сырое молоко. Пастеризация, как обязательная технологическая операция обработки молока, вошла в сыроделие

сравнительно недавно (в конце XIX века) при переходе на производство сыров в промышленном масштабе [6, 7]. В процессе созревания сырого молока важным являлось обеспечить направленный процесс развития молочнокислой микрофлоры, характерный для конкретного вида сыра, что достигалось за счет оптимизации параметров температуры и продолжительности созревания. В результате сыр, вырабатываемый по одной технологии, но в различной местности имел свои отличительные вкусовые характеристики.

Для выработки сыра перед сычужным свертыванием требуется наличие в молоке определенного количества молочнокислых бактерий (от 10^7 до 10^8 КОЕ/см³). Пастеризация молока способствует уничтожению не только патогенных микроорганизмов, но и значительному снижению молочнокислых бактерий, уровень которых на момент свертывания не превышает 10^4 КОЕ/см³ [4]. Поэтому при выработке сыров из пастеризованного молока для обеспечения направленного процесса развития молочнокислой микрофлоры, в молоко перед свертыванием стали вносить чистые культуры бактериальных заквасок, которые находились в логарифмической стадии роста (производственные закваски). При этом была доказана целесообразность введения части чистых культур бактериальных заквасок в молоко для предварительного созревания. При производстве сыров введение закваски молочнокислых бактерий в количестве 0,1% обеспечивает исходный уровень молочнокислых микроорганизмов в молоке приблизительно равный 10^6 КОЕ/см³. В процессе созревания в результате обмена веществ бактерий при температуре 10–12 °С в течение 12 ч накапливается незначительное количество молочной кислоты (прирост титруемой кислотности 0,5–1,0 °Т), а уровень молочнокислых бактерий возрастает где-то в 10 раз, причем последние уже хорошо адаптированы в молочной среде. Если к этому молоку добавляют 1% закваски молочнокислых бактерий, это обогащает молоко данной микрофлорой еще на 10^7 КОЕ/см³. В результате общий уровень молочнокислой микрофлоры в молоке достигает $2 \cdot 10^7$ КОЕ/см³. При этом половина молочнокислой микрофлоры происходит из предварительно созревшего молока, а половина – из непосредственно добавленных в молоко перед свертыванием [4], но последние также находятся в логарифмической стадии роста. При оптимальной для мезофилов температуре свертывания (31–33 °С)

количество заквасочных бактерий за короткий промежуток времени достигает 10^8 КОЕ в 1 см^3 и более, о чем свидетельствует прирост титруемой кислотности сыворотки.

Однако практика последних лет показала, что введение заквасочной микрофлоры в молоко перед созреванием значительно увеличивает риск развития бактериофагов [7]. Несмотря на комплекс разрабатываемых мероприятий по профилактике развития бактериофагов, сегодня созревание молока на отечественных предприятиях проходит без добавления заквасочных культур.

Еще один важный критерий, определяющий сыропригодность молока, – молоко должно быть благоприятной средой для развития заквасочной микрофлоры [1, 4]. Сегодня, когда при производстве сыров наряду с производственными заквасками активно внедряются закваски прямого способа внесения, данный критерий приобретает первостепенное значение.

Известно, что при производстве сычужных сыров используют поливидовые бактериальные закваски, состоящие из трех и более видов – *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis* и др. При их получении отбирают штаммы чистых культур бактерий, обладающие производственно-ценными свойствами, совместимые друг с другом. При этом, согласно рекомендациям фирм – изготовителей заквасок, при производстве сыра количественный и качественный состав заквасочной микрофлоры ориентирован на собственный потенциал, независимо от уровня молочнокислой микрофлоры молока-сырья. Но закваски прямого способа внесения, в отличие от производственных заквасок, на момент их внесения в молоко перед свертыванием находятся в неактивной форме. Это относится и к глубокозамороженным закваскам, и к закваскам лиофильной сушки. Поэтому им требуется определенный период времени для активизации своей жизнедеятельности. И для них будет более благоприятной средой та, в которой отсутствует любая технически важная микрофлора, включая молочнокислую. Применение термизации и бактофугирования, с этой стороны, оказывает более благотворное влияние на заквасочную микрофлору, так как значительно снижается уровень конкурирующей микрофлоры, в то время как созревание интенсифицирует развитие молочнокислых микроорганизмов сырого молока, вполне возможно и не обладаю-

щих производственно-ценными свойствами. Таким образом, один из главных критериев созревания молока – обеспечить протекание микробиологических процессов, вызванных молочнокислой микрофлорой молока-сырья – сегодня не так актуален.

Из вышеизложенного следует, что молоко, идущее на производство сыров и прошедшее предварительное резервирование при низких положительных температурах, термизацию, бактофугирование и созревание без внесения бактериальных заквасок, при таком способе подготовки в процессе созревания изменяет свои свойства незначительно. Поэтому достаточно спорно утверждать, что за счет созревания будет отмечаться заметное улучшение сыропригодности молока. Тогда есть основание поставить под сомнение необходимость проведения процесса созревания молока на сыродельных предприятиях в действующих сегодня нормативных режимах.

Известно, что для получения стандартного по жиру сыра требуется проводить нормализацию молока. Классическим способом нормализации является нормализация молока смешением (в емкостях). Однако сегодня во всем мире более эффективным признана нормализация молока в потоке с использованием сепараторов-сливкоотделителей, укомплектованных нормализационным блоком, что позволяет обеспечивать автоматизацию процесса, не требует дополнительных площадей для емкостей и другие преимущества. Поэтому данный способ нормализации применяется на современных сыродельных линиях.

Итак, все вышеперечисленные операции на стадии предварительной подготовки молока, предшествующие сычужному свертыванию, определенным образом отражаются на свойствах и бактериальной чистоте молока [7, 8] и в конечном итоге на выходных параметрах и качестве сыров. Поэтому в экспериментальной части работы представляло интерес исследовать качество молока сырьевой зоны Беларуси, предназначенного для выработки сыров, в зависимости от способов его предварительной подготовки.

В ходе эксперимента изучали влияние различных способов предварительной подготовки молока на количественный состав общей микрофлоры (КМАФАнМ), психротрофной и споровой (маслянокислые бактерии). Кроме того, следили за изменением активной и титруемой кислот-

ности молока, поскольку данный показатель наглядно отражает интенсивность развития молочнокислого процесса (табл. 1). При выполнении экспериментальной части работы использовали общепринятые в исследовательской практике методы анализа молока.

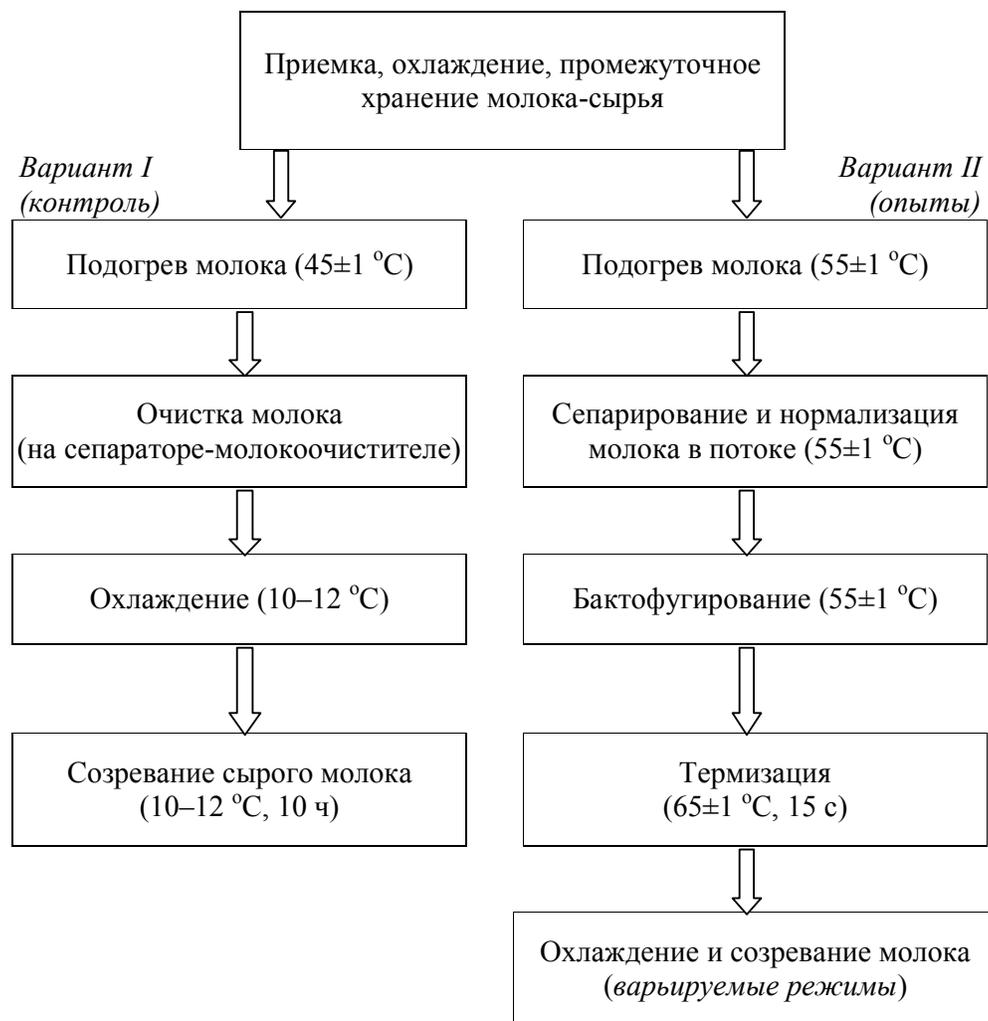


Рисунок 1 – Способы предварительной подготовки молока к выработке сыров

Контрольные образцы молока проходили предварительную обработку: согласно общепринятой в сыроделии практике – по варианту I (контроль) и созревали при температуре 10–12 °C в течение 10 ч, а опытные – согласно варианту II, с применением усовершенствованных технологических приемов: бактофугирование и термизация. Кроме того, в опытных образцах варьировали параметры созревания молока: температура 6 и 12 °C, продолжительность созревания – 1, 10, 24 и 36 ч.

Таблица 1 – Влияние способов термомеханической обработки и режимных параметров созревания на микрофлору молока

Номер образца	Режим созревания		Количественный состав		Психротрофные микроорганизмы, КОЕ × 10 ³ в 1 см ³		Спорообразующие маслянокислые бактерии, количество спор в 1 см ³		Титруемая кислотность, °Т
	температура, °С	продолжительность, ч	КМАФАнМ, КОЕ × 10 ³ в 1 см ³		Х*	R**	Х*	R**	
			X*	R**					
Молоко-сырье	-	-	347,0	96,0–498,0	1,8	1,2–2,3	6,0	2,5 – 10	18,0
Контроль	10–12	10	527,0	90,0–1050,0	1,7	1,0–2,3	2,5	0 – 6	19,0
Опыт 1									
Образец №1	6	1	3,5	1,8–5,1	0,08	0,06–0,12	-	-	18,0
Образец №2		10	3,5	1,9–5,0	0,08	0,06–0,14	-	-	18,1
Образец №3		24	3,6	1,7–5,1	0,09	0,07–0,16	-	-	18,2
Образец №4		36	3,8	1,8–5,3	0,12	0,09–0,18	-	-	18,4
Опыт 2									
Образец №1	12	1	3,5	1,8–5,1	0,08	0,06–0,12	-	-	18,0
Образец №2		10	3,5	1,9–5,2	0,08	0,06–0,12	-	-	18,1
Образец №3		24	3,8	1,9–5,8	0,08	0,06–0,11	-	-	18,3
Образец №4		36	4,3	2,1–6,3	0,08	0,06–0,10	-	-	18,5

*Среднее геометрическое число, $n=5$.

** Диапазон варьирования.

Если сравнить микробные показатели исходного молока-сырья с опытными образцами (таблица), видно, что применение бактофугирования и термизации (опыт 1, опыт 2) в исследуемых диапазонах созревания обеспечивают снижение КМАФАнМ в среднем на 2 пункта, психротрофной микрофлоры – 1,3 пункта, при этом отмечается полное уничтожение спор маслянокислых бактерий.

Что касается самих опытных образцов молока, в течение 24 ч созревания независимо от температурного фактора существенной разницы в развитии исследуемой микрофлоры не установлено, но через 36 ч появились некоторые различия, что отразилось на титруемой кислотности: в опыте 1 (образец №4) прирост составил 0,4 °Т и в опыте 2 (образец №4) – 0,5 °Т. При этом при температуре 6 °С (опыт 1) несколько активизировалась психротрофная микрофлора, что связано с температурным фактором, оптимальным для данной микрофлоры.

Анализ исследуемых показателей сырого молока и контрольных образцов, созревающих в сыром виде при температуре 12 °С в течение 10 ч (контроль), выявил более существенные изменения. Здесь, по сравнению с молоком-сырьем, несколько уменьшилось количество психротрофной микрофлоры (примерно на 5%), на фоне активного роста КМАФАнМ (в 1,5 раза), при этом прирост титруемой кислотности составил 1,0 °Т.

Таким образом, установлено, если молоко-сырье прошло бактофугирование, термизацию и созревание проходит при температуре 6–12 °С, то микробиологические свойства молока сохраняются практически без изменения в течение до 24 ч. Это дает основание рассматривать данную технологическую операцию не как «созревание», а «хранение» молока. В свою очередь, применение температурно-временных диапазонов хранения термообработанного молока: при температуре 6–12 °С до 24 ч, по сравнению с действующими сегодня нормативными режимами созревания молока перед выработкой сыра, позволяют расширить возможности сыродельных предприятий, управляя сырьевыми потоками с учетом имеющихся мощностей и производственной необходимости.

Литература

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико–химические аспекты / А.В. Гудков; под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 627 с.
2. Шилер, Г.Г. Производство сыра: технология и качество / Г.Г. Шилер. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 496 с.
3. Скотт, Р. Производство сыра: сырье, технология, рецептуры / Р. Скотт, Р. Робинсон, Р. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.
4. Сборник технологических инструкций по производству твёрдых сычужных сыров / В.Н. Алексеев [и др.] – Углич: НПО «Углич», 1989. – 218 с.
5. Базовая технологическая инструкция по изготовлению сыров сычужных твердых. Общая часть: ТИ РБ 100098867.026-2003. – Введ. 01.09.2003. – Минск: УП «БЕЛНИКТИММП», 2003. – 138 с.
6. Микробиология продуктов животного происхождения / Г.Д. Мюих [и др.]; пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 592 с.
7. Соколова, З.С. Технология сыра и продуктов переработки сыворотки / З.С.Соколова, Л.И. Лакомова, В.Г. Тиняков. – М.: Агропромиздат, 1992. – 335 с.
8. Улитенко, А. И. Зависимость качества молока от технологии его первичной обработки /А. И. Улитенко, Э. И. Соколовский, В. А. Пушкин // Переработка молока. – 2004. – № 1 (51). – С. 24–25.

T. Shingareva, M. Glushakov, S. Krasocski, E. Chuprunova
**PERFECTION OF WAYS OF PRELIMINARY PREPARATION
OF MILK FOR MANUFACTURE OF CHEESES**

Summary

The theoretical analysis of ways of preliminary preparation of milk for manufacture of cheeses and a role of ripening in increase the suitability of milk as a raw material for cheese is carried out. Experimental acknowledgement of possibility of updating of standard parameters of ripening of the milk-raw materials which has preliminary passed bacto-fugation and thermisation is resulted.

*К.В. Объедков, С.И. Чаевский, О.Э. Гакотина, И.Б. Фролов
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ВИДА СЫРА, СОЗРЕВАЮЩЕГО ПРИ УЧАСТИИ *PENICILLIUM ROQUEFORTI*

(Поступила в редакцию 12.04.2011)

*В ходе исследований разработана технология производства нового вида полутвердого ферментативного сыра с низкой температурой второго нагревания, созревающего при участии плесени *Penicillium Roqueforti*, который по своим органолептическим показателям не уступает импортным аналогам. Внедрение данной технологии позволит сэкономить валютные средства на приобретение аналогичного продукта за рубежом, расширить ассортимент выпускаемой продукции.*

Также сделан аналитический обзор литературы, касающейся изготовления сыров этой группы, изучены особенности технологического процесса производства, проведены опытные сравнительные выработки, разработана нормативная документация.

Введение. В связи со значительным расширением торговых отношений Республики Беларусь с зарубежными странами на нашем рынке появилось много новых видов сыров, в том числе сыры, созревающие при участии плесени: «Рокфор», «Камамбер» и др., которые не изготавливаются в нашей республике. Уникальные органолептические характеристики «голубых» сыров (хорошо выраженный сырный, острый, перечный, грибной вкус и аромат, нежная, маслянистая консистенция) по-прежнему привлекают к ним внимание как отечественных потребителей, так и производителей сыров. В этой связи является целесообразным разработка и освоение технологии производства отечественного сыра с голубой плесенью.

В соответствии с СТБ 1748 сыр «Рокфорти» относится к группе полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, созревающих при участии плесневых грибов *Penicillium roqueforti*, развивающихся внутри и/или на поверхности сыра.

Материалы (объекты) и методы исследования. При проведении лабораторных выработок использовали сыропригодное коровье молоко,

не ниже I сорта по СТБ 1598 и сливки, полученные путем сепарирования данного молока.

Массовую долю жира в молоке и сливках определяли по ГОСТ 5867, массовую долю белка – по ГОСТ 25179 (методом формольного титрования), плотность – по ГОСТ 3625, титруемую кислотность – по ГОСТ 3624, активную кислотность – по ГОСТ 26781.

В опытных образцах сыра массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867, массовую долю влаги – по ГОСТ 3626, массовую долю соли по ГОСТ 3627, степень зрелости – по Шиловичу [1], активную кислотность сырной массы – по Сборнику технологических инструкций по производству твердых сычужных сыров [2].

Результаты и их обсуждение. На основании анализа патентной и технической информации по технологиям данного вида сыра были определены исходные требования, которые позволили разработать отечественную технологию изготовления сыра с голубой плесенью.

Особенностями разработанной технологии сыра «Рокфорти» является применение раздельной гомогенизации молока перед нормализацией, сокращение продолжительности процесса посолки и изготовление сыра с различной массовой долей жира в сухом веществе (50, 55 и 60%). Использование раздельной гомогенизации молока позволяет эффективно использовать составляющие компоненты молока, снизить потери (отход) жира в сыворотку, ускорить проникновение соли в сырную массу, сократить срок созревания сыра, поскольку после гомогенизации жировой части молока происходит более быстрое накопление небелкового растворимого азота в сырном тесте, что создает благоприятные условия для развития плесени и поверхностной микрофлоры, вызывающих более глубокие изменения молочного жира.

В период 30.03.–01.09.2010 г. в лабораторных условиях РУП «Институт мясо-молочной промышленности» было проведено пять опытных выработок сыра с голубой плесенью.

В экспериментальных выработках были использованы: суспензия плесени (*Penicillium Roqueforti*) фирмы Danisco, закваска мезофильных молочнокислых микроорганизмов (РУП «Институт мясо-молочной про-

мышленности», фирмы «CHR Hansen»), а также ароматических культур (Flora Danica) фирмы «CHR Hansen» (Дания), молокосвертывающий ферментный препарат «СНУ-MAX ultra». Для выработки сыра использовано пастеризованное молоко и сливки, полученные на ОАО «Гормолзавод № 2». Выработку экспериментальных партий сыров с голубой плесенью производили на имеющемся оборудовании лаборатории технологии сыроделия и маслоделия.

Для приготовления нормализованной смеси в молоко вносили расчетное количество сливок. Основные показатели нормализованной молочной смеси для каждой выработки сыров представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Основные показатели нормализованной молочной смеси

Показатель	Номер выработки				
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5
Активная кислотность, ед. рН	6,51	6,48	6,35	6,53	6,51
Титруемая кислотность, °Т	16,0	17,0	16,0	17,5	17,0
Плотность, кг/м ³	1,029	1,028	1,029	1,030	1,031
Массовая доля белка, %	3,0	3,0	2,9	3,1	3,2
Массовая доля жира, %	2,7	2,7	2,75	3,75	4,20

Из представленных в табл. 1 данных видно, что варианты нормализованных смесей отличались содержанием жира (4-я и 5-я выработки от предыдущих трех). Остальные показатели, такие как активная кислотность, титруемая кислотности, плотность, массовая доля белка, различались незначительно.

Основные физико-химические и органолептические показатели сыров после созревания для каждой выработки указаны в табл. 2:

Таблица 2 – Физико-химические показатели экспериментальных образцов сыров

Показатель	Номер варки				
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5
Активная кислотность, ед. рН	7,0	6,8	6,7	6,7	6,8
Массовая доля влаги, %	45,0	44,5	46,0	46,5	45,0
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,2	44,8	45,8	51,2	54,3
Массовая доля поваренной соли, %	2,6	2,8	3,0	2,7	2,7
Показатель зрелости по Шиловичу, °Ш	225	236	240	250	230

Как видно из представленных данных в табл. 2, экспериментальные образцы разных выработок отличались друг от друга прежде всего по массовой доле влаги, массовой доле жира в сухом веществе, показателю степени зрелости по Шиловичу. По органолептическим показателям в разных выработках были различия по вкусу, цвету теста, консистенции. Различия связаны прежде всего с качеством молока-сырья, активностью бактериальной закваски, все это соответственно создавало условия для развития плесневой микрофлоры. Острый вкус и аромат возникали за счет продуктов распада белков и молочного жира. Жир расщеплялся под действием активных плесневых липаз. Летучие жирные кислоты (капроновая, каприловая, каприновая и др.) и метилкетоны являются важными компонентами вкуса и аромата данного сыра.

При оценке процесса созревания сыров на протяжении всего периода исследовались изменения значений активной кислотности (табл. 3) и показатель степени зрелости по Шиловичу (табл. 4).

Таблица 3 – Значения активной кислотности в процессе созревания сыров, ед.рН

Время созревания, сут	Номер выработки				
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5
1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7
3	5,0	5,1	4,8	4,9	4,9
6	5,1	5,2	5,0	5,0	5,0
15	6,4	6,4	5,0	5,0	5,3
20	6,5	6,5	5,6	5,4	5,7
23	6,6	6,7	5,8	5,6	5,8
27	6,9	6,7	5,9	5,8	6,0
34	6,9	6,8	6,0	6,0	6,3
41	6,9	6,8	6,1	6,2	6,4
43	6,9	6,8	6,3	6,4	6,5
55	7,0	6,8	6,6	6,5	6,7
60	7,0	6,8	6,7	6,7	6,8

Таблица 4 – Значения показателя зрелости в процессе созревания сыров. °Ш

Время созревания, сут.	Номер выработки и значение				
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5
1	10	8	11	12	13
3	15	13	16	17	18
6	23	24	20	19	21
15	38	33	31	30	30
20	60	57	55	57	60
23	75	70	73	67	70
27	95	96	100	97	98
34	120	116	120	118	120
41	148	151	157	155	160
43	160	160	170	180	200
55	210	200	220	215	205
60	225	236	240	250	230

Как следует из табл. 3, изменение величины рН в сырах от 30 до 60 сут происходило более равномерно по всем вариантам выработок. В этот период биомасса плесени максимальна, но благодаря применению технологических приемов (закрывание проколов, снижение температуры созревания) осуществлялось сдерживание ее роста, что вело к замедлению ферментативных процессов.

В процессе созревания сыра протеолитические ферменты микроорганизмов закваски расщепляют белки, в результате образуется большое количество растворимых азотистых соединений, преимущественно пептидов, что сказывается на увеличении буферной емкости сырной массы (показатель зрелости по Шиловичу).

Как следует из табл. 4, изменение показателя степени зрелости по Шиловичу проходило равномерно на протяжении всего периода созревания сыра. Высокие показатели зрелости сыров свидетельствуют о большом количестве растворимых азотосодержащих соединений, образующихся в результате распада белков (протеолиза).

На основании результатов испытаний импортных сыров, созревающих при участии плесени *Penicillium Roqueforti*, и сыра «Рокфорти» был сделан вывод о том, что разработанная технология нового вида сыра

позволяет вырабатывать продукт, который не уступает по физико-химическим и органолептическим показателям импортными аналогам.

С учетом результатов, полученных в ходе проведения лабораторных и опытных выработок сыра, были разработаны технические условия ТУ ВУ 100098867.260–2010 сыры «Рокфорти» с массовой долей жира 50, 55, 60% и сроком созревания не менее 60 дней и технологическая инструкция по изготовлению сыра «Рокфорти» ТИ ВУ 100098867.219–2010.

Данная разработка и ее реализация в промышленности позволит удовлетворить потребности населения в этом виде продукта, расширить потребительский ассортимент, сэкономить валютные средства на приобретение аналогичного продукта за рубежом.

Освоение производства сыра «Рокфорти» планируется осуществлять на Нарочанском филиале ОАО «Молодечненский молочный комбинат».

Литература

1. Инихов, Г.С. Химический анализ молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М.:Пищепромиздат, 1951. – 218 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству твердых сычужных сыров / Угличский НИИ маслоделия и сыроделия, – Углич, 1989. – 219 с.

K. Obiedkov, S. Chayevskiy, A. Hakotsina, I. Frolov

ENGINEERING OF TECHNOLOGY OF A NEW KIND OF CHEESE WITH PARTICIPATION OF A BLUE MOULD

Summary

The technology of new kind firm rennet cheese with low second-heating treatment has been developed which on the flavoring qualities does not concede to import analogues of Roquefort-type cheeses. Introduction of the given technology will allow to save currency means for purchase of a similar product abroad, and will expand assortment of released production.

Review of the literature was made during performance of works, feature of technique process are investigated, comparative manufactures are lead, the normative documentation is developed.

УДК 637.3

*Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, С.В. Красноцкий, Е.О. Чупрунова
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»*

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ НА СОВРЕМЕННЫХ СЫРОДЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

(Поступила в редакцию 01.04.2011)

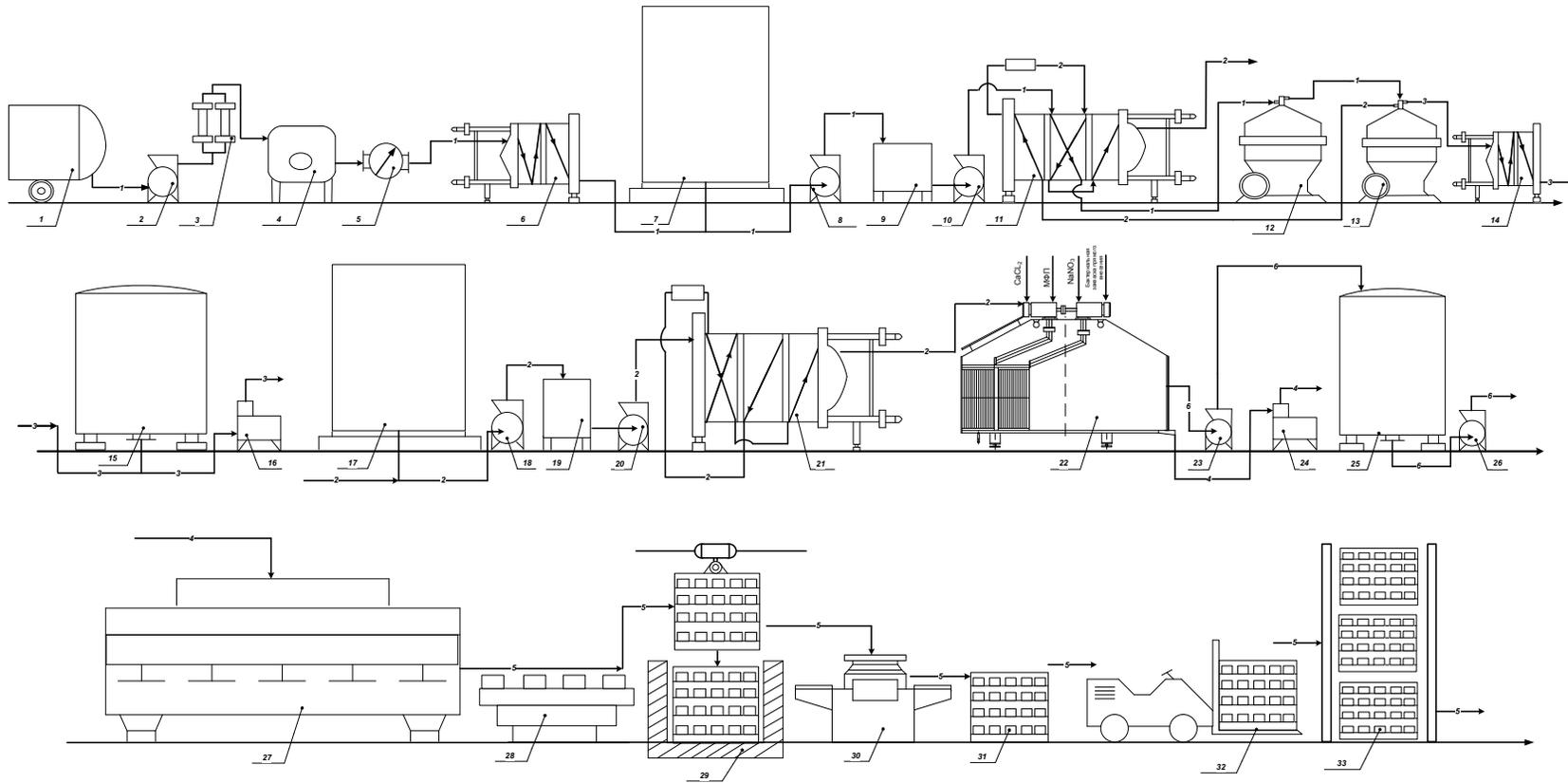
Изучены особенности выработки сыров на автоматизированных сыродельных линиях по сравнению с традиционной технологией. Установлены фактические затраты молока на выработку сыров российской и голландской групп, которые оказались ниже действующих нормативных. Отмечено преимущество очистки сыворотки от белков и получения из них сыра.

Сегодня на сыродельных предприятиях Беларуси осуществляется модернизация оборудования с вводом автоматизированных сыродельных линий. Освоение этих линий показало, что при выработке сыров фактические затраты сырья выходят за рамки действующих в настоящее время нормативных критериев, разработанных применительно к выработке сыров с использованием сыродельных ванн и другого оборудования, установленного еще в прошлом веке (приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 142 от 23 сентября 1992 г.). Кроме того, появились новые виды сыров, внедрение которых в производство потребовало определения фактического расхода сырья. Исходя из вышеизложенного были проведены исследования, целью которых явилось изучение особенностей выработки сыров на автоматизированных сыродельных линиях по сравнению с традиционной технологией и выявление фактических потерь сырья при выработке сыров.

В рамках исследований в период 2007–2010 гг. в производственных условиях были проведены контрольные выработки ферментативных (ранее сычужных) сыров с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н) применительно к автоматизированной линии «OBRAM» (сыр «Российский молодой», «Монастырский» и др.). Общая технологическая схема производства сыров с НТ2Н включает следующие операции [1, 2]:

- приемка, контроль качества и отбор сыропригодного молока;
- подготовка молока к выработке сыра: резервирование, созревание, тепловая обработка, нормализация;
- подготовка молока к свертыванию: установление температуры свертывания молока, внесение в молоко бактериальных заквасок, хлористого кальция, калия или натрия азотнокислого (по мере необходимости), красителей (по мере необходимости);
- внесение молокосвертывающих ферментных препаратов и свертывание молока;
- образование сгустка и обработка сырного зерна: разрезка сгустка, постановка сырного зерна, вымешивание, слив части сыворотки, внесение воды (по мере необходимости), второе нагревание и вымешивание сырного зерна до готовности, частичная посолка в зерне (по мере необходимости);
- формование, самопрессование, прессование, посолка, обсушка, созревание сыров;
- сортировка, маркировка, упаковка, хранение сыра.

Подготовка молока-сырья для выработки ферментативных сыров на автоматизированной линии «ОВРАМ» проходит следующим образом: молоко принимают по массе и качеству, охлаждают до $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ и направляют на промежуточное хранение, далее молоко поступает в пастеризационно-охладительную установку, где его нагревают до температуры сепарирования $(55\pm 1)^\circ\text{C}$, направляют на бактофугирование с нормализацией молока в потоке, используя сепаратор-сливкоотделитель с модулем нормализации. Нормализованную смесь подают на деаэрационную установку и возвращают на пастеризационно-охладительную установку для термизации при температуре $(65\pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 20–25 с, охлаждают до температуры $(10\text{--}12)^\circ\text{C}$ и затем подают в резервуар на созревание при температуре $(10\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (12 ± 2) ч.



Обозначение оборудования

- 1. Молокоцистерна
- 2. Насос
- 3. Фильтр для очистки молока
- 4. Промежуточный бачок
- 5. Счетчик
- 6. Охладитель
- 7. Резервуар для промежуточного хранения цельного молока
- 8. Насос
- 9. Промежуточный бачок
- 10. Насос
- 11. Пастеризационно-охладительная установка
- 12. Бактофуга
- 13. Сепаратор-нормализатор
- 14. Охладитель
- 15. Резервуар для хранения сливок

- 16. Насос
- 17. Резервуар для созревания нормализованного молока
- 18. Насос
- 19. Промежуточный бачок
- 20. Насос
- 21. Пастеризационно-охладительная установка
- 22. Сыроизготовитель
- 23. Насос
- 24. Насос
- 25. Резервуар для хранения сыворотки
- 26. Насос
- 27. Формовочно-прессовочное устройство
- 28. Транспортёр с весами
- 29. Солильный бассейн
- 30. Машина для упаковки сыра
- 31. Полеты

Обозначение трубопроводов

- 1— Молоко цельное
- 2— Молоко нормализованное
- 3— Сливки
- 4— Сырное зерно
- 5— Сыр
- 6— Сыворотка

Рисунок 1 – Схема производства сыров на сыродельной линии «OBRAM»

Непосредственно перед переработкой молока на сыр молоко подвергают пастеризации в пастеризационно-охладительной установке при температуре (72 ± 2) °С с выдержкой 20–25 с, охлаждают до температуры свертывания (32 ± 2) °С и направляют в сыроизготовитель закрытого типа, где проводят варку сыров. По готовности сырное зерно из сыроизготовителя направляют на формование, которое может осуществляться двумя способами: насыпью (сыры российской группы) или наливом в формы (сыры голландской группы). Для обеспечения ритмичности подачи сырного зерна на колонное формовочное устройство и своевременного освобождения сыроизготовителей сырная масса из сыроизготовителя с помощью насоса может подаваться в буферную емкость, а из нее на отделитель сыворотки и далее в формы. При формовании наливом сырное зерно вместе с сывороткой поступает на колонно-формовочное устройство, откуда сформованный пласт подается в формы. Формы с сыром автоматически с помощью движущегося транспортера устанавливаются под прессами, где происходит процесс прессования в течение (2 ± 1) ч, причем данная продолжительность прессования характерна и для сыров российской, и для голландской группы. По движущемуся транспортеру отпрессованные головки сыра поступают на взвешивание, маркировку и посолку в соляное отделение.

Головки сыров в соляном отделении в автоматизированном режиме укладывают в контейнера, штабелируют и погружают в рассол на 30–48 ч, в зависимости от вида сыра, при этом концентрация поваренной соли в рассоле находится в пределах $(20\pm 2)\%$, активная кислотность $(5,1\pm 1)$ ед. рН, температура рассола и воздуха в соляном помещении соответствует (10 ± 2) °С. При посолке сыров применяют принудительную циркуляцию рассола. После посолки сыр по транспортеру направляют на упаковку в пакеты из полимерных многослойных термоусадочных пленок различных типов с использованием специальной вакуум-упаковочной машины, при этом обсушку сыров не применяют. Упакованные головки сыра помещают в контейнеры и транспортируют в камеры созревания, где они созревают до кондиционного возраста. Режим созревания ориентирован на сыры с НТ2Н: температура (11 ± 1) °С, относительная влажность воздуха (80–85)%.

Таким образом, в отличие от традиционной технологии, при выработке сыров на автоматизированных сыродельных линиях (рис. 1) имеются существенные различия, начиная с предварительной подготовки молока-сырья к выработке сыров. Так, здесь обязательным элементом является проведение бактофугирования и термизации всего молока-сырья, поступающего на переработку. Кроме того, иначе организован процесс формования, прессования, посолки сыров, и, что немаловажно, отсутствует обсушка сыров перед упаковкой в пленку.

В ходе проведенных исследований были осуществлены контрольные выработки девяти видов ферментативных сыров российской и голландской групп. При этом для свертывания молока использовали молокосвертывающий ферментный препарат марки «СНУ-МАХ» компании «Хр. Хансен» (Дания). В качестве заквасочных культур использовали закваски в глубокозамороженном виде прямого способа внесения (DCC-240, DCC-232, УУ-85 и др.) той же компании. Параметры выработки сыров отвечали действующим технологическим инструкциям на эти виды сыров. Причем при выработке всех исследуемых сыров на стадии варки после частичного слива сыворотки перед вторым нагреванием подавали предварительно пастеризованную воду в количестве 10–30% от массы смеси (в зависимости от вида сыра).

При исследовании потерь молочного сырья в приемно-аппаратном цехе было выявлено, что на стадии подготовки молока, включая термомеханическую обработку, потери жира составили 0,6%, по сравнению с действующими нормативами возросли на 0,1% [3]. С другой стороны, оказалось, что переход жира в сыворотку на стадии варки сыров был ниже действующих нормативных критериев. Так, например, для сыров 45% жирности массовая доля жира в сыворотке в среднем составляла 0,2%, а нормативный – 0,3% [4]. Существенно снизились потери жира в сыродельном цехе и при созревании сыров, а также отход сырной массы по всему циклу производства (табл. 1).

Анализ критических точек показал, что по ходу технологического процесса выработки сыров практически отсутствовала бактериальная обсемененность технически вредной микрофлорой, что свидетельствует о явном преимуществе современных автоматизированных линий.

На основании результатов контрольных выработок сыров и анализа выходных показателей продукции в кондиционном возрасте были определены фактические затраты сырья на выработку сыров и их усушка, которые оказались значительно ниже существующих сегодня нормативов, ориентированных на традиционные технологии. Так, например, при выработке сыра «Российский молодой» 50%-ной жирности из нормализованного молока 3,2% нормативный расход смеси на 1 т сыра составляет 11,000 т [4], а по факту – 10,461 т [3], то есть снижен на 5%. Показатели, используемые при расчете норм расхода сырья на сыр «Российский молодой» 50%-ной жирности (40 сут созревания) при созревании в полимерной пленке, и его убыль приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели, используемые для расчета норм сырья на сыр «Российский молодой» 50%-ной жирности при созревании в полимерной пленке, и убыль сыра

Показатель	Норма (ТИ РБ 100098867.025–2003)	Факт
Массовая доля жира в сухом веществе сыра, %	51,0	51,0
Массовая доля влаги в зрелом сыре, %	41,5	41,0
Отход сырной массы, % от массы выработанного сыра	0,5	0,4
Отход жира в сыворотку и казеиновую пыль, %	9,8	5,2
Массовая доля жира в сыворотке, %	0,3–0,4	0,2
Потери жира по всему циклу производства, %	3,2	2,3
в том числе:		
в приёмно-аппаратном цехе	0,5	0,6
в сыродельном цехе	0,6	0,4
при созревании сыра	2,1	1,3
Естественная убыль сыра при созревании в полимерной пленке, %	3,8	2,5–2,9

На основании проведенных исследований разработаны нормы расхода сырья на исследуемые виды сыра применительно к линии «OBRAM» [3, 5].

Далее были проведены исследования по установлению фактических затрат сырья на выработку ферментативных сыров в производственных условиях на сыродельной линии «BERTSCH» [6]. Данная линия так же, как и линия «OBRAM», укомплектована оборудованием для термомеханической обработки молока-сырья (бактофугирование, термиза-

ция молока), но в отличие от линии «OBRAM» здесь имелись различия в конструктивных особенностях используемого формовочно-прессующего оборудования, которое позволяет получать сыры и в виде низкого цилиндра («круг»), и в виде прямоугольных брусков («евроблок»), при этом количество головок сыра в виде «круга» может составлять 120 или 130 шт. (в зависимости от количества исходной смеси). При применении формовочно-прессующего аппарата, позволяющего получать сыр в виде «евроблока», количество головок сыра составляет 65 шт., а при разрезке «евроблока» на четыре части (перед посолкой) имеется возможность получать «бруски» в количестве 260 шт. (возможно и меньшее количество, если применять не полное заполнение групповых форм).

Прессование сформованных головок сыра на линии «BERTSCH» осуществляется на формовочно-прессующем оборудовании по заданной программе, применительно к конкретному виду сыра и типу прессов. Дальнейшие процессы посолки сыра и его созревания без применения обсушки сыров проходят аналогично вышерассмотренным на линии «OBRAM».

В результате проведенной работы были установлены фактические нормы расхода молочного сырья на сыр голландский и три вида сыров российской группы, применительно к автоматизированной сыродельной линии «BERTSCH» [6]. Сравнение фактических затрат сырья с действующими нормативами на выработку этих сыров выявило значительную экономию молочного сырья. Так, например, фактический расход нормализованного молока 3,2% на 1 т сыра «Российский молодой» 50%-ной жирности составил 9,966 т, нормативный – 11,000 т, что ниже на 9,4%.

Поскольку сегодня перерабатываются достаточно большие объемы молока на сыр и выход подсырной сыворотки, включающий молочные белки в виде подсырной пыли, довольно велик, не рационально эту сыворотку попросту терять. Поэтому сегодня в Беларуси актуальным является полная переработка всех составных частей молока на пищевые цели, и сыродельные предприятия уделяют большое внимание комплексной переработке молочной сыворотки. Однако системных исследований в данном направлении недостаточно. Поэтому далее в работе были проведены исследования по установлению фактических затрат сырья на выработку сборных головок сыра, сырьём для которых служила подсырная

сыворотка, полученная от производства основных видов ферментативных сыров российской группы.

При получении сборных головок сыра в производственных условиях [3] молочную сыворотку пропускали через фильтр – отделитель белка, далее отделяли белковую массу, включающую в основном казеиновую пыль, а затем ее направляли на формование, прессование и получали сборные головки сыров. В результате было установлено, что выход сырной массы (сборных головок) из подсырной сыворотки в среднем составляет 0,055% от массы сыворотки. При этом очистка сыворотки от белков выгодна для сыродельных предприятий, поскольку позволяет получать дополнительную прибыль от реализации сборных головок сыра, так как затраты сырьем на них не требуются, они уже заложены на основной продукт – сыр.

Таким образом, проведенные исследования контрольных выработок сыров на автоматизированных сыродельных линиях позволяют заключить, что при применении усовершенствованных методов термообработки молочного сырья, включающих бактофугирование и термизацию, при использовании на стадии варки сыров бактериальных заквасок прямого способа внесения, проведении разбавления сыворотки водой (10–30%), автоматизации процессов формования, прессования, посолки, исключения обсушки сыров и созреванием сыров в полимерной пленке в совокупности обеспечивают экономию расхода молочного сырья на 5-9%, в зависимости от вида сыра и типа используемых линий, по сравнению с традиционной технологией, а очистка сыворотки от белков и получение сборных головок сыра позволяют предприятию получать дополнительную прибыль, поскольку затраты молока-сырья на их производство не требуются. Кроме того, при работе на таких линиях улучшаются санитарные условия производства и значительно снижается роль человеческого фактора, что увеличивает предпосылки выпуска конкурентоспособной продукции гарантированного качества.

Литература

1. Базовая технологическая инструкция по изготовлению сыров сычужных твердых. Общая часть: ТИ РБ 100098867.026-2003. – Введ. 01.09.2003. – Минск: УП «БЕЛНИКТИММП», 2003. – 138 с.

2. Сборник технологических инструкций по производству твёрдых сычужных сыров / В.Н. Алексеев [и др.]. – Углич: НПО «Углич», 1989. – 218 с.

3. Анализ расхода сырья при выработке сыров на Бельничском филиале ОАО «Бабушкина крынка»: отчёт по НИР (заключ.) / Могилевский гос. ун-т продовольствия; рук. темы Т.И.Шингарева. – Могилев, 2009. – 65 с.

4. Об утверждении норм расхода сырья при производстве твердых сычужных сыров, сыров для плавления, норм естественной убыли сыров в период созревания и по стадиям созревания, норм предельно допустимых потерь молочной сыворотки при отпуске хозяйствам-сдатчикам молока, предприятиям хлебопекарной промышленности и других отраслей: Приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 23 сент. 1992 г., № 142.

5. Изучение особенностей технологии новых видов продуктов на ОАО «Бабушкина крынка»: отчет о НИР (заключ.) / Могилевский гос. ун-т продовольствия; рук. темы Т.И.Шингарева. – Могилев, 2010. – 210 с. – № ГР 20101485.

6. Изучение особенностей технологии сыра, вырабатываемого на ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод»: отчет о НИР (заключ.) / Могилевский гос. ун-т продовольствия; рук. темы Т.И. Шингарева. – Могилев, 2010. – 62 с. – № ГР 20102605.

T. Shingareva, M. Glushakov, S. Krasocski, E. Chuprunova
**THE ANALYSIS OF MANUFACTURE OF CHEESES
ON MODERN CHEESES LINES**

Summary

Features of manufacture cheeses on automated cheeses lines in comparison with traditional technology are investigated. Actual expenses of milk for manufacture of cheeses of the Russian and Dutch groups which appeared below working normative are established. Advantage of clearing of whey from fibers and receptions from them cheese is underlined.

*К.В. Обьедков, И.Б. Фролов, Ю.М. Здитовецкая
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЫРНОЙ ПЫЛИ В СЫВОРОТКЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СЫРОВ НА СЫРОДЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

(Поступила в редакцию 28.02.2011)

При производстве ферментативных сыров на сыродельных предприятиях республики неизбежно образуется сырная пыль. С целью повышения степени использования составных частей молока, обеспечения эффективности последующей переработки сыворотки необходимо стремиться снизить ее количество. Для этого исследовалось содержание сырной пыли в сыворотке, получаемой при производстве сыров различных групп и видов с помощью ранее разработанной методики. Анализ полученных данных позволил сделать заключение об основных факторах, оказывающих влияние на увеличение содержания сырной пыли в подсырной сыворотке.

Введение. Для оптимизации работы сыродельных предприятий, повышения экономической эффективности их функционирования необходимо стремиться минимизировать количество образующейся сырной пыли при производстве ферментативных сыров [1, 2]. Для решения данной задачи целесообразным является исследование отхода сырной пыли в сыворотку на всех этапах технологического процесса производства различных групп и видов сыров при работе различного технологического оборудования. Сравнительный анализ показателей выхода сырной пыли на различных сыродельных предприятиях позволит систематизировать данные по содержанию сырной пыли в сыворотке и основным факторам, оказывающим на него влияние; разработать систему мероприятий по снижению количества образующейся сырной пыли; а также рациональную технологическую схему первичной переработки подсырной сыворотки на основе ее дифференциации с извлечением из нее на первой стадии сырной пыли. Для разработки технологии последующей технологической переработки сырной пыли особое значение имеет исследование ее фракционного состава, свойств, а также основных факторов, оказывающих на них влияние.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектом исследования явилась сыворотка подсырная, получаемая на различных технологических этапах производства, при производстве различных групп и видов ферментативных сыров. При выполнении исследовательских работ пользовались специальной методикой определения массовой доли сырной пыли в сыворотке [3].

Результаты и их обсуждение. На сыродельных предприятиях республики проводили исследования выхода сырной пыли на различных технологических линиях и этапах технологического процесса производства, при производстве различных видов сыров и при работе различного технологического оборудования.

Особое внимание при выработке сыров в сыроизготовителях и сыродельных ваннах при проведении исследований уделялось соблюдению оптимальных скоростей разрезки сычужного сгустка и вымешивания сырного зерна; поддержанию однородности смеси сырного зерна с сывороткой во всем объеме сыроизготовителя; предупреждению образования комков и осадения сырной массы на его дне. Разрезку сгустка проводили при достижении им активной кислотности рН 6,5–6,4 острыми ножами при соблюдении оптимального расстояния между лирами режуще-вымешивающего устройства.

Данные параметры поддерживались на одинаковом уровне при выработке всех видов сыров на различных заводах, при работе различного технологического оборудования с целью исключить возможность их влияния на результаты эксперимента.

Исследованию подвергались две группы сыров:

- сыры с формированием насыпью (сыры российской группы);
- сыры с формированием из пласта (сыры голландской и швейцарской группы).

При проведении исследований суммировалось количество сырной пыли, образующейся на каждой из стадий в процессе производства сыра. Результаты исследований общего (суммарного) отхода сырной пыли в сыворотку при производстве вышеуказанных групп сыров представлены на рис. 1. За итоговое значение принималась масса сырной пыли (влаж-

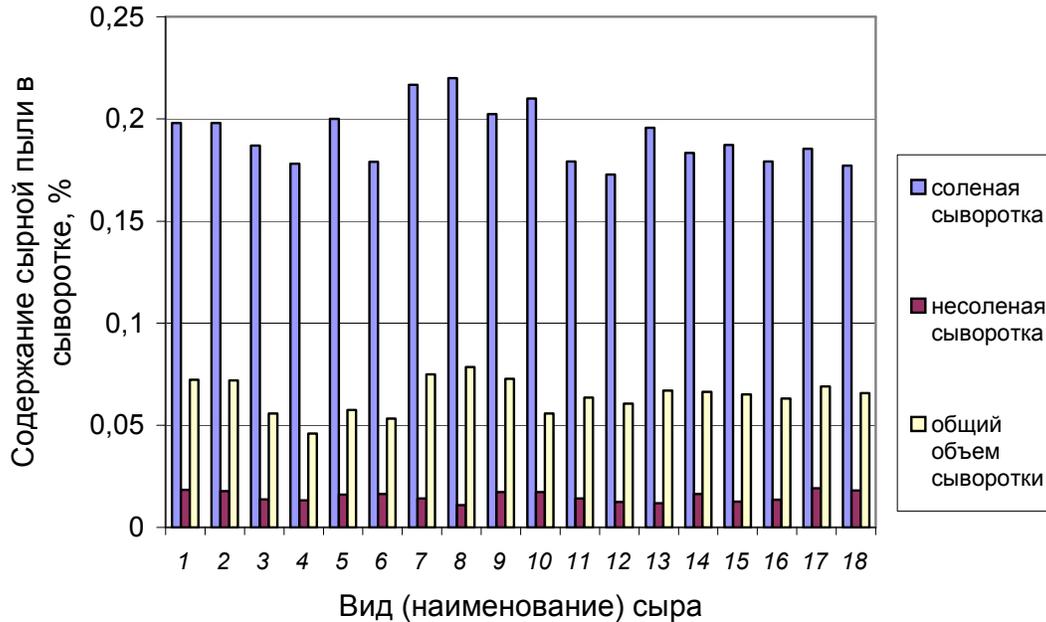
ностью 45%), рассчитанная как среднее при общей выборке равной 25 для каждой из групп.

Исследования показали, что максимальное значение содержания сырной пыли в сыворотке наблюдается при производстве сыров российской группы и составляет в среднем 0,64% от массы выработанного сыра. Для сыров голландской и швейцарской групп данный показатель ниже почти в 7 раз и составляет 0,09 и 0,08% от массы выработанного сыра соответственно.

Это можно объяснить особенностями технологии производства сыров рассматриваемых групп, главным образом применяемым способом формования. Так, при производстве сыров российской группы применяется способ формования насыпью, при производстве сыров остальных групп – способ формования из пласта. Как видно из представленных данных, формование насыпью способствует повышению отхода сырной пыли в подсырную сыворотку.

На основании приведенных данных можно считать отход сырной пыли в сыворотку при производстве сыров голландской и швейцарской групп несущественным по сравнению с аналогичным показателем для сыров российской группы. Кроме того, как показывают результаты проведенной статистической обработки данных, средние значения содержания сырной пыли в сыворотке для сыров данных групп отличаются статистически значимо.

Дальнейшей статистической обработке подвергались данные по содержанию сырной пыли в сыворотке при производстве различных видов (наименований) сыров, относящихся к одной группе. При исследовании рассматривали сыры российской группы, вырабатываемые на ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный комбинат». Результаты исследований содержания сырной пыли в сыворотке для различных наименований сыров, представленные на рис. 1, свидетельствуют, что массовая доля сырной пыли в анализируемой подсырной сыворотке устанавливалась исходя из перерасчета массовой доли сухих веществ сырной пыли 45% (для каждой варки рассчитывали среднее значение выхода сырной пыли при трехкратной повторности проведения измерений).



1 – сыр «Российский особый»; 2 – сыр «Эльтермани»; 3 – сыр «Славянский экстра»;
 4 – сыр «Солнечный»; 5 – сыр «Кобринский»; 6 – сыр «Мраморный»;
 7 – сыр «Тильзитский»; 8 – сыр «Успенский»; 9 – сыр Губернаторский»;
 10 – сыр «Белая Русь»; 11 – сыр «Сметанковый»; 12 – сыр «Владимирский»;
 13 – сыр «Волжский»; 14 – сыр «Сливочный»; 15 – сыр «Славянский»;
 16 – сыр «Монастырский»; 17 – сыр «Павловский»; 18 – сыр «Суворовский»

Рисунок 1 – Содержание сырной пыли в сыворотке, получаемой при производстве различных наименований ферментативных сыров российской группы (м.д. жира в сухом веществе – 50%)

Так, представлены результаты исследования содержания сырной пыли в сыворотке при производстве следующих наименований сыров российской группы 50%-ной жирности: «Российский особый», «Эльтермани», «Славянский», «Солнечный», «Кобринский», «Рaubичский», «Белая Русь», «Волжский», «Сливочный», «Славянский», сыр «Монастырский» и др. Исследовано содержание сырной пыли в сыворотке, получаемой на двух этапах технологического процесса ее отбора из сыроизготовителя: на стадии постановки сырного зерна (сладкая сыворотка), в конце обработки сырного зерна (солёная сыворотка). Также представлены результаты общего содержания сырной пыли во всем объеме сыворотки, получаемой при производстве каждого из видов сыров.

Проведена оценка значимости различий между выборками значений массовой доли сырной пыли в сыворотке при производстве различных видов сыров, относящихся к одной группе, вырабатываемых на данном предприятии. Данная статистическая обработка проводилась с целью установления, насколько значимо различие показателей содержания сырной пыли в сыворотке для сыров внутри одной группы и можно ли считать, что при их производстве на одном и том же оборудовании выход сырной пыли практически не отличается для различных наименований сыров.

Для проведения данного анализа требовалось выяснить, можно ли считать, что средние значения показателей выхода сырной пыли при производстве анализируемых сыров внутри каждой группы различаются статистически значимо. Для этого рассчитывали F-критерий Фишера, определяли квантиль распределения Фишера.

Анализировали показатели содержания сырной пыли в сыворотке, получаемой при производстве сыров российской на двух основных стадиях ее получения, а также показатели содержания сырной пыли во всем объеме сыворотки (рис. 2).

Общее содержание сырной пыли во всем объеме сыворотки, получаемой при производстве данных сыров, определяли расчетным методом.

Поскольку на ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» несоленая сыворотка составляет 70% от всего объема подсырной сыворотки, а соленая – 30%, то общее содержание сырной пыли во всем объеме сыворотки определяется по следующей формуле:

$$C_{СП} = 0,7C_{СП1} + 0,3C_{СП2}, \quad (1)$$

где $C_{СП}$ – общее содержание сырной пыли во всем объеме сыворотки, %;
 $C_{СП1}$ – содержание сырной пыли в несоленой сыворотке, %;
 $C_{СП2}$ – содержание сырной пыли в соленой сыворотке, %.

Результаты статистической обработки данных, представленных на рис. 1, отражены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные статистические показатели, полученные при анализе данных содержания сырной пыли в подсырной сыворотке при производстве сыров российской группы, %

Статистический показатель	Содержание сырной пыли в несоленой сыворотке	Содержание сырной пыли в соленой сыворотке	Общее содержание сырной пыли во всем объеме сыворотки
Среднее значение	0,0155	0,190	0,0636
Стандартное отклонение	$2,68 \cdot 10^{-3}$	$15,0 \cdot 10^{-3}$	$8,21 \cdot 10^{-3}$
Дисперсия	$7,2 \cdot 10^{-6}$	$226 \cdot 10^{-6}$	$67,0 \cdot 10^{-6}$
Статистическая ошибка	$5,36 \cdot 10^{-4}$	$30,1 \cdot 10^{-4}$	$16,4 \cdot 10^{-4}$
Показатель точности	3,5	1,6	2,6
Доверительный интервал	От 0,014 до 0,017 включительно	От 0,183 до 0,196 включительно	От 0,060 до 0,067 включительно

Как показали результаты статистической обработки данных, показатели содержания сырной пыли в несоленой и соленой сыворотке, а также в общем объеме сыворотки для исследуемых сыров российской группы отличаются статистически незначимо между собой, показатель точности при этом по всем видам сыворотки не превышает 3,5%.

На основании этого можно сделать вывод, что при производстве различных наименований сыров одной группы на одном и том же предприятии (при работе одного и того же оборудования) показатели содержания сырной пыли в сыворотке различаются статистически не значимо. Поэтому в дальнейшем можно считать, что выход сырной пыли не зависит от наименования вырабатываемого сыра (при выпуске сыров, относящихся к одной группе, на одном конкретном предприятии), а зависит только от применяемого технологического оборудования, стадии отбора сыворотки, вида сыворотки и др.

Ввиду того, что содержание жира в исходном молоке и сгустке может послужить причиной для образования более дряблых сгустков, снижения их упругости, при проведении исследований анализировалась также зависимость выхода сырной пыли от жирности вырабатываемого сыра по отношению к таким показателям, как масса молока, поступающего на производство соответствующего вида сыра; масса сыра, в ходе

выработки которого образуется сырная пыль; масса сыворотки, образующаяся при производстве сыра (кг).

Расчет осуществлялся по следующим формулам:

1) выход сырной пыли по отношению к массе молока, поступающего на выработку сыра (%):

$$V_{СП1} = \frac{M_{СП1}}{M_m} \times 100\%, \quad (2)$$

где $V_{СП1}$ – выход сырной пыли по отношению к массе молока, поступающего на выработку партии сыра; %; $M_{СП1}$ – масса сырной пыли, полученной при выработке партии сыра из данного количества молока, г; M_m – масса молока, поступающего на выработку партии сыра, г;

2) выход сырной пыли по отношению к массе выработанного сыра (%):

$$V_{СП2} = \frac{M_{СП2}}{M_c} \times 100\%, \quad (3)$$

где $V_{СП2}$ – выход сырной пыли по отношению к массе выработанного сыра, %; $M_{СП2}$ – масса сырной пыли, полученной при выработке данной партии сыра, г; M_c – масса сыра, выработанного в данной партии, г.

3) выход сырной пыли по отношению к массе сыворотки (%) – в соответствии с методикой определения массовой доли сырной пыли в сыворотке [3].

При анализе данных было установлено, что наибольшее количество сырной пыли образуется при производстве сыров с массовой долей жира 50–55%, а наименьшее – при производстве сыров с массовой долей жира 35–45%. Для первой группы сыров показатель выхода сырной пыли по отношению к массе соответствующего сыра находится на уровне 0,6–0,7% от массы сыра, а для второй группы выход сырной пыли по отношению к массе сыра составляет 0,4–0,5% (сыры «Кобринский» 45%-ной жирности, «Раубичский» 35%-ной жирности, «Монастырский» 45%-ной жирности). Это можно объяснить тем, что более высокая жирность нормализованной смеси при производстве высокожирных сыров приводит к образованию непрочных, рыхлых сгустков, обладающих повышенной крошливостью и, как следствие, приводят к увеличению количества сырной пыли в сыворотке. В то же время более низкая жир-

ность нормализованной смеси приводит к образованию более упругих, прочных сгустков, хорошо отдающих сыворотку и, следовательно, приводящих к образованию меньшего количества сырной пыли.

Зависимость выхода сырной пыли (по отношению к массе сыра и массе соответствующей сыворотки) от массовой доли жира вырабатываемого сыра представлена на рис. 2.

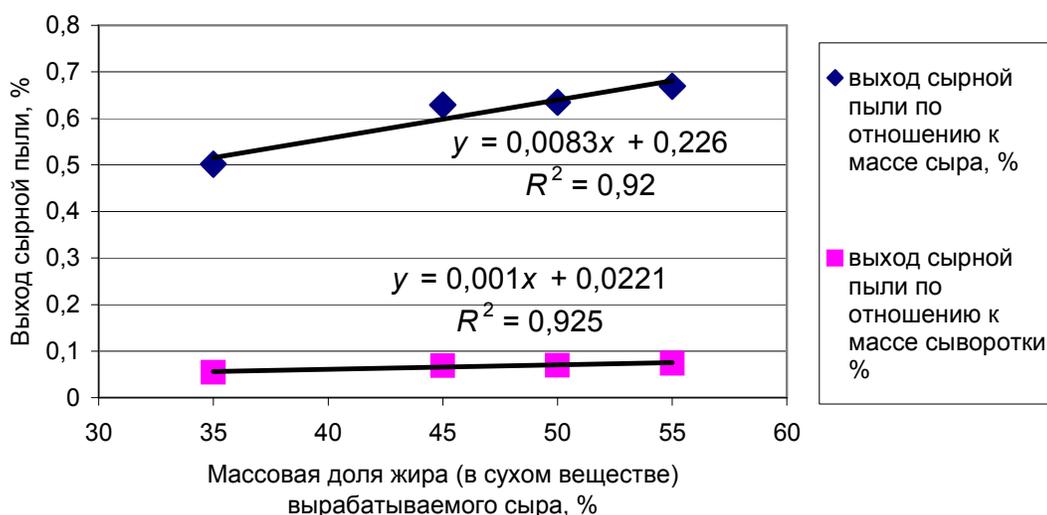


Рисунок 2 – Зависимость содержания сырной пыли в подсырной сыворотке от жирности вырабатываемого сыра

Как видно из рис. 2, зависимость содержания сырной пыли в сыворотке от массовой доли жира вырабатываемого сыра имеет линейный характер и описывается соответствующими уравнениями, представленными на графике: чем выше жирность вырабатываемого сыра, тем больше отход сырной пыли в сыворотку.

Заключение. На отход сырной пыли в сыворотку существенное влияние оказывает способ формирования вырабатываемого сыра (насыпью или из пласта). Внутри одной группы показатели содержания сырной пыли в сыворотке отличаются статистически не значимо, однако большее значение на отход сырной пыли оказывает жирность готового продукта и, как следствие, содержание жира в нормализованной смеси, поступающей на выработку сыра. Так, чем выше жирность вырабатываемого сыра, тем выше показатель содержания сырной пыли в сыворотке, и наоборот, чем ниже жирность сыра, тем ниже данный показатель.

Литература

1. Майоров, А.А. Технические и технологические перспективы производства сыров, формуемых насыпным способом / А.А. Майоров, Е.А. Николаева, А.А. Чупин // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 5. – С. 7–9.
2. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – Москва: ДеЛи принт, 2004. – 592 с.
3. Обьедков, К.В. Методика определения массовой доли сырной пыли в сыворотке / К.В. Обьедков, И.Б. Фролов, Ю.М. Здитовецкая. – Минск, 2009. – С. 5.

K. Ob'edkov, I. Frolov, J. Zditovetskaya

DEFINITION OF THE CHEESE DUST MAINTENANCE IN WHEY BY RENNET CHEESES MANUFACTURE AT THE CHEESE-MAKING ENTERPRISES

Summary

During rennet cheeses manufacture the cheese dust is inevitably formed at the republic cheese-making enterprises. For the purpose of the use degree increase of the milk components, maintenance of the subsequent whey processing efficiency, it is necessary to aspire to lower its quantity. The maintenance of cheese dust in the whey received by various groups and kinds of cheeses manufacture with help of the developed technique was for this purpose investigated. The analysis of the received data will allow to make the conclusion about the major factors influencing increase of the cheese dust maintenance in the cheese whey.

УДК 637.334.7

*А.В. Шах, Ю.В. Лобанов, Т.В. Ховзун
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ИССЛЕДОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЫРНОЙ МАССЫ

(Поступила в редакцию 25.02.2011)

В статье проведен анализ теоретических исследований процесса прессования сырной массы. Рассмотрены физико-химические процессы, протекающие в сырной массе при ее прессовании, а также влияние продолжительности прессования, величины прессующей нагрузки и других основных факторов на процесс прессования сыра.

Прессование – один из важнейших технологических процессов производства сыра, обеспечивающий получение продукта с заданными свойствами и товарным видом. Прессование сыра проводят с целью уплотнения сырной массы, удаления остатков свободной сыворотки и образования замкнутого и прочного поверхностного слоя.

Прессование сырной массы – сложный механический и физико-химический процесс, во время которого под действием внешней сжимающей нагрузки имеют место следующие явления.

Сырные зерна, из которых состоит масса, смещаются относительно друг друга и деформируются, образуя компактную систему. Из них выжимается сыворотка, которая по межзерновой капиллярной системе движется от внутренних слоев массы к поверхности. Одновременно происходит пластическое течение сырных зерен – в результате деформации сдвига их масса стремится заполнить свободные от сыворотки микро- и макрополости.

Пластическое течение массы продолжается некоторое время и после прекращения выделения сыворотки. В этот период особое значение имеет пластическое течение поверхностных слоев массы, так как оно определяет скорость и полноту замыкания поверхности сыра.

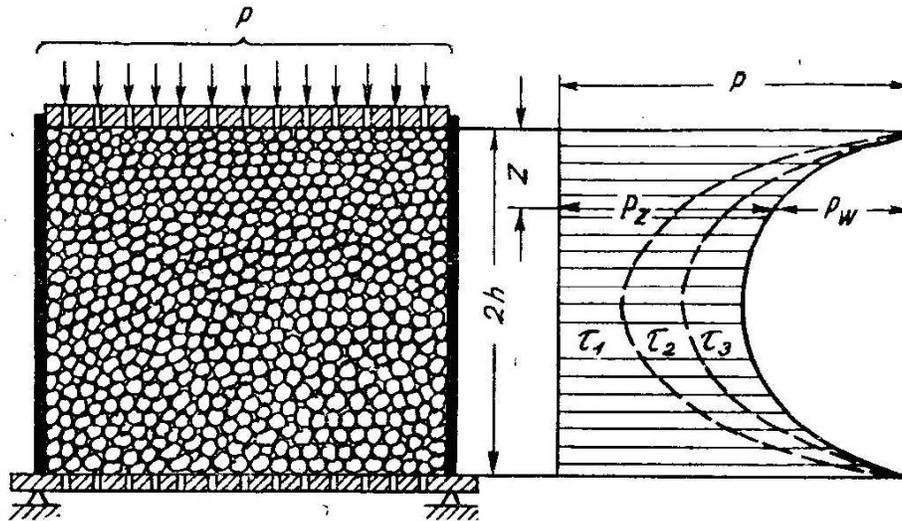
Подвергаемая прессованию сырная масса в физико-химическом отношении – система весьма нестабильная. В ней действуют внутренние

аттракционные силы, благодаря которым происходит «самопроизвольное» синергетическое сжатие сырных зерен и выделение из них сыворотки, а также сращивание зерен друг с другом и объединение их в более или менее монолитную массу, обладающую упругоэластичными и вязкопластичными свойствами.

Эти физико-химические явления накладывают существенный отпечаток на процесс прессования сырной массы, обуславливая его специфичность.

Материалы и методы исследования. В элементарном виде прессование сырной массы можно изобразить следующей упрощенной схемой (рис. 1).

Обычно при прессовании сыра применяются ступенчатые нагрузки, однако они меняются через довольно продолжительные промежутки времени и поэтому в целях упрощения дальнейшего анализа можно считать, что сырная масса прессуется под постоянной равномерно распределенной нагрузкой P .



τ_1, τ_2, τ_3 – эпюры эффективного давления в разные моменты времени

Рисунок 1 – Схема процесса прессования сырной массы

По терминологии механики дисперсных сред процесс уплотнения дисперсных систем под действием постоянной нагрузки называется консолидацией. Теория консолидации разработана главным образом для двухфазных дисперсных систем типа грунтовой массы. Давление в каж-

дой точке системы состоит из двух: порогового (P_w) – давления в жидкости и эффективного давления (P_z) – давления в твердом компоненте.

При отсутствии бокового расширения сжимаемой массы дифференциальное уравнение консолидации имеет следующий вид [1]:

$$\frac{K_\phi(1-\varepsilon_{cp})}{a\gamma_{ж}} \cdot \frac{\partial^2 P_z}{\partial z^2} = \frac{\partial P_z}{\partial \tau}, \quad (1)$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации (средний за процесс уплотнения); ε_{cp} – средний за процесс уплотнения коэффициент пористости, представляющий собой отношение объема пор к объему твердой фазы продукта; a – коэффициент сжимаемости, равный отношению изменения коэффициента пористости к величине действующего давления; P_z – давление в скелете уплотняемой массы, Н/м²; Z – глубина, м; τ – время уплотнения, с; $\gamma_{ж}$ – плотность фильтруемой среды (жидкости), кг/м³.

При следующих начальных и граничных условиях: на поверхности массы ($Z=0$ при $\tau>0$) давление на скелет массы постоянно и равно внешнему давлению нагружения; на нижней границе ($Z=2h$) величина скорости перемещения твердых частиц массы всегда равна 0, следовательно:

$$\left. \frac{\partial P}{\partial z} \right|_{z=2h} = 0; \text{ в начальный момент времени, до приложения нагрузки,}$$

($\tau=0$) при $Z \leq 2h$ давление на скелет отсутствует.

При этих условиях решение уравнения (1) по методу Фурье дает

$$P_z = P \left[1 - \frac{4}{\pi} \sin \frac{\pi z}{2h} e^{-A\tau} + \frac{4}{3\pi} \sin \frac{3\pi z}{2h} e^{-9A\tau} \dots \right]. \quad (2)$$

Здесь A – коэффициент уплотнения:

$$A = \frac{\pi^2}{4h^2} - \frac{K_\phi(1-\varepsilon_{cp})}{a\gamma_{ж}}. \quad (3)$$

Зная функцию (2), можно найти выражение для определения степени уплотнения массы в любой момент времени (под степенью уплот-

нения понимается отношение осадки массы в данный момент времени к полной осадке).

$$U = \frac{h_0 - h}{h_0 - h_{\min}}, \quad (4)$$

где U – степень уплотнения массы; h_0 – начальная высота слоя массы, м; h_{\min} – высота слоя уплотняемой массы после ее стабилизации, м.

По Цытовичу [1] зависимость между степенью уплотнения и эффективным давлением имеет такой вид:

$$U = \int_0^h \frac{P_z dz}{hP}. \quad (5)$$

После подстановки в эту формулу развернутого значения P_z и интегрирования получим:

$$U \approx 1 - \frac{8}{\pi^2} \left(e^{-A\tau} + \frac{1}{9} e^{-9A\tau} + \frac{1}{25} e^{-25A\tau} \right). \quad (6)$$

Для практических целей обычно ограничиваются первым членом этого ряда, тогда выражение (6) примет следующий вид:

$$U \approx 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-A\tau}. \quad (7)$$

Во многих случаях бывает удобнее исследовать процесс уплотнения путем наблюдения за изменением коэффициента пористости массы. Высота слоя уплотняемой массы и коэффициент пористости связаны между собой следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{h}{h_\infty} - 1, \quad (8)$$

где h_∞ – приведенная высота слоя, м, то есть такая высота, которую имела бы масса при полном удалении из нее жидкости.

После замены в уравнении (7) величин высот слоя через соответствующие им коэффициенты пористости получим:

$$\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty} = 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-A\tau}, \quad (9)$$

или

$$\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty}{\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty} = \frac{8}{\pi^2} e^{-A\tau}. \quad (10)$$

Выражения (7) и (10) являются приближенными расчетными уравнениями одномерной фильтрационной консолидации слоя массы высотой h при фильтрации жидкости в одну сторону или слоя массы высотой $2h$ при двусторонней фильтрации жидкости. Для пользования этими уравнениями необходимо знать коэффициент K_ϕ и коэффициент уплотнения массы a . Эти величины находят опытным путем [2, 3].

Для определения коэффициента фильтрации K_ϕ через слой массы площадью F и высотой h , предварительно уплотненной до определяемого коэффициента пористости (обычно до ε_{cp}) под напором H за время τ , профильтровывается объем жидкости V_ϕ . Коэффициент фильтрации вычисляют по формуле Дарси:

$$V_\phi = FK_\phi \frac{H}{h}. \quad (11)$$

где F – площадь, m^2 ; H – напор, m ; V_ϕ – объем жидкости, m^3 .

Величину a находим в результате дифференцирования компрессионной кривой материала $\varepsilon(P)$, характеризующей законченное во время сжатие материала ступенчатыми нагрузками в условиях невозможности бокового расширения; компрессионную кривую строим, откладывая по оси абсцисс величину известных постоянных внешних нагрузок, а по оси ординат соответствующие этим нагрузкам коэффициенты пористости, определенные после того, как осадка материала полностью стабилизировалась. Величина a представляет собой тангенс угла наклона касательной к этой кривой:

$$a = -\frac{\partial \varepsilon}{\partial P}. \quad (12)$$

Расчетные уравнения консолидации выведены для массы, представляющей собой двухфазную систему, состоящую только из твердой и жидкой фазы. Но при отсутствии изменения прессующей нагрузки во времени аналогичные уравнения могут применяться и для расчета консолидации трехфазной системы, если газообразная фаза в ней находится в защемленном состоянии. При этом, как показано Флориным, достаточно лишь уменьшить коэффициент консолидации в ω раз, то есть:

$$A^1 = \frac{A}{\omega} = \frac{K_{\phi}(1 - \varepsilon_{\text{ср}})}{a \varepsilon_{\text{ж}} \omega} \frac{\pi^2}{4h^2}. \quad (13)$$

Величина ω для одномерной задачи равна:

$$\omega = 1 - \frac{\beta(1 + \varepsilon)}{a}, \quad (14)$$

где β – переменный коэффициент объемного сжатия газообразной фазы, отнесенный к первоначальному объему уплотняемой среды в целом.

Этот коэффициент приближенно может быть определен по следующему выражению, полученному Флориным теоретически исходя из законов изотермического сжатия газа и растворения его в жидкой среде (законов Бойля-Мариотта и Генри):

$$\beta = \frac{s + qn}{P + p_0} = \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} \cdot \frac{1 - m + qt}{P + p_0}, \quad (15)$$

где s – объем газообразной фазы в единице объема уплотняемой массы, м^3 ; n – объем жидкой фазы в единице объема массы, м^3 ; m – объем твердой фазы в единице объема массы, м^3 ; q – коэффициент растворимости воздуха в жидкости; p_0 – начальное давление газообразной фазы, Н/м^2 ; P – давление, создаваемое нагрузкой, Н/м^2 .

Результаты и их обсуждение. Приведенные уравнения механики дисперсных сред, кроме расчета осадки грунтовой массы, могут применяться и при изучении процесса прессования дисперсных пищевых продуктов. Исходя из этой работы Г.А. Кук [4] распространил выводы механики грунтов и на прессование других молочных продуктов, в том числе и на сыр, не вводя при этом каких-либо ограничительных условий.

Но в отличие от других дисперсных продуктов сырная масса как объект прессования обладает аномальной особенностью – в силу наличия внутренних аттракционных сил она способна самоуплотняться, причем этот процесс не заканчивается во время прессования, а еще продолжается при последующей посолке и созревании сыра. Поэтому наиболее целесообразным путем изучения процесса прессования сырной массы следует признать непосредственное сравнение кривых консолидации, полученных при разных условиях с последующим моделированием по этим данным производственных режимов прессования.

Если учесть структурные и физико-химические особенности сырной массы, то процесс уплотнения ее под действием прессующей нагрузки можно представить так.

В начале процесса осадка протекает значительно быстрее, чем это следует из уравнений (7) и (10), так как в это время она происходит в основном за счет перераспределения сырных зерен в более компактную систему и вытекания из межзернового пространства свободного воздуха. После того как в результате тесного сближения зерен произойдет защемление газообразной фазы, процесс уплотнения примет фильтрационный характер, сходный с тем, которым описывается приведенными выше уравнениями консолидации. Эта стадия должна длиться до тех пор, пока в массе имеется свободная сыворотка, подчиняющаяся законам гидравлики. На этом участке сырную массу можно считать пористой дисперсной системой, подобной грунтовой массе.

Затем скорость уплотнения должна обуславливаться главным образом физико-химическими явлениями, в первую очередь синерезисом и сопутствующим ему процессом сращивания сырных зерен. Для условий фильтрации сыворотки в одну сторону И.Н. Влодавец, Б.А. Хавкина, Д.Я. Шоломкова и В.В. Якушев [3] получили следующее кинетическое уравнение синерезиса молочного сгустка:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{c}{\sqrt{t}} (V_{\text{ж}}^{\text{max}} - V_{\text{ж}}), \quad (16)$$

где $V_{\text{ж}}$ – объем фильтрата, образовавшегося к моменту времени t , м^3 ; t – время синерезиса (для сырной массы соответствует времени от начала разрезки сырного калье), с; $V_{\text{ж}}^{\text{max}}$ – максимальный объем фильтрата, который соответствует времени окончания синерезиса, м^3 ; c – константа, зависящая от физико-химических свойств сырной массы.

Выразим объем фильтрата через соответствующие объемы сырной массы.

$$V_{\text{ж}} = V_{\text{н}} - V \quad V_{\text{ж}}^{\text{max}} = V_{\text{н}} - V_{\text{к}}, \quad (17)$$

где $V_{\text{н}}$ – объем сырной массы в начале процесса синерезиса, м^3 ; $V_{\text{к}}$ – объем сырной массы после окончания процесса синерезиса, м^3 ; V – объем сырной массы, в момент времени t , м^3 .

Подставив значения $V_{\text{ж}}$ и $V_{\text{ж}}^{\text{max}}$ в уравнение (16), будем иметь:

$$\frac{\partial V}{dt} = \frac{c}{\sqrt{t}} (V - V_{\text{к}}). \quad (18)$$

Преобразуем эти выражения в уравнение синеретической консолидации сырной массы. Для этого обозначим коэффициент пористости массы при объемах $V_{\text{н}}$, $V_{\text{к}}$, V соответственно ε_0' , ε_{∞}' и ε' .

Из определения понятия коэффициента пористости следует:

$$\varepsilon' = \frac{V - V_{\infty}}{V_{\infty}}, \quad (19)$$

где V_{∞} – приведенный объем, м^3 , то есть такой объем, который бы имела масса после полного удаления из нее жидкости.

Отсюда:

$$V = (\varepsilon' + 1)V_{\infty}. \quad (20)$$

Аналогично находим:

$$V_H = (\varepsilon'_0 + 1)V_\infty. \quad (21)$$

$$V_K = (\varepsilon' + 1)V_\infty. \quad (22)$$

Из уравнения (16), используя уравнения (20) и (22), получим:

$$\frac{\partial \varepsilon'}{\partial t} = \frac{c}{\sqrt{t}}(\varepsilon' - \varepsilon'_\kappa). \quad (23)$$

Интегрирование и последующее преобразование этого уравнения приводит к выражению:

$$\ln \frac{\varepsilon' - \varepsilon'_\infty}{\varepsilon'_0 - \varepsilon'_\infty} = -2c\sqrt{t}. \quad (24)$$

Или в экспоненциальном виде:

$$\frac{\varepsilon' - \varepsilon_\infty}{\varepsilon'_0 - \varepsilon_\infty} = e^{-2c\sqrt{t}}. \quad (25)$$

Это и есть уравнение синергетической консолидации сырной массы, названное так по аналогии с уравнением фильтрационной консолидации.

Нетрудно видеть, что уравнения (10) и (25) по своему виду довольно близки друг к другу и в основном отличаются величиной показателя степени при аргументе времени процесса. Отсюда следует, что процесс фильтрационной консолидации затухает с течением времени значительно быстрее процесса синергетической консолидации. Это, в свою очередь, заставляет предполагать, что после удаления из прессуемой сырной массы гидравлически свободной сыворотки процесс ее уплотнения обуславливается в основном действием внутренних аттракционных сил, а влияние на процесс обезвоживания механических факторов, в частности величины нагрузки, должно проявляться главным образом в начале пресования. Справедливость сделанного теоретического вывода о трехста-

дейности процесса прессования сырной массы подтверждается характером экспериментальных кривых консолидации сырной массы (рис. 2).

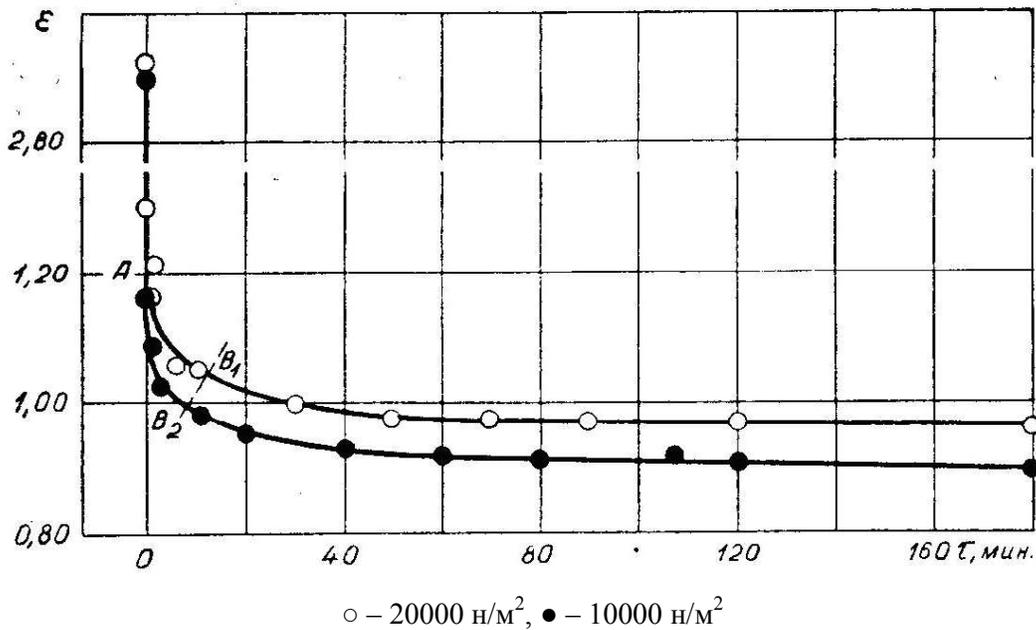


Рисунок 2 – Консолидация сырной массы под влиянием разных нагрузок

До точки *A* кривые консолидации круто падают вниз, практически сливаясь в одну вертикальную линию, которая через несколько секунд раздваивается, и начинается участок, где кривые консолидации отличаются своей кривизной, что свидетельствует о разной скорости процессов, отображаемых ими. В общем случае этот участок включает стадию перераспределения зерен в более компактную систему и стадию фильтрационной консолидации сырной массы. Он назван участком активного отжима, продолжительность его зависит от физико-химических свойств сырного зерна, величины прессующей нагрузки (точки *B₁* и *B₂*) и размеров прессуемого сыра. Затем скорости уплотнения сырной массы под действием различных нагрузок становятся практически одинаковыми, на что указывает параллельность кривых. Очевидно, к этому времени запас гидравлически свободной сыворотки в сырной массе иссякает и процесс ее обезвоживания начинает лимитироваться не столько фильтрационными параметрами сырной массы, сколько синергетическим выделением из нее сыворотки.

Выводы:

1. Процесс обезвоживания сырной массы при прессовании сыра включает два накладываемых друг на друга процесса: гидромеханический процесс фильтрационной консолидации и физико-химический процесс синергической консолидации, причем последний затухает медленнее первого. Поэтому при прессующих нагрузках, применяемых в сыроделии, конечная влажность отпрессованного сыра зависит в основном от синергических свойств сырного зерна, а не от величины давления прессования.

2. Активная роль механических нагрузок различна на разных стадиях процесса прессования сыра. В начале прессования, когда преобладает процесс фильтрационной консолидации, она заключается главным образом в ускорении обезвоживания сырной массы, а на второй стадии процесса, где преобладает синергическая консолидация, – в ускорении реологического формирования структуры продукта.

3. Процесс прессования сырной массы может быть смоделирован и рассчитан по уравнениям механики дисперсных сред на основе экспериментальных данных, полученных в результате компрессионных испытаний сырной массы.

Литература

1. Цытович, Н.А. Механика грунтов. Издание 4-е перераб. доп. / Н.А. Цытович. – М.: Стройиздат, 1963. – 638 с.

2. Шах, А.В. Анализ теоретических исследований процесса прессования сырной массы / А.В. Шах // Инновационные технологии в пищевой промышленности: сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–8 окт. 2010 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по продовольствию». – Минск, 2010. – С. 46–56.

3. Шах, А.В. Теоретические исследования влияния давления на процесс прессования сырной массы / А.В. Шах // Научные стремления – 2010: материалы респ. науч.-практ. молодеж. конф. с междунар. участием, Минск, 1–3 нояб. 2010 г. – Минск, 2010. – С. 506–510.

4. Кук, Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности. Издание второе / Г.А. Кук. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 768 с.

5. Влодовец, И.Н. Исследование процесса синерезиса белковых сгустков при производстве молочных продуктов: отчет о НИР / И.Н. Влодовец, Б.А. Ховкина, Д.Я. Шеломкова, В.В. Якушев // ВНИМИ. – Углич, 1958.

A. Shakh, J. Lobanov, T. Hovzun

**RESEARCHES AND THE MATHEMATICAL DESCRIPTION
OF PROCESS OF PRESSING OF CHEESE WEIGHT**

Summary

In article the analysis of theoretical researches of pressing process of cheese weight is carried out. The physical and chemical processes proceeding in cheese weight at its pressing, and also influence of duration of pressing, sizes of pressing loading and other major factors on process of pressing of cheese are considered.

*М.М. Акбулатова, С.Л. Василенко, Н.Н. Фурик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

**СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЛАКТОБАЦИЛЛ –
ОСНОВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАММОВ
В БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТАХ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ**

(Поступила в редакцию 14.04.2011)

Определена устойчивость 40 штаммов лактобацилл к NaCl при выращивании на среде MRS. Показано, что лактобациллы способны расти и развиваться на стерильном молоке с предельной концентрацией NaCl, установленной на MRS-среде, однако время сквашивания молока при этом увеличивается. Установлено, что добавление в молоко соли в концентрации на 0,5% ниже, чем пороговая, определенная на MRS-среде, не оказывает влияния на сквашивающую активность штамма.

Введение. Бактериальные закваски и концентраты – функционально необходимые компоненты биотехнологии ферментированных пищевых продуктов, в том числе сыров. Сектор производства сыра является одним из самых динамичных, изменения затрагивают все аспекты деятельности: от получения сырого молока до упаковки. Новые разработки постоянно появляются и в области заквасочных культур. В последние годы наблюдается тенденция расширения спектра микроорганизмов, включаемых в состав микрофлоры заквасок и концентратов для сыров. Это связано со стремлением улучшить органолептические свойства традиционных сыров, повысить их пищевую и биологическую ценность, интенсифицировать процесс выработки и ускорить созревание, повысить устойчивость к биоповреждениям [1–3].

При производстве и созревании сыров осуществляется развитие заквасочной микрофлоры, которая обуславливает следующие процессы:

- преобразование основных составных частей молока (лактозы, белков и липидов) в компоненты сырной массы (модифицированные белки и жир, пептиды, свободные жирные, карбоновые кислоты, аминокислоты и другие соединения), определяющие уникальные органолепти-

ческие, специфические пищевые, диетические и профилактические свойства сыра;

- изменение физико-химических характеристик сырной массы, участвующих в формировании консистенции и структуры сыра;

- обеспечение сохранения продукции во время хранения за счет сбраживания лактозы, накопления органических кислот, поглощения кислорода, образования других специфических и неспецифических соединений с антимикробным действием [4].

Традиционно заквасочную микрофлору рассматривали только в двух аспектах – ее роль в формировании органолептических показателей сыра и подавлении нежелательных (патогенных и технически вредных) микроорганизмов. Очевидно, что эта микрофлора, попадая с сыром в организм человека, может влиять на экологию его желудочно-кишечного тракта и таким образом на здоровье.

Как известно, основу пробиотических микроорганизмов составляют две группы эубиотиков – бифидобактерии и кишечные виды лактобацилл. Среди лактобацилл чаще всего используются штаммы следующих видов: *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. helveticus*, *L. delbrueckii bulgaricus*, *L. delbrueckii lactis*, реже – *L. crispatus*, *L. johnsonii* и *L. reuteri*. Если содержание пробиотических микроорганизмов в реализуемом сыре будет в физиологически значимом количестве (не менее 10^6 КОЕ/г), такой сыр может обладать пробиотическими свойствами [4, 5].

Сегодня описано около двух десятков сыров с пробиотической микрофлорой. Так, с 2001 г. в Барнауле разработаны полутвердые сыры, вырабатываемые с применением заквасок, в состав которых входит невязкий штамм *L. acidophilus* («Покровский», «Алтайский кудесник», «Сальский», «Вальмен», «Миталер») [6]. Сыры различаются по технологии производства (цельное или нормализованное по жиру молоко, способы обработки зерна и формования, форма и размер головки и т. п.) и, соответственно, по физико-химическим и органолептическим показателям. Применение при их выработке ацидофильной палочки, известной своими антагонистическими свойствами, позволило стабилизировать качество сыров за счет подавления технически вредной и условно-патогенной микрофлоры, улучшить вкус и консистенцию сыров, сократить срок

созревания и продлить гарантированный срок годности по сравнению с традиционными сырами этого типа. По данным авторов, зрелые сыры содержат терапевтически значимые уровни *L. acidophilus* ($10^7 \times 10^8$ КОЕ/г) [7]. Из зарубежных сыров ацидофильную палочку содержит финский полутвердый сыр «Фестиво» (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium sp.*, 10^6 КОЕ/г).

Штаммы *L. casei* используются при производстве таких российских сыров: «Байкальский», «Покровский», «Алтайский кудесник», «Вальмен», «Миталер» и др. За рубежом в экспериментальных выработках сыра «Чеддер» с коммерческой пробиотической культурой *L. casei* установлено, что ее численность после 32 сут созревания сыра составляет 2×10^7 КОЕ/г. Штаммы *L. plantarum* входят в состав заквасочной микрофлоры сыров «Курортный» и «Бифидный». В литературе не обнаружено сообщений российских исследователей о включении в сыры лактобацилл видов *L. paracasei* и *L. rhamnosus*. Однако за рубежом данные виды лактобацилл довольно широко применяются в сыроделии [7].

Накопленные результаты исследований свидетельствуют, что интенсивность и направленность процессов, протекающих во время производства и оборота сыров, во многом зависят от характера используемой заквасочной микрофлоры: группового, видового и штаммового состава, физиолого-биохимических и биотехнологических свойств культур, их численности, соотношения и активности, адекватности реакции на используемые в производстве технологические режимы. Учитывая это, отечественными и зарубежными научно-исследовательскими организациями и специализированными фирмами постоянно ведутся научные исследования, направленные на совершенствование состава и свойств микрофлоры бактериальных заквасок и концентратов для сыроделия.

Одним из важных аспектов использования штаммов в бактериальных концентратах для сыроделия является устойчивость их к поваренной соли и способность развиваться при ее повышенном содержании. Соль в сыре принимает непосредственное участие в формировании вкуса и консистенции, а также регулирует микробиологические, биохимические и физико-химические процессы во время выработки и созревания сыра. посредством влияния на контроль активности ферментативных систем, синерезис сгустка и, следовательно, снижение содержания влаги в сыре,

физические изменения белков сыра, что влияет на консистенцию сыра, растворимость белков и, вероятно, их конформацию, контроль роста и развития микроорганизмов.

Цель работы – изучение солеустойчивости бактерий р. *Lactobacillus* из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий и определение возможности их использования для производства бактериальных концентратов и заквасок для разных видов сыров.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись 40 штаммов лактобацилл из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий (табл. 1).

Таблица 1 – Описание бактерий р. *Lactobacillus*

Видовая принадлежность штамма	Паспортный номер штамма	Оптимальная температура культивирования, °С
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1157 ML-AF, 1180 ML-OF, 2645 ML-O, 2640 ML-O	34±1
<i>Lactobacillus casei</i>	1208 ML-OFR, 1196 ML-OFR, 1189 ML, 1209 ML-OFR, 1188 ML-OF, 1964 ML-F	34±1
<i>Lactobacillus paracasei</i>	2639 ML-O	34±1
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	1190 ML-AF, 2593 ML-AF, 2637 TL-O, 2641 TL-O, 2642 TL-O, 2643 TL-O	37±1
<i>Lactobacillus helveticus</i>	2389 LA-AV, 1191 TL-A, 397 TL-AVF, 382 LA-AV, 2644 TL-A, 2651 TL-A	37±1
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	356 LA-AV, 1175 LA-AVF, 1178 LA-AVF, 1185 LA-AV, 1186 LA-AVF, 1187 LA-AVF, 2649 TL-O	37±1
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	386 TL-AV, 1525 TL-A, 2646 TL-A, 2647 TL-A	42±1
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis</i>	2636 TL-A, 2653 TL-A	42±1
<i>Lactobacillus gasseri</i>	2638 TL-O, 2648 TL-O	37±1
<i>Lactobacillus fermentum</i>	2650 TL-O, 2652 TL-O	37±1

В работе использовали питательные среды: BOM-10, MRS, а также среды с различным содержанием NaCl:

1) среда BOM-10 (10%-ное восстановленное обезжиренное молоко). В 900±10 см³ подогретой до 47±2 °С воды растворяли 100±1 г сухого обезжиренного молока, выдерживали в течение 35±5 мин при периодическом перемешивании, разливали в колбы или пробирки и стерилизовали при 121±1°С в течение 12±2 мин;

2) *MRS-среду* готовили согласно [8];

3) *MRS-среду, содержащую NaCl*, готовили следующим образом. К компонентам *MRS-среды* добавляли *NaCl* в определенной концентрации, доводили до 1 л дистиллированной водой, добавили агар в требуемой концентрации, стерилизовали автоклавированием 15 ± 1 мин при 121 ± 1 °С. pH готовой среды – 6,2–6,4;

4) *среда BOM-10, содержащая NaCl*. Поваренную соль, взвешенную на аналитических весах и прокаленную в сушильном шкафу при 180 °С в течение 2 ч, вносили в асептических условиях в требуемом количестве в 100 мл среды *BOM-10*.

Измерение pH проводили по ГОСТ 26781–85.

Получение 16 ± 2 ч бактериальных культур на среде *BOM-10*. Для культур – сильных кислотообразователей (*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*) заквашивание стерильного восстановленного молока производили из расчета 1 петля на 10 мл молока; для остальных культур – слабых кислотообразователей (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus fermentum*) – из расчета 0,5 мл выращенной на среде *MRS* культуры вносили в 10 мл стерильного восстановленного молока. Инкубировали в термостате при оптимальной температуре (табл.1).

Определение способности бактерий расти в среде с различным содержанием *NaCl*. Бактериальные культуры выращивали в течение 16 ± 2 ч в среде *MRS* в анаэробных условиях, после чего по 100 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды *MRS*, содержащей *NaCl* в концентрации – от 0,5 до 11%, шаг 0,5%. Инкубировали в течение 48–72 ч при оптимальной температуре (табл. 1). О толерантности бактерий к поваренной соли судили по наличию или отсутствию помутнения среды.

Определение способности бактерий расти в молоке с различным содержанием *NaCl*. Бактериальные культуры выращивали в течение 16 ± 2 ч в среде *BOM-10*, после чего заквашивали молоко, содержащее определенное количество *NaCl* (1 петля для штаммов – сильных кислотообразователей, 1% для штаммов – слабых кислотообразователей). Ин-

кубировали при оптимальной температуре (табл. 1) до образования сгустка.

Определение способности бактерий расти в молоке с пороговым содержанием NaCl. Бактериальные культуры выращивали в течение 16 ± 2 ч в среде ВОР-10, после чего заквашивали молоко, содержащее определенное количество NaCl (0,1% от объема заквашиваемой среды для штаммов – сильных кислотообразователей, 5% от объема заквашиваемой среды для штаммов – слабых кислотообразователей). Штаммы инкубировали в течение 16 ± 2 ч при оптимальной температуре (табл. 1), после чего из серии последовательных разведений делали высевы для определения количества выросших клеток.

Результаты и их обсуждение. Соль в сыре является необходимым компонентом пищевой ценности, так как она принимает непосредственное участие в формировании вкуса и консистенции; регулирует микробиологические, биохимические и физико-химические процессы во время выработки и созревания сыра и тем самым оказывает косвенное влияние на показатели качества. Рост и размножение микроорганизмов, ферментативные процессы могут происходить только при наличии в среде в доступной форме определенного количества воды. Количество доступной для микроорганизмов воды (активность воды) не равняется содержанию воды в среде, поскольку растворенные в воде вещества связывают часть воды, делая ее недоступной для микроорганизмов. Ингибиторное действие растворенной в среде соли на микроорганизмы, а также на физические и биохимические процессы в основном обусловлено связыванием ею воды. Сыры являются динамичной структурой: активность воды в них по ходу технологического процесса постоянно меняется. Во время созревания активность воды в сыре постепенно снижается за счет усушки, расщепления компонентов молока, в частности казеина, с образованием соединений, обладающих значительно более высокой водосвязывающей способностью, чем исходный субстрат. Меняется состав и функции микрофлоры. Главными функциями микрофлоры заквасок во время выработки и на первых этапах созревания являются сбразивание лактозы и накопление биомассы как источника энзимов, ведущих последующее созревание сыра. Эти функции она выполняет, пока в сырах присутствуют углеводы. В этот период ингибирование роста микрофлоры за-

кваски любыми факторами, например, интенсивной посолкой зерна, наносит сыру ущерб, пропорциональный степени ингибирования [1, 9].

На последующих этапах микрофлора закваски не размножается, клетки ее постепенно лизируются с высвобождением внутриклеточных энзимов, принимающих участие в созревании сыра: чем быстрее будут лизироваться микробные клетки, тем интенсивнее пойдет созревание сыра. В связи с этим соль может играть положительную роль как катализатор лизиса микробных клеток и, главное, как регулятор энзиматических процессов. Кроме этого, на всем протяжении созревания в сырах могут размножаться пропионовокислые и маслянокислые бактерии, рост которых в значительной степени зависит от содержания соли в водной фазе сыра. Это делает соль важным фактором регулирования микробиологических процессов в сырах. По содержанию поваренной соли сыры можно разделить на три группы [1]:

1) сыры с низким содержанием соли (от 0,2 до 1,0%), к которым относятся кисломолочные и твердые сыры с высокой температурой второго нагревания импортного производства;

2) сыры с содержанием соли от 1,2 до 3,0% (чаще 1,5–2,0%) – твердые сыры со средней и низкой температурой второго нагревания, твердые сыры с высокой температурой второго нагревания, изготовленные в странах СНГ, полутвердые и мягкие сыры;

3) сыры с высоким содержанием соли (от 3 до 8%) – рассольные сыры, сыры типа «Рокфор».

Широко распространенным способом посолки сычужных сыров является их выдержка в течение нескольких дней в рассоле – 18–23%-ном растворе NaCl. В это время соль проникает в поверхностные слои головки сыра и впоследствии во время созревания медленно диффундирует вглубь головки. Во время выдержки в рассоле обеспечивается требуемое содержание соли в сыре и происходит охлаждение сырной массы до температуры ниже 15 °С. Кроме этого соль, насыщая поверхностный слой, придает определенную жесткость головкам сыра [1, 9].

В настоящее время чаще всего применяют комбинированную посолку: в зерне до уровня, не оказывающего ингибиторного влияния на рост микрофлоры закваски, с досаливанием в рассоле. Доза NaCl, допускаемая для внесения в зерно, для сыров с низкими температурами второго нагревания составляет 200–300 г/100 кг молока, для сыров типа «Рос-

сийский» – 500–600 г/100 кг. Для мелких сычужных сыров оптимальное содержание соли составляет 1,0–2,0%, или 3,7–4,7% в водной фазе. В крупных швейцарских сырах с высокой температурой второго нагревания («Эмменталь», «Грюйер») содержание соли составляет 0,44–1,62%, или 1,2–4,3% в водной фазе, в российском сыре – 1,2–2,0%, или 3,2–5,3% в водной фазе, в итальянских терочных сырах «Пармезан» и «Грана» – 1,4–1,7%, или 4,4–5,0% в водной фазе [1, 2, 9].

Штаммы мезофильных лактобацилл, способные размножаться при высоких концентрациях соли, широко распространены в природе, в частности, они являются постоянными обитателями соляных бассейнов. Данные микроорганизмы также растут в молоке с 9–12% соли. Штаммы мезофильных лактобацилл, выделенные из сыров, росли в средах с 12% соли [2].

Термофильные лактобациллы более чувствительны к соли. Однако более низкий уровень посолки крупных сыров и более длительное время проникновения соли в основную массу сыра, как правило, не ограничивают развитие термофильных лактобацилл.

Таким образом, знание о солеустойчивости штаммов лактобацилл позволит целенаправленно их использовать в составе бактериальных концентратов для изготовления сыров различных видов.

На первом этапе работы солеустойчивость лактобацилл изучали на MRS-среде, содержащей NaCl в определенной концентрации – от 1 до 11% (шаг 0,5%). О толерантности бактерий к NaCl судили по наличию (отсутствию) помутнения среды. Установлена максимальная концентрация NaCl в среде MRS, при которой возможен рост исследуемых штаммов (табл. 2).

Таблица 2 – Рост бактерий р. *Lactobacillus* в среде MRS с NaCl

Вид микроорганизмов	Концентрация NaCl в среде, не оказывающая ингибиторного действия на рост лактобацилл, %
<i>L. plantarum</i>	8,0–9,5
<i>L. casei</i>	8,0
<i>L. paracasei</i>	8,0
<i>L. rhamnosus</i>	8–10
<i>L. helveticus</i>	1–2,5
<i>L. acidophilus</i>	1–3,5
<i>L. gasseri</i>	6,0
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	2–3
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	4,5–5,5
<i>L. fermentum</i>	6,0

Как видно из табл. 2, штаммы мезофильных лактобацилл *L. casei* и *L. paracasei* способны расти при содержании NaCl в среде 8%. Бактерии *L. plantarum* оказались гетерогенны по данному признаку. Так, штаммы 1157 ML-AF и 2640 ML-O устойчивы к 8,0%, 1180 ML-OF – к 9%, 2645 ML-O – к 9,5% концентрации соли в среде.

Среди термофильных лактобацилл при выращивании на MRS-среде ряд штаммов обладал чувствительностью к высоким концентрациям NaCl. Так, бактерии *L. helveticus* и *L. acidophilus* оказались наиболее чувствительными к NaCl в MRS-среде.

Штаммы *L. helveticus* 2389 LA-AV, *L. helveticus* 382 LA-AV и *L. acidophilus* 356 LA-AV росли при содержании соли в MRS-среде 1%, при повышении ее концентрации признаков роста указанных штаммов не наблюдали. Использование данных штаммов в сыроделии ограничено, так как концентрация соли в водной фазе твердых и полутвердых сыров составляет 2–6% [1]. Для бактерий *L. helveticus* 1191 TL-A, *L. helveticus* 2651 TL-A, *L. helveticus* 2644 TL-A и *L. acidophilus* 1185 LA-AV уровень устойчивости к NaCl оказался выше и составил 2%, а для штаммов *L. helveticus* 397 TL-AVF *L. acidophilus* 1175 LA-AVF *L. acidophilus* 1178 LA-AVF *L. acidophilus* 1186 LA-AVF *L. acidophilus* 1187 LA-AVF – 2,5%. Максимальной устойчивостью к соли обладал штамм *L. acidophilus* 2649 TL-O, рост которого регистрировали в MRS-среде с содержанием NaCl 3,5% (табл. 2).

При изучении солеустойчивости штаммов *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* показано, что штамм 2646 TL-A устойчив к 2% NaCl, штаммы 386 TL-AV и 1525 TL-A – к 2,5% NaCl, штамм 2647 TL-A устойчив к 3% NaCl в среде. Близкородственный вид *L. delbrueckii* subsp. *lactis* оказался менее чувствительным к соли – рост штамма 2636 TL-A регистрировали в MRS-среде с концентрацией NaCl 4,5%, 2653 TL-A – 5,5%. Штаммы *L. gasseri* и *L. fermentum* способны расти при содержании NaCl в MRS-среде до 6% (табл. 2).

Наибольшим уровнем солеустойчивости среди всех исследованных лактобацилл обладали штаммы *L. rhamnosus*. Штамм *L. rhamnosus* 2593 ML-AF рос при содержании соли в MRS-среде 8%, *L. rhamnosus* 1190 ML-AF и *L. rhamnosus* 2641 TL-O – 8,5%, *L. rhamnosus* 2637 TL-O, *L. rhamnosus* 2642 TL-O, *L. rhamnosus* 2643 TL-O – 10%. Устойчивость

данных штаммов к высоким концентрациям соли позволяет применять их при производстве сыров разных видов, в том числе рассольных.

Таким образом, определена предельная устойчивость к NaCl 40 штаммов лактобацилл из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий при выращивании штаммов на среде MRS.

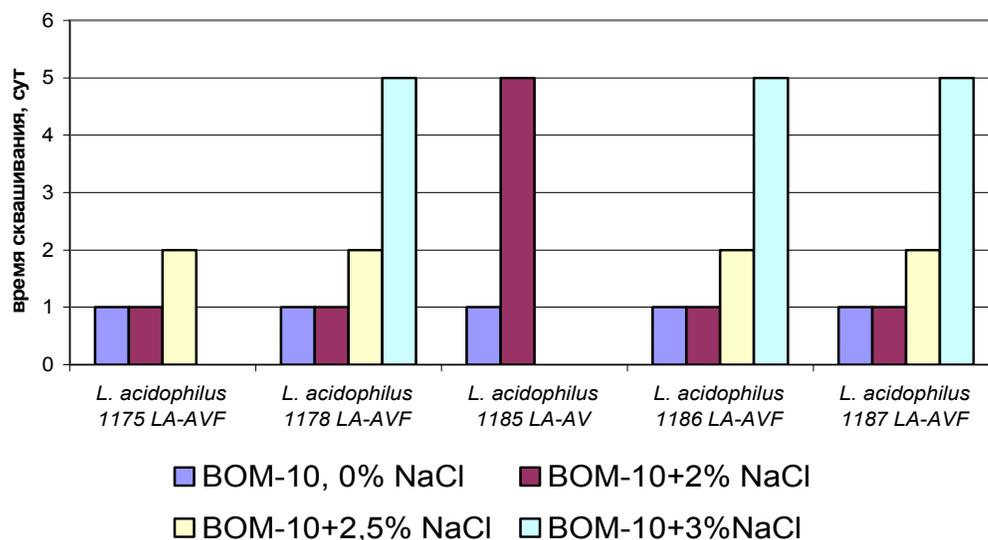


Рисунок 1 – Скваживание молока с различными концентрациями NaCl бактериями *L. acidophilus* (крайний правый столбик указывает для каждого штамма граничную концентрацию соли в молоке, при которой штамм сквашивал молоко)

На следующем этапе работы изучали влияние предельной концентрации соли на развитие быстроскваживающих штаммов лактобацилл в среде BOM-10, содержащей NaCl. Как видно на рис. 1, для бактерий *L. acidophilus* показано увеличение времени сквашивания молока при содержании NaCl в среде в граничных концентрациях. Так, штамм *L. acidophilus* 1175 LA-AVF сквашивал молоко и молоко, содержащее 2,0% NaCl, практически за одинаковое время – в течение первых суток инкубирования. При увеличении концентрации соли в молоке до 2,5%, предельной концентрации, при которой данный штамм развивался на MRS-среде, время сквашивания увеличивалось до двух суток. При более высоких концентрациях NaCl в молоке роста данного штамма не наблюдали при культивировании в течение 7 сут.

Для штамма *L. acidophilus* 1185 LA-AV предельная концентрация соли, при которой данный штамм развивался на MRS-среде, совпала с

таковой при росте штамма в среде BOM-10+2,5% NaCl, однако время сквашивания увеличилось до 5 сут. Для остальных исследованных штаммов *L. acidophilus* установлено, что штаммы 1178 LA-AVF, 1186 LA-AVF и 1187 LA-AVF могут сквашивать BOM-10 с концентрацией соли выше (3,0% NaCl), чем определенной на MRS-среде (2,5% NaCl), при этом время сквашивания увеличивается до 5 сут, в то же время использование предграничной концентрации NaCl – 2% не оказывает влияния на сквашивающую способность данных штаммов (рис. 1).

При изучении мезофильных лактобацилл (бактерий *L. casei* и *L. plantarum*) на способность сквашивать BOM-10, содержащее NaCl, установлено, что при внесении 1% посевного материала время сквашивания среды BOM-10 составило 2 сут, исследуемые штаммы *L. plantarum* (штаммы 1157 ML-AF, 1180 ML-OF, 2645 ML-O, 2640 ML-O) и *L. casei* (штаммы 1208 ML-OFR, 1196 ML-OFR, 1189 ML, 1209 ML-OFR, 1964 ML-F) не сквашивали молоко в течение 5 дней инкубирования при содержании в BOM-10 предельной концентрации.

Таким образом, лактобациллы способны расти и развиваться в стерильном молоке с предельной концентрацией NaCl, установленной на MRS-среде, однако при этом увеличивается время сквашивания молока. Добавление в молоко соли в концентрации на 0,5% ниже, чем пороговая, определенная на MRS-среде, не оказывает влияния на сквашивающую активность штамма.

Работа выполнена в рамках задания 2.29. «Исследование влияния физико-химических факторов (температуры, солевых растворов, pH) на устойчивость заквасочных культур рода *Lactobacillus*, их антагонистические и кислотообразующие свойства при производстве твердых и полутвердых сычужных сыров» ГППНИ на 2007–2010 годы «Рациональное питание».

Литература

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

2. Physics and Microbiology / P.F. Fox [et al.] – 3rd ed. – Vol. 1: General aspects. – UK: Elsevier Academic Press, 2004. – P. 191–259.
3. Николаева, Е.А. Активные и пассивные методы борьбы с биоповреждениями сыров / Е.А. Николаева, А.А. Майоров // Перераб. молока. – 2008. – №8. – С. 34–39.
4. Смирнов, Е.А. Моновидовые бактериальные концентраты для сыроделия / Е.А. Смирнов, Г.Д. Перфильев, Н.П. Сорокина // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 2. – С. 22–23.
5. Каган, Я.Р. Сыры с пробиотической микрофлорой / Я.Р. Каган // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 2. – С. 24–27.
6. Бахнова, Н.В. Бактериальные концентраты для продуктов функционального назначения / Н.В. Бахнова, И.П. Анищенко // Молочная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 60–61.
7. Шергин, А. Сыр как источник пробиотических микроорганизмов. Пробиотики «HOWARUTM PREMIUM» для сыроделия / А. Шергин // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 6. – С. 14–15.
8. 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.
9. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т 3. Сыры. / В.В. Кузнецов, Г.Г. Шилер; под общ. ред. Г.Г. Шилера. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 512 с.

M. Akbulatava., S. Vasylenko, N. Furik

SALT TOLERANCE IS THE BASE FOR STRAIN USING IN CHESE SOURDOUGHS

Summary

The NaCl-tolerance of 40 Lactobacillus strains was determined in MRS medium. Lactobacilli were able to grow in sterile milk with the NaCl with maximal concentration which was determined in the MRS-medium. In this case time of milk ripening was increased. Addition of salt at low concentration (<0,5% of maximal concentration which was determined on the MRS-medium) in the milk had no effect on ripen activity of the strain.

С.Л. Василенко, С.Б. Борунова, Н.Н. Фурик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ИЗУЧЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛАКТОБАЦИЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КИШЕЧНИКА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ

(Поступила в редакцию 12.04.2011)

*У 18 штаммов лактобацилл изучена активность протеолитических ферментов. Установлено, что бактерии *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, 2 штамма *L. rhamnosus* обладают низкой протеолитической активностью, для остальных штаммов показана средняя (2 штамма *L. rhamnosus*) и высокая (штаммы *L. delbrueckii subsp. lactis*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. gasseri*) протеолитическая активность. Протеолитическая активность лактобацилл возрастала при увеличении продолжительности культивирования в молоке до шести суток. Протеолитическая активность всех изученных штаммов лактобацилл, культивируемых на пастеризованном молоке, была выше, чем их активность, определенная при культивировании на восстановленном обезжиренном молоке.*

Введение. Регулярное употребление кисломолочных продуктов и препаратов на основе пробиотических микроорганизмов, главным образом лактобацилл и бифидобактерий, оказывает на организм человека положительное влияние, выражающееся в изменении состава бактериальной микрофлоры кишечника и в профилактике и лечении желудочно-кишечных заболеваний [1]. При систематическом употреблении пробиотических продуктов происходит регуляция состава кишечной микрофлоры, что предохраняет организм человека от болезнетворных микроорганизмов за счет адгезии пробиотических бактерий на слизистой оболочке кишечника. Продуцируя антимикробные вещества, пробиотические микроорганизмы создают неблагоприятные условия для роста многих болезнетворных грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [1, 2]. Пробиотические микроорганизмы непосредственно обеспечивают организм β -галактозидазой, что особенно важно для людей, страдающих непереносимостью лактозы. Благодаря употреблению пробиотических продуктов, которые, как известно, обладают антимуtagenными и анти-

канцерогенными свойствами, происходит укрепление иммунной системы. Благодаря способности данных бактерий продуцировать витамины как побочные продукты клеточного метаболизма происходит обогащение организма человека витаминами группы В, биотином, РР, фолиевой кислотой, викасолом, токоферолом, аскорбиновой кислотой и рядом других [1–4].

В настоящее время препараты и продукты, созданные с использованием пробиотических микроорганизмов, рассматриваются в качестве основы функционального питания человека и способствуют профилактике ряда заболеваний. Положительный эффект достигается как путем введения живых клеток бактерий непосредственно в организм человека, так и путем использования этих микроорганизмов в составе заквасок при получении продуктов питания, в том числе на основе молока.

В последние годы все более широкое распространение получает пищевая аллергия, вызванная употреблением в пищу животных белков, в том числе содержащихся в молочных продуктах. Это обуславливает необходимость использования микроорганизмов, активно синтезирующих ферменты протеолитического комплекса, для производства гипоаллергенных диетических и лечебно-профилактических продуктов питания на основе гидролизатов молочного белка.

Протеиназы играют ключевую роль в функционировании микробной клетки, процессах ее роста и морфогенеза, активации зимогенов, транспорте секреторных белков и пептидов, преодолении последствий патологических процессов и др. Внеклеточные протеиназы микроорганизмов участвуют главным образом в гидролизе крупных белковых молекул до небольших пептидных остатков, которые затем транспортируются внутрь клетки и используются ею как источники азотного питания. В то же время внутриклеточные протеолитические ферменты регулируют клеточный метаболизм. Протеолитические ферменты микроорганизмов весьма многочисленны и различаются по субстратной специфичности и физико-химическим характеристикам [5, 6].

Цель данной работы – изучение протеолитической активности штаммов лактобацилл, выделенных из содержимого кишечника здоровых людей.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись 18 штаммов лактобацилл из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий – *L. delbrueckii subsp. lactis* L1/2, *L. delbrueckii subsp. lactis* L39/4, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L32/2, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L33/1, *L. helveticus* L27/4, *L. helveticus* L38/1, *L. acidophilus* L35/6, *L. gasseri* L9/1, *L. gasseri* L34/5, *L. plantarum* L21/3, *L. plantarum* L31/1, *L. paracasei* L12/1, *L. rhamnosus* L6/2, *L. rhamnosus* L21/4, *L. rhamnosus* L24/1, *L. rhamnosus* L26/4, *L. fermentum* L36/2, *L. fermentum* L38/5.

В работе использовали питательные среды: MRS [7], BOM-10, среды для определения наличия протеолитической активности.

Среда BOM-10 (10%-ное восстановленное обезжиренное молоко). В (900±10) см³ подогретой до (47±2) °С воды растворяли (100±1) г сухого обезжиренного молока, выдерживали в течение (35±5) мин при периодическом перемешивании, разливали в колбы или пробирки и стерилизовали при (121±1) °С в течение (12±2) мин.

Среду 1 для определения протеолитической активности готовили следующим образом. 100 мл среды BOM-10 смешивали с 50 мл 3%-ного раствора агара, стерилизованного при (121±1) °С в течение (12±2) мин, и с 15 мл 10%-ного дрожжевого экстракта, стерилизованного при (121±1) °С в течение (10±1) мин. рН готовой среды – 6,3.

Среда 2 для определения протеолитической активности. Для приготовления среды смешивали следующие компоненты: 10 г панкреатического гидролизата казеина, 5 г дрожжевого экстракта, 20 г казеината натрия, 8,9 г натрия лимоннокислого, 4,4 г хлорида кальция, 20 г глюкозы, 15 г агара, после чего доводили до 1 л дистиллированной водой, нагревали до растворения всех компонентов среды, стерилизовали автоклавированием (15±1) мин при (121±1) °С. рН среды 2а – 7,0±0,1. рН среды 2б – 6,0±0,1.

Среда 3 для определения протеолитической активности. Для приготовления среды смешивали следующие компоненты: 10 г панкреатического гидролизата казеина, 5 г дрожжевого экстракта, 20 г казеината натрия, 8,9 г натрия лимоннокислого, 4,4 г хлорида кальция, 20 г лактозы, 15 г агара, после чего объем доводили до 1 л дистиллированной водой,

нагревали до растворения всех компонентов среды, стерилизовали автоклавированием (15 ± 1) мин при (121 ± 1) °С. рН среды 3а – $7,0 \pm 0,1$. рН среды 3б – $6,0 \pm 0,1$.

Раствор тирозина и триптофана, 0,2 М натрий-фосфатный буфер рН=7,0, растворы 10%-ной трихлоруксусной кислоты и 1М карбоната натрия готовили согласно [8].

Реактив Фолина-Циокальто – использовали коммерческий раствор производства «Реахим» (Россия), который разбавляли дистиллированной водой в соотношении 1 : 6 непосредственно перед проведением экспериментов.

Определение наличия протеолитической активности у пробиотических бактерий (качественный метод). Культуры пробиотических бактерий выращивали в течении (16 ± 2) ч при 37 °С в MRS-среде, содержащей 0,15% агара, после чего суспензию клеток тщательно перемешивали и наносили по 0,05 мл на поверхность сред 1, 2а, 2б, 3а, 3б для определения протеолитической активности. Чашки Петри инкубировали в анаэробных условиях в течение 72 ч. О наличии протеолитической активности судили по появлению зон просветления вокруг выросших колоний.

Определение протеолитической активности (метод М.Е. Hull в модификации М.В. Залашко и соавт) [8]. Лактобациллы выращивали в течение (16 ± 2) ч в среде ВОМ-10, после чего 0,1 мл выросшей культуры вносили в 100 мл среды ВОМ-10 или 100 мл пастеризованного молока и термостатировали при (37 ± 1) °С в течение определенного времени (3 сут или 6 сут), после чего сквашенное молоко тщательно перемешивали и 3 мл вносили в пробирку, содержащую 2 мл дистиллированной воды и 10 мл 10%-ной трихлоруксусной кислоты (ТХУ). Смесь тщательно ресуспендировали, выдерживали 10 мин при комнатной температуре, после чего фильтровали через двойной бумажный фильтр. В колбу переносили 5 мл фильтрата, содержащую 38 мл дистиллированной воды и 5 мл 1М Na_2CO_3 , после чего добавляли 2 мл фенольного реактива Фолина-Циокальто, разбавленного перед определением дистиллированной водой в соотношении 1 : 6, тщательно перемешивали и выдерживали 5 мин, в результате чего раствор принимал голубую окраску, интенсивность которой определяли спектрофотометрически при 650 нм. В качестве кон-

троля использовали молоко той же партии, обработанное аналогичным образом.

Результаты и их обсуждение. Лактобациллы обнаруживаются на всем протяжении ЖКТ человека, а также являются основной микрофлорой влагалища. Источником лактобацилл, колонизирующих ЖКТ у младенцев, являются родовые пути матери, а также грудное молоко. Высокая адгезивность к слизистым оболочкам и слабовыраженная антигенная нагрузка лактобацилл способствует развитию их тесной взаимосвязи со слизистыми, вплоть до образования поверхностного защитного биослоя. Представители данного рода не участвуют в возникновении каких-либо патологических процессов в организме человека, а напротив, оказывают позитивное воздействие на здоровье человека [1, 9, 10].

Препараты, содержащие лактобациллы, широко применяются в гастроэнтерологической практике, так как они предотвращают развитие колита, в том числе язвенного (снижают активность фермента миелопероксидазы), колонизируют защитный покров слизистой, не проникая в крипты (можно применять при неспецифическом язвенном колите), оказывают ингибирующее действие на возбудителя язвенной болезни человека и животных – бактерии *Helicobacter pylori* [11].

Бактерии *L. acidophilus* обладают выраженной противоопухолевой активностью в отношении злокачественных новообразований в кишечнике, а также обладают выраженным вирусоцидным действием благодаря продукции высокоактивной перекиси водорода. В высоких концентрациях *L. acidophilus* оказывает вирусоцидное действие в отношении вируса иммунодефицита человека. Бактерии *L. casei* обладают наиболее высокой противоопухолевой активностью в отношении сарком [11].

Бактерии р. *Lactobacillus* обладают иммуностимулирующим действием, в первую очередь за счет наличия в их клеточной стенке пептидогликанов и тейхоевых кислот, известных поликлональных индукторов иммуномодуляторов. Исследование противоинойфекционной и иммуностимулирующей активности *L. plantarum* показало, что представители этого вида лактобацилл обладают выраженной способностью в анаэробных условиях образовывать уксусную и молочную кислоту, а также катаболизировать аргинин и генерировать окись азота, которая участвует в

таких функциях кишечника, как бактериостаз, секреция мускуса, перистальтика, обеспечение местного иммунитета [12].

Употребление бифидо- и лактобактерий часто ведет к стабилизации артериального давления. Так, у больных гипертензией на фоне приема *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis*, *B. longum*, *L. casei*, *L. helveticus* наблюдали снижение артериального давления [1].

Для качественной оценки протеолитической активности лактобацилл использовали чашечный метод отбора, который основан на выращивании микроорганизмов на агаризованной питательной среде с восстановленным обезжиренным молоком или казеинатом натрия в качестве белкового субстрата. Проявляющие протеолитическую активность культуры образуют вокруг колоний зоны просветления различного радиуса, который определяли как расстояние от края колонии до окончания зоны просветления. При исследовании 18 штаммов лактобацилл на среде 1, содержащей в качестве белкового субстрата молоко, наличия протеолитической активности выявлено не было. При изучении протеолитической активности с использованием в среде в качестве белкового компонента казената натрия у штаммов лактобацилл выявлены зоны просветления среды разного радиуса. На среде, имеющей нейтральный рН=7,0 (среда 2б и среда 3б, содержащие в качестве источника углерода и энергии глюкозу и лактозу соответственно), лактобациллы практически не проявляли протеолитической активности, за исключением штаммов *L. rhamnosus* L24/1, *L. rhamnosus* L26/4, *L. helveticus* L27/4, *L. plantarum* L31/1, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L32/2, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L33/1, радиус зоны просветления среды для которых составил 1–2 мм. При снижении активной кислотности среды до рН=6,0 наблюдали увеличение зоны просветления вокруг колоний от 2 до 6 мм.

На следующем этапе работы определяли протеолитическую активность для 18 исследуемых штаммов лактобацилл с использованием количественных методов. Использовали метод М.Е. Hull в модификации М.В. Залашко и соавт. [8], преимуществами которого является его простота, высокая чувствительность, относительно короткое время культивирования микроорганизмов, возможность использования естественного питательного субстрата (молока).

Для определения протеолитической активности был построен калибровочный график зависимости изменения оптической плотности реакционной смеси от содержания в ней свободных аминокислот. Использовали водный раствор смеси тирозина и триптофана в соотношении 4 : 1, поскольку именно в данном сочетании аминокислоты находятся в молоке [13]. Минимальная концентрация аминокислот в растворе составила 0,01 мг/мл, интервалы между последующими концентрациями – 0,01 мг/мл, максимальная концентрация – 0,2 мг/мл. Растворы аминокислот обрабатывали согласно методике определения протеолитической активности. На основании измерения оптической плотности каждой концентрации был построен калибровочный график, установлена математическая зависимость изменения оптической плотности от содержания аминокислот, на основании которой определяли прирост тирозина и триптофана в процессе протеолиза (рис. 1).

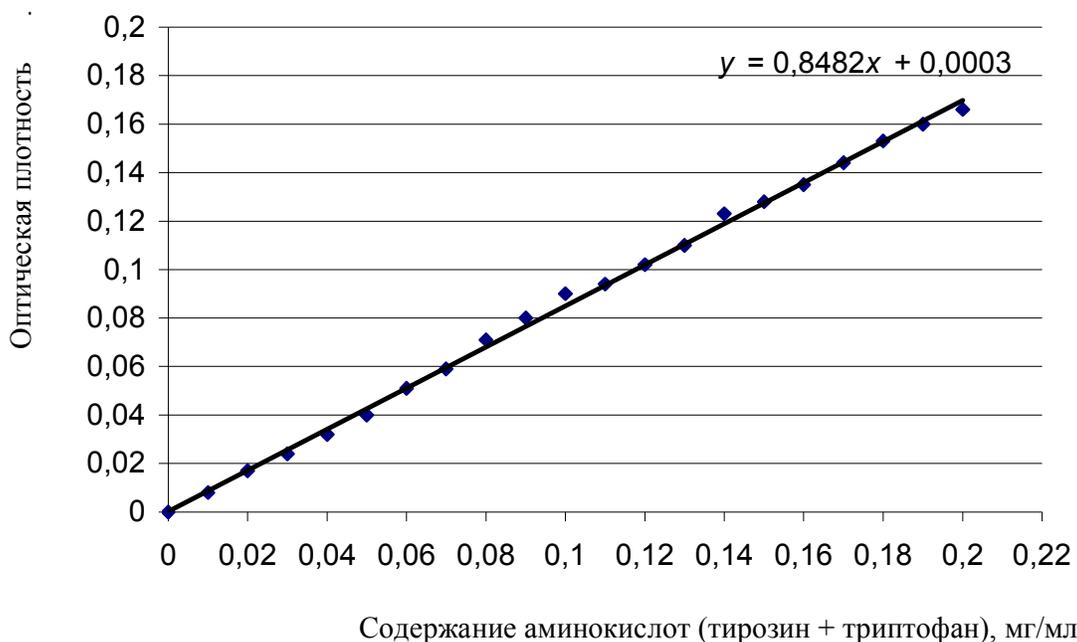


Рисунок 1 – Калибровочный график для определения зависимости изменения оптической плотности реакционной смеси от содержания в ней свободных аминокислот (тирозина и триптофана)

Протеолитическую активность (ПА) лактобацилл (мг% тирозина и триптофана) определяли по формуле

$$ПА = (D_{650} - 0,0003) \times 100 / 0,8482, \quad (1)$$

где D_{650} – оптическая плотность раствора, измеренная на спектрофотометре при 650 нм.

При определении протеолитической активности использовали стерильное восстановленное обезжиренное молоко и пастеризованное цельное молоко. Исследования показали (табл. 1, рис. 2), что низкой протеолитической активностью в отношении белков молока обладают бактерии *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*. Так, штаммы *L. plantarum* L31/1 и *L. plantarum* L21/3 обладали минимальной протеолитической активностью, которая достигала 1,1 мг% тир+трп и 1,7 мг% тир+трп соответственно при культивировании в восстановленном обезжиренном молоке и 2,2 мг% тир+трп и 2,1 мг% тир+трп соответственно при культивировании в пастеризованном молоке (на 6-е сутки культивирования). Штамм *L. delbrueckii subsp. lactis* L1/2 обладал средним уровнем протеолитической активности – 7,9 мг% тир+трп и 10,6 мг% тир+трп соответственно при культивировании в среде ВОМ-10 и пастеризованном молоке в течение 6 сут.

Для остальных штаммов лактобацилл был показан высокий уровень протеолитической активности (превышал 10 мг% тир+трп на 3-е сутки культивирования), который различался у штаммов, относящихся к одному виду, но выделенному из фекалий разных людей. Так, протеолитическая активность бактерий *L. delbrueckii subsp. lactis* различалась у штаммов L1/2 и L39/4 практически в 2,0–2,5 раза, в зависимости от времени и среды культивирования. Штамм *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L33/1 обладал более высоким уровнем протеолитической активности, чем штамм *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L32/2 (разница составила 1,5 раза), активность протеолитических ферментов штамма *L. helveticus* L38/1 была выше в 1,6 раза, чем у штамма *L. helveticus* L27/4 (табл. 1, рис. 2).

Максимальным уровнем активности протеаз обладал штамм *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* L33/1 (при культивировании в течение 3 сут. в восстановленном обезжиренном молоке), *L. gasseri* L34/5 (при культивировании в течение 6 сут в восстановленном обезжиренном молоке) и *L. gasseri* L9/1 (при культивировании в пастеризованном молоке). Протеолитическая активность всех изученных штаммов лактобацилл, культивируемых на пастеризованном молоке, была выше, чем их актив-

ность, определенная при культивировании на восстановленном обезжиренном молоке. При увеличении времени культивирования до 6 сут протеолитическая активность всех исследованных штаммов лактобацилл увеличивалась при их выращивании как на пастеризованном молоке, так и на восстановленном обезжиренном молоке (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1 – Протеолитическая активность пробиотических штаммов лактобацилл, мг% тир+трип

Штамм	Протеолитическая активность при сквашивании			
	восстановленного обезжиренного молока в течение		цельного молока в течение	
	3 сут	6 сут	3 сут	6 сут
<i>L. fermentum</i> L36/2	0,8	3,3	0,3	3,7
<i>L. fermentum</i> L38/5	1,6	4,7	6,0	7,9
<i>L. plantarum</i> L21/3	0,8	1,7	1,7	2,1
<i>L. plantarum</i> L31/1	0,8	1,1	0,6	2,2
<i>L. paracasei</i> L12/1	4,7	5,6	4,8	7,9
<i>L. rhamnosus</i> L6/2	2,7	6,0	3,6	10,6
<i>L. rhamnosus</i> L21/4	5,0	7,5	8,1	8,9
<i>L. rhamnosus</i> L24/1	2,1	4,6	3,7	9,2
<i>L. rhamnosus</i> L26/4	5,6	6,3	8,2	9,0
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i> L1/2	6,4	7,9	9,9	10,6
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i> L39/4	16,7	19,5	19,9	25,4
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> L32/2	14,1	15,4	18,8	19,4
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> L33/1	20,7	23,0	24,5	26,1
<i>L. helveticus</i> L27/4	11,2	14,1	14,0	16,1
<i>L. helveticus</i> L38/1	18,2	23,9	22,1	24,7
<i>L. acidophilus</i> L35/6	10,5	12,5	13,1	19,1
<i>L. gasseri</i> L34/5	10,1	25,9	14,6	27,1
<i>L. gasseri</i> L9/1	15,2	18,9	32,6	34,2

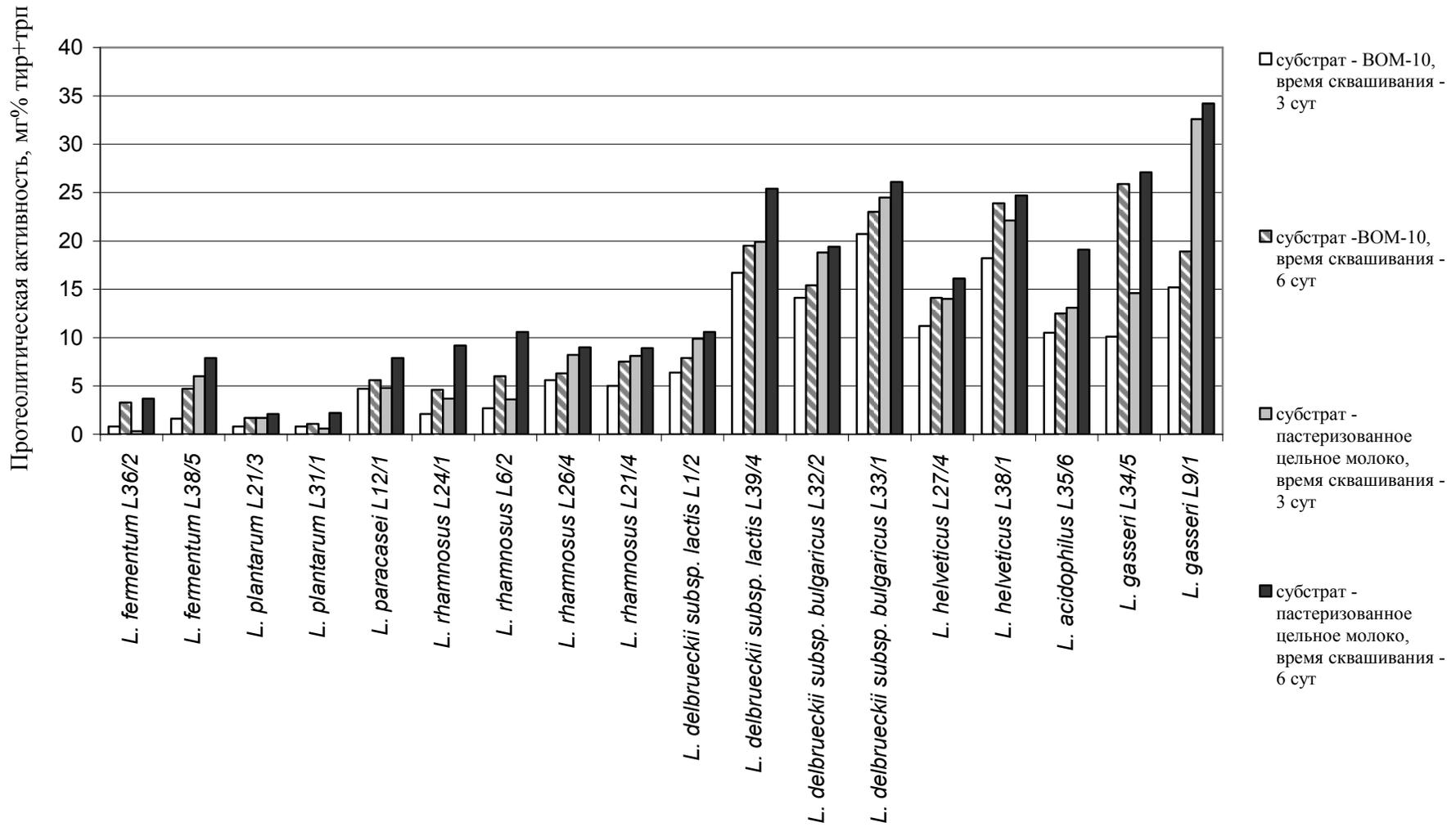


Рисунок 2 – Протеолитическая активность пробиотических штаммов лактобацилл

Заключение. Таким образом, у штаммов пробиотических лактобацилл, выделенных из содержимого кишечника здоровых людей, изучена активность протеолитических ферментов. Установлено, что бактерии *L. plantarum* (штаммы L31/1 и L21/3), *L. fermentum* (штаммы L36/2 и L38/5), *L. paracasei* L12/1, *L. rhamnosus* (штаммы L6/2 и L24/1) обладают низкой протеолитической активностью (менее 6 мг% тирозина+триптофана в течение 3 сут культивирования в пастеризованном молоке), для остальных штаммов показана средняя и высокая протеолитическая активность (6–10 мг% тирозина+триптофана и свыше 10 мг% тирозина+триптофана, соответственно при культивировании в молоке в течение 3 сут). Протеолитическая активность штаммов лактобацилл увеличивалась при увеличении продолжительности культивирования в молоке до 6 сут. Протеолитическая активность всех изученных штаммов лактобацилл, культивируемых на пастеризованном молоке, была выше, чем их активность, определенная при культивировании на восстановленном обезжиренном молоке.

Литература

1. Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б.А. Шендеров. – М.: Грантъ, 2001. – Т. 3: Пробиотики и функциональное питание. – 288 с.
2. Гончарова, Г.И. Бифидофлора человека и необходимость ее оптимизации / Г.И. Гончарова // Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промышленности и сельском хозяйстве / под ред. Д.П. Никитина. – Москва, 1986. – С. 10–17.
3. Лянная, А.М. Биологические и экологические особенности рода *Bifidobacterium* / А.М. Лянная, М.М. Интизаров, Е.Е. Донских / Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промышленности и сельском хозяйстве / под ред. Д.П. Никитина. – Москва, 1986. – С. 32–38.
4. Overview of gut flora and probiotics / W.H. Holzapfel [et al.] // Int. J. Food Microbiol. – 1998. – Vol. 41. – P. 85–101.
5. Barrett, A. Classification of peptidases / A. Barrett // Methods Enzymol. – 1994. – Vol. 244, N 1. – P. 1–15.
6. Phadatarе, S. High activity alkaline protease from *Conidiobolus coronatus* (NCL 86.8.120): enzyme production and compatibility with

commercial detergents / S. Phadatare, M. Scrivivasan, V. Desphande // *Enzyme Microb. Technol.* – 1993. – Vol. 15, N 1. – P. 72–76.

7. 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.

8. Залашко, М.В. Исследование протеолитической активности молочнокислых бактерий / М.В. Залашко, Н.В. Образцова, Э.И. Савченко // *Физиология и биохимия микроорганизмов.* – Минск, 1970. – С. 56–68.

9. Hammes, W.P. The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium* / W.P. Hammes, N. Weiss, W. Holzapfel // *The Prokaryotes* / A. Balows [et al.]. 2nd ed., Springer-Verlag, New York, NY. – 1992. – P. 1535–1594.

10. Блохина, И.Н. Дисбактериозы. / И.Н. Блохина, В.Г. Дорофейчук. – Москва: Медицина, 1979. – 178 с.

11. Tanaka, R. Clinical effects of bifidobacteria and lactobacilli / R. Tanaka // *Probiotics: prospects of the use in opportunistic infections* / R. Fuller [et al]. Hrborn-Dill, Germany. – 1995. – P. 141–157.

12. Knorr, D. Technology aspects related to microorganisms in functional foods / D. Knorr // *Trends in Food Sci. Tech.* – 1998. – Vol. 9. – P. 295–306.

13. Чеботарев, А.И. Биохимические основы созревания сыров / А.И. Чеботарев. – Вологда, 1959. – 170 с.

S. Vasylenko, S. Barunova, N. Furik

PROTEOLYTIC ACTIVITY OF LACTOBACILLUS FROM FECES OF HEALTH PEOPLE

Summary

Proteolytic activity of 18 *Lactobacillus* strains was investigated. Bacteria *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, 2 strains *L. rhamnosus* had low level of proteolytic activity. For other bacteria proteolytic activity was medium (2 strain *L. rhamnosus*) or high (strains *L. delbrueckii* subsp. *lactis*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. gasseri*). Proteolytic activity of *Lactobacillus* was higher when time of milk fermentation increased until six days. Proteolytic activity of *Lactobacillus* was more higher in pasteurized milk than in reconstituted skim milk.

*Т.И. Дымар, Т.А. Савельева, Н.Н. Фурик, Н.К. Жабанос
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

**ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ
STREPTOCOCCUS SALIVARIUS SUBSP. THERMOPHILUS
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ
ИНГИБИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ**

(Поступила в редакцию 21.03.2011)

*Сообщается об определении чувствительности штаммов *Str. thermophilus* к антибиотикам широкого спектра действия – пенициллиновый, стрептомициновый, тетрациклиновый, цефалоспориновый ряд – и другим ингибиторам химической природы с целью подбора их в качестве тест-культур для постановки микробиологического теста определения наличия ингибирующих веществ в молоке-сырье в условиях практических лабораторий молокоперерабатывающих предприятий.*

Введение. Активное использование в животноводстве антибактериальных средств, а также повышение требований к пищевой ценности и подлинности молока обуславливают необходимость выбора оптимальных методов контроля качества и безопасности молока-сырья, учитывая при этом доступность и воспроизводимость методик, оперативность получения результатов, экономические факторы.

Наличие в молоке ингибиторов снижает скорость развития заквасочной микрофлоры, применяемой в производстве кисломолочных продуктов, что нарушает производственный процесс и приводит к серьезным финансовым потерям [1]. Загрязнение молока ингибирующими веществами искажает результаты редуцтазной и бродильных проб и может повлиять на результаты фосфатазной и пероксидазной проб, что снижает качество производимой продукции и наносит значимый ущерб молокоперерабатывающим предприятиям [2].

Но наиболее опасны последствия попадания остатков антибиотиков в организм человека. Пенициллин, стрептомицин, тетрациклин – антибиотики широкого спектра действия, которые могут вызывать нарушения жизнедеятельности не только микроорганизмов, но и влиять на состояние здоровья человека, особенно детей, вызывая аллергические и

токсические реакции, а также формировать антибиотикоустойчивые штаммы бактерий.

Международными требованиями, отраженными в нормативных документах Евросоюза, России, Республики Беларусь и других стран введены жесткие ограничения содержания антибиотиков и ингибирующих веществ в сельскохозяйственной продукции и продуктах питания.

С целью качественного и количественного определения антибиотиков используют метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), иммуноферментный анализ (ИФА), которые требуют дорогостоящего оборудования и высококвалифицированного персонала. Кроме того, сама процедура анализов достаточно трудоемка и продолжительна по времени. Это ограничивает широкое распространение данных методов.

Для решения проблемы контроля продукции животноводства на содержание антибиотиков необходимы простые в использовании, надежные и чувствительные методы анализа. Этим требованиям отвечает микробиологический тест с использованием индикаторных культур *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, чувствительных к антибиотикам и другим ингибирующим веществам, отличающийся быстротой, относительно невысокой стоимостью и возможностью осуществления в производственных лабораториях молокоперерабатывающих предприятий. Метод описан в ГОСТ 23454 «Молоко. Методы определения ингибирующих веществ» и рекомендован к применению для контроля показателей молока.

Микробиологический метод определения ингибирующих веществ, как наиболее доступный, может использоваться для скрининговых целей, а положительные результаты, полученные с его помощью, должны служить основанием для дальнейших исследований молока-сырья методами ИФА или ВЭЖХ.

Цель настоящих исследований – изучение диапазона ингибирования развития молочнокислых бактерий р. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* антибиотиками различных групп и подбор тест-культур для определения остаточных количеств ингибирующих веществ в молочном сырье.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований явились штаммы молочнокислых бактерий р. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых микроорганизмов РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

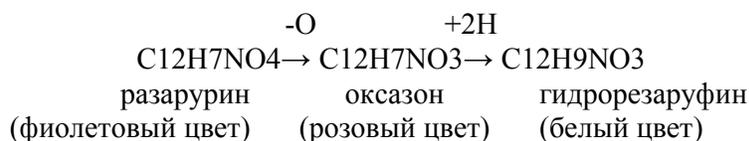
Исследования свойств культур термофильного стрептококка проводили по общепринятым микробиологическим методикам. Культуры выращивали в молоке и в стандартной питательной среде М17. Свертывающую активность определяли по времени образования сгустков микроорганизмами в стерильном обезжиренном молоке при инокулировании петлей и культивирования при оптимальной температуре $(41 \pm 1) ^\circ\text{C}$, а также оценивали органолептические свойства полученных сгустков.

Титр клеток определяли методом глубинного посева из последовательных разведений на чашки с агаризованной питательной средой М17 с дальнейшим подсчетом количества выросших колоний.

Чувствительность культур термофильного стрептококка к содержанию ингибирующих веществ в питательной среде определяли путем посева культур на чашки с плотной питательной средой М17, содержащей антибиотик в заведомо известной концентрации. Водные растворы антибиотиков готовили *ex tempora* и добавляли к расплавленной и охлажденной до $(46 \pm 1) ^\circ\text{C}$ питательной среде. Исследуемые (16–18)-часовые культуры термофильных стрептококков, выращенные в жидкой питательной среде М17, сеяли штрихом по секторам: на одну чашку – до восьми культур. В качестве контроля служили посева на чашки с питательной средой М17, не содержащей антибиотик. Показатель чувствительности микроорганизма к антибиотику – отсутствие роста по штриху.

Чувствительность культур молочнокислых микроорганизмов к содержанию ингибирующих веществ в молоке определяли в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 23454 «Молоко. Методы определения ингибирующих веществ» [3]. Метод основан на свойстве фермента редуктазы, выделяемого микроорганизмами, восстанавливать индикаторы резазурин или метиленовый голубой. Резазурин, легко отдающий свой кислородный атом, восстанавливается в оксазон, при этом молоко медленно изменяет свой цвет от синего через все оттенки лилового до розового, а затем и до белого [4].

Восстановление резазурина происходит по следующей схеме:



Образцы молока, содержащие ингибирующее вещество в концентрации, которая подавляет развитие тест-культуры термофильного стрептококка, после проведения опыта имеют фиолетовую окраску. Контролем в опыте служили пробирки с восстановленным молоком Fluka, в котором регламентировано отсутствие ингибирующих веществ. Контрольные пробирки после проведения опыта изменяют окраску своего содержимого на розовый или белый цвет. По изменению цвета содержимого пробирок с исследуемыми образцами судили о наличии в молоке ингибирующих веществ.

При использовании индикатора метиленового голубого в случае наличия в молоке ингибирующего вещества в концентрации, подавляющей развитие тест-культуры, содержимое пробирок имеет голубой цвет, а в контрольных образцах тест-культура развивается в молоке и наблюдается обесцвечивание метиленового голубого вследствие снижения окислительно-восстановительного потенциала.

Для проведения опыта использовали стерильное восстановленное молоко Fluka. В пробирку вносили ингибирующее вещество, по чувствительности к которому исследовали культуры термофильного стрептококка, в расчетном количестве, обеспечивающем необходимую концентрацию. В качестве контроля в опыте использовали пробирки с молоком без добавления ингибирующего вещества.

Выбор культур *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, исследуемых концентраций ингибирующих веществ проводили исходя из требований ГОСТ 23454:

- проявлять чувствительность к содержащимся в молоке антибиотиков и ингибирующих веществ в следующих концентрациях: пенициллин – 0,01МЕ/мл, тетрациклин – 1 мкг/мл, стрептомицин – 10 мкг/мл, массовая доля перекиси водорода – 0,01%, формалина – 0,003%;

- сквашивать стерильное обезжиренное молоко при перевивке петлей и температуре культивирования (41±1) °С в течение не более 18 ч с

образованием плотного сгустка однородной консистенции, допускается вязкость, в поле зрения микроскопа в микроскопическом препарате – диплококки одиночные или собранные в цепочки;

- обеспечивать при проведении анализов в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ 23454, изменение окраски индикаторов в контрольных пробах в условиях заведомо свободного от ингибирующих веществ молока.

Результаты и их обсуждение. *Подбор штаммов молочнокислых бактерий для определения ингибирующих веществ.* С целью подбора тест-культур из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо-молочной промышленности» было исследовано 57 штаммов молочнокислых бактерий р. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

При отборе учитывались следующие свойства штаммов: свертывающая активность при инокуляции петлей и 5% посевного материала, микроскопический препарат, органолептические свойства молочных сгустков.

Далее исследована способность роста выбранных культур термофильного стрептококка на питательной среде с содержанием антибиотика.

В результате проведенных исследований отобраны 24 штамма, проявившие чувствительность к содержанию в питательной среде тетрациклина в концентрации 1 мкг/мл и стрептомицина в концентрации 30 мкг/мл. У 12 культур наблюдалось отсутствие роста на среде, содержащей пенициллин в концентрации 0,01 МЕ/мл, и у 12 – умеренный рост при интенсивном росте на контрольных чашках.

Отбирали штаммы, обеспечивающие изменение окраски индикаторов в контрольных пробах (заведомо свободного от ингибирующих веществ молока), в соответствии с методикой (ГОСТ 23454).

С целью подбора культур был осуществлен посев контрольных проб в пробирки со стерильным восстановленным молоком Fluka без добавления ингибирующего вещества с использованием 24 исследуемых штаммов термофильного стрептококка. Опыт проводился параллельно с индикатором резазурином фирмы SIGMA (США) и метиленовым голубым производства ОАО «Химреактив» (Россия, Санкт-Петербург). Содержимое контрольных пробирок при использовании индикатора резазурина должно изменять окраску из фиолетовой в розовую или белую, а

при использовании индикатора метиленового голубого – из голубой в белую.

В ходе проведения опыта три исследуемых штамма не изменили цвет содержимого контрольной пробирки с индикатором резазурином, четыре – с индикатором метиленовым голубым. Определено, что эти штаммы не обеспечивают требуемую направленность процесса ферментации молока при проведении анализа.

В результате проведенных исследований на данной стадии подбора отобрано 18 штаммов термофильного стрептококка, удовлетворяющих предъявляемым к ним требованиям.

Изучен *диапазон ингибирования* развития выбранных культур термофильного стрептококка антибиотиками различных групп. При этом определяли способность развития культур в молоке, содержащем определенную концентрацию ингибитора роста. Параллельно проводили опыты с использованием индикаторов резазурина и метиленового голубого.

Исследовали диапазон чувствительности тест-культур к спектру антибиотиков: тетрациклин, стрептомицин, пенициллин и амоксициллин (пенициллиновый ряд), эритромицин, цефазолин и цефтиофуру (цефалоспориновый ряд, часто используемый в ветеринарии для лечения маститов у коров). Кроме того, исследована чувствительность культур термофильного стрептококка к другим ингибирующим веществам (ИВ), встречающимся в молочном сырье: перекись водорода и формалин.

Для установления диапазона ингибирования важно определить *предел чувствительности* тест-культур к содержанию в молоке исследуемых антибиотиков и ингибирующих веществ (минимальную концентрацию, подавляющую развитие тест-культуры). С этой целью при постановке опыта варьировали концентрации ингибирующих веществ, вносимых в молоко. Время постановки реакции составило 1,5 ч.

Результаты исследований приведены в табл. 1. Для сравнения в ней приведены значения допустимых уровней концентрации исследованных ингибирующих вещества в молоке, соответствующие допустимым уровням содержания остаточных количеств фармацевтических препаратов в сыром молоке, указанным в техническом регламенте ТР 2010/018/ВУ или в ГОСТ 23454–79.

Таблица 1 – Минимальные концентрации ингибирующих веществ в молоке, подавляющие развитие культур *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*

№ п/п	№ штамма	Тетрациклин, мкг/мл	Пенициллин, ед/мл	Стрептомицин, мкг/мл	Эритромицин, мкг/кг	Амоксициллин, мкг/кг	Цефазолин, мкг/кг	Цефтиофул, мкг/кг	Перекись водорода, %	Формалин, %
		*	*	*	**	**	**	**	*	*
		1,0	0,01	10-30	40	4	50	100	0,01	0,005
1.	St 2	0,2	0,02	10	100	–	–	25	0,004	0,005
2.	St 8	0,2	0,04	10	100	–	–	25	0,004	0,005
3.	St 13	0,2	0,01	10	100	–	100	25	0,004	0,005
4.	St 25	0,2	0,02	30	100	–	–	25	0,01	0,005
5.	St 26	1,0	0,04	10	100	–	–	25	0,004	0,005
6.	St 33	0,2	0,04	30	100	32	–	25	0,002	0,005
7.	St 37/1	0,2	0,01	10	100	32	50	10	0,001	0,005
8.	St 42	0,2	0,02	10	40	–	–	10	0,001	0,0025
9.	St 57	1,0	0,02	5	40	–	100	25	0,001	0,0025
10.	St 58/1	1,0	0,02	10	100	–	–	25	0,001	0,005
11.	St 67	1,0	0,02	10	100	–	–	50	0,002	0,0025
12.	St 84/2	0,2	0,02	10	–	–	–	25	0,01	0,0025
13.	St 87/2	0,2	0,04	10	100	–	–	25	0,002	0,0025
14.	St 94	1,0	0,02	10	100	–	–	25	0,002	0,005
15.	St 95/1	1,0	0,04	30	–	32	50	25	0,002	0,0025
16.	St 96/3	0,2	0,02	30	100	32	–	50	0,01	0,005
17.	St 99/1	0,2	0,04	30	–	32	–	25	0,002	0,005
18.	St 104/2	0,2	0,04	10	100	–	–	25	0,002	0,0025

Примечания: * концентрация ингибирующего вещества в молоке, соответствующая чувствительности метода по ГОСТ 23454;

** концентрация ингибирующего вещества в молоке, соответствующая допустимому уровню содержания остаточных количеств фармацевтических ветеринарных препаратов в сыром молоке, указанному в ТР 2010/018/ВУ;

знак «–» значение не определено.

В результате исследований установлено, что антибиотик эритромицин, относящийся к группе макролидов, равно как и олеандомицин, описанный в ГОСТ 23454, определяется в молоке только по методике с индикатором метиленовым голубым, по методике с резазурином в указанных концентрациях данные антибиотики не определяются. Для остальных антибиотиков и ингибирующих веществ, используемых в ходе выполнения работ, данные, полученные с применением обоих индикаторов, достоверно совпадали.

Из табл. 1 видно, что все исследованные штаммы *Str. thermophilus* чувствительны к содержанию в молоке тетрациклина, причем 13 штам-

мов из 18 чувствительны даже к содержанию в молоке тетрациклина в концентрации (0,2 мкг/мл), то есть в 5 раз меньшей чувствительности метода. К содержанию в молоке тетрациклина в концентрации в 10 раз меньшей (0,1 мкг/мл) все исследованные штаммы проявили резистентность.

Установлено, что только две культуры (St 13 и St 37/1) чувствительны к содержанию в молоке пенициллина в концентрации, указанной в методе (0,01 МЕ/мл), но при увеличении концентрации в 2 раза (0,02 МЕ/мл) чувствительными оказались 12 культур. Все штаммы резистентны к содержанию в молоке амоксициллина в концентрации 4 мкг/кг, и только 5 штаммов (St 33, St 37/1, St 95/1, St 96/3, St 99/1) оказались чувствительными к концентрации 32 мкг/кг, превышающей допустимый уровень в 8 раз.

Определен один штамм (St 57), чувствительный к содержанию в молоке эритромицина в концентрации 40 мкг/кг, вместе с тем при увеличении концентрации антибиотика в 2,5 раза (100 мкг/кг) чувствительными оказались 8 культур (St 42, St 57, St 67, St 87/2, St 94, St 95/1, St 99/1, St 104/2).

Установлено, все исследованные штаммы чувствительны к содержанию в молоке стрептомицина в концентрации 30 мкг/мл. При уменьшении концентрации до 10 мкг/мл 5 штаммов проявили резистентность, а при уменьшении концентрации еще в 2 раза (5 мкг/мл) чувствительность не наблюдалась ни у одной из исследованных культур.

При исследовании чувствительности штаммов к антибиотикам цефалоспоринового ряда 3 культуры (St 37/1, St 57, St 95/1) установлена чувствительность к содержанию в молоке цефазолина в концентрации 50 мкг/кг, но при уменьшении концентрации в 2 раза (25 мкг/кг) все культуры оказались резистентными. Все культуры проявили чувствительность к содержанию в молоке цефтиофура в концентрации 100 мкг/кг, и только 2 штамма показали резистентность к его содержанию в концентрации, меньшей в 4 раза (25 мкг/кг).

Все исследованные культуры чувствительны к содержанию в молоке перекиси водорода с массовой долей 0,01%, а 4 из них (St 37/1, St 42, St 57, St 58/1) – к концентрации в 10 раз меньшей (0,001%), а также к содержанию формалина с массовой долей 0,005%, а 7 из них (St 42,

St 57, St 67, St 84/2, St 87/2, St 95/1, St 104/2) – к концентрации в 2 раза меньшей (0,0025%).

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что микроорганизмы р. *Str. thermophilus* могут быть использованы в качестве тест-культур для проведения микробиологического теста. На основании полученных результатов подобраны 5 тест-культур, обеспечивающих проведение анализа в соответствии с ГОСТ 23454. В табл. 2 приведены результаты исследований свойств отобранных тест-культур.

Таблица 2 – Свойства тест-культур *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* для определения ингибирующих веществ в молоке

Свойство	Тест-культура				
	St 2	St 13	St 37/1	St 42	St 57
Свертывающая активность, ч	8,0	8,0	9,5	8,0	10,0
Микроскопический препарат	Диплококки, длинные цепочки кокков	Диплококки, короткие цепочки кокков	Диплококки, короткие цепочки кокков	Диплококки, длинные цепочки кокков	Диплококки, длинные цепочки кокков
Характер молочного сгустка	Плотный, однородный, вязкий	Плотный, однородный, невязкий	Плотный, однородный, невязкий	Плотный, однородный, невязкий	Плотный, однородный, невязкий
Титр клеток (16–18)-часовой молочной культуры, КОЕ/см ³	3,8·10 ⁸	2,6·10 ⁸	5,5·10 ⁸	5,0·10 ⁸	4,2·10 ⁸
Чувствительность к антибиотикам:					
- тетрациклин, мкг/мл;	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0
- стрептомицин, мкг/мл;	10	10	10	10	5
- пенициллин, МЕ/мл;	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
- эритромицин, мкг/кг;	100	100	100	40	40
- цефтиофур, мкг/кг;	25	25	10	10	25
- цефазолин, мкг/кг	-	100	50	-	100
Чувствительность к ингибирующим веществам, массовая доля в молоке, %:					
- перекись водорода	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001
- формалин	0,005	0,005	0,005	0,0025	0,0025

Как видно из табл. 2, отобранные в качестве тест-культур штаммы *Str. salivarius subsp thermophilus* активно сквашивали молоко при инокулировании петлей за 8–10 ч, при этом наблюдали образование плотного молочного сгустка однородной консистенции. Культуры накапливались в молоке в титре (2,6–5,5)·10⁸ КОЕ/см³ и проявили чувствительность в от-

ношении широкого спектра антибиотиков: тетрациклин – 0,2–1,0 мкг/мл, стрептомицин – 5–10 мкг/мл, пенициллин – 0,01–0,02 МЕ/мл, эритромицин – 40–100 мкг/кг, цефтиофур – 10–25 мкг/кг, цефазолин – 50–100 мкг/кг; и ингибирующих веществ: перекись водорода – массовая доля в молоке 0,001-0,004%; формалин – массовая доля в молоке 0,0025–0,005%.

Заключение. В результате исследований определен диапазон ингибирования развития тест-культур *Str. thermophilus* антибиотиками различных групп, установлены пороговые концентрации антибиотиков, определяемые в молоке микробиологическим методом с использованием данных тест-культур.

Литература

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. – Москва, 2003. – С. 414.
2. Inform agropecuario / С.М. Faginder [et al.]. Belo-Horizonte, 1988. – 155 с.
3. Молоко. Методы определения ингибирующих веществ. ГОСТ 23454. – Введ. 01.01.1985. – 1985. – 5 с.
4. Богатова, О.В. Определение качества молока: метод. указания к лабораторному практикуму / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева. – Оренбург, 2002. – С. 24.
5. Кальницкая, О.И. Ветеринарно-санитарный контроль остаточных количеств антибиотиков в сырье и продуктах животного происхождения: автореф. дис. д-ра вет. наук: 16.00.06 / О.И. Кальницкая; ГОУВПО «Московский гос. ун-т прикладной биотехнологии». – Москва, 2008. – 17 с.

T. Dymar, T. Savelieva, N. Furik, N. Zhabanos
**TEST CULTURES STREPTOCOCCUS SALIVARIUS
SUBSP. THERMOPHILUS FOR DEFINITION OF RESIDUAL
QUANTITIES OF INHIBITIV SUBSTANCES
IN DAIRY RAW MATERIALS**

Summary

It is informed on sensitivity definition *Str. thermophilus* strains to antibiotics of a wide spectrum of action – a penicillinic, streptomycinic, tetracyclenic, cephalosporinic number – and to other inhibitors of the chemical nature for the purpose of their selection as test cultures for statement of the microbiological test of definition of presence inhibitive substances in milk-raw materials in the conditions of practical laboratories milk plants.

*С.Б. Борунова, Н.Н. Фурик, С.Л. Василенко, М.М. Акбулатова
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ПОЛИВИДОВЫЕ КОНСОРЦИУМЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЙОГУРТА

(Поступила в редакцию 14.04.2011)

Исследование выживаемости биомассы термофильных молочно-кислых микроорганизмов в составе поливидового консорциума без и с защитными средами показало, что значимое влияние на выживаемость микроорганизмов оказывает способ замораживания: в среде жидкого азота при температуре минус 196 °С в присутствии защитной среды. Подобран состав защитной среды.

Введение. В настоящее время все большее применение в молочной промышленности находят бактериальные концентраты, замороженные при сверхнизких температурах. Широкое распространение технология получения замороженных бактериальных концентратов получила только в последнее время после развития криогенной техники и появления возможности транспортировать замороженные концентраты на большие расстояния при низких отрицательных температурах. Замороженные бактериальные концентраты могут использоваться для прямой инокуляции при получении производственной закваски или для внесения непосредственно в подготовленное сырье.

Исключение стадии сушки из технологического процесса получения бактериальных концентратов позволяет существенно увеличить выживаемость микроорганизмов при консервировании. Различные виды микроорганизмов более чувствительны к процессу сушки, чем к замораживанию, так как при замораживании сохраняется необходимое соотношение между микроорганизмами, которые входят в состав поливидовых бактериальных концентратов. Кроме того, сушка является энергозатратным процессом [1].

Таким образом, альтернативой сублимационного высушивания является криозамораживание биомассы в среде низкотемпературного газа, например, жидкого азота. При сверхбыстром охлаждении вода не успевает выйти из клетки, что уменьшает ее обезвоживание, структура льда

становится более мелкокристаллическая, уменьшается время действия гиперконцентрированных растворов солей. Повреждения, вызванные воздействием мелких кристаллов льда, являются реparable и не вызывают гибели клетки. При криозамораживании количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов значительно выше, чем при медленном замораживании [2].

При медленном замораживании до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (из-за роста кристаллов льда) происходит увеличение концентрации растворенных во внеклеточной среде веществ, что приводит к возникновению на клеточной мембране градиента осмотического давления и способствует выходу воды из клетки во внешнюю среду. Гибель клетки происходит в результате интенсивного обезвоживания протоплазмы, дегидратации макромолекул, увеличения концентрации электролитов и других растворенных веществ, механического повреждения клетки внеклеточным льдом и т.д. [3].

Цель работы – изучение влияния криозамораживания на поливидовые консорциумы для изготовления йогурта, представляющие собой биомассу микроорганизмов с определенным соотношением культур болгарской палочки и термофильного стрептококка, подборе состава защитной среды для поливидового консорциума.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектами исследований являлись поливидовые консорциумы термофильного стрептококка и болгарской палочки (биомасса микроорганизмов с определенным соотношением культур).

Выживаемость молочнокислых микроорганизмов определяли по отношению количества сохранившихся жизнеспособных клеток в замороженном образце к первоначальному их количеству в образце до замораживания, принятому за 100%.

$$B = \frac{K_2}{K_1} \times 100, \quad (1)$$

где K_1 – концентрация жизнеспособных клеток микроорганизмов в фиксированном объеме перед замораживанием, КОЕ/г; K_2 – концентрация жизнеспособных клеток микроорганизмов в том же фиксированном объеме после замораживания, КОЕ/г.

Количество жизнеспособных клеток определяли путем подсчета числа колониеобразующих единиц в 1 г бактериальной массы до и после замораживания.

Влажность биомассы смешанной с защитной средой определяли по ГОСТ 3626–73.

Результаты и их обсуждение. Криозащитные свойства сахарозы на биомассу консорциума термофильных молочнокислых микроорганизмов изучали по следующим вариантам:

- 1) 5%-ный водный раствор сахарозы смешивали с бактериальной массой в соотношении 1:1;
- 2) 20%-ный водный раствор сахарозы смешивали с бактериальной массой в соотношении 1:1;
- 3) 10%-ный водный раствор сахарозы смешивали с бактериальной массой в соотношении 1:1;
- 4) 10%-ный водный раствор сахарозы смешивали с бактериальной массой в соотношении 1:2;
- 5) 10%-ный водный раствор сахарозы смешивали с бактериальной массой в соотношении 1:3.

Исследование криопротекторных свойств сахарозы проводили путем сравнения количества лактобактерий до и после замораживания биомассы с соответствующими растворами сахарозы.

Выживаемость молочнокислых микроорганизмов определяли по формуле (1). Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Выживаемость термофильных молочнокислых микроорганизмов при замораживании с сахарозой

Номер варианта	КОЕ в 1 г биомассы до замораживания		Замораживание при (– 40) °С		Замораживание при (– 196) °С	
			КОЕ в 1 г биомассы после замораживания	Выживаемость клеток после замораживания, %	КОЕ в 1 г биомассы после замораживания	Выживаемость клеток после замораживания, %
1	St	$22,5 \cdot 10^8$	$3,2 \cdot 10^8$	90,9	$8,5 \cdot 10^8$	95,5
	L.b	$5,5 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^7$	84,4	$3,3 \cdot 10^7$	86,0
2	St	$22,5 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^8$	94,8	$13,5 \cdot 10^8$	97,6
3	St	$22,5 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^8$	93,0	$7,0 \cdot 10^8$	94,6
	L.b	$5,5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^7$	80,0	$1,2 \cdot 10^8$	92,4
4	St	$30,0 \cdot 10^8$	$4,0 \cdot 10^8$	90,8	$6,0 \cdot 10^8$	92,6
	L.b	$7,3 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^7$	82,4	$3,5 \cdot 10^7$	85,1
5	St	$34,0 \cdot 10^8$	$7,2 \cdot 10^8$	92,9	$7,5 \cdot 10^8$	93,1
	L.b	$8,3 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^8$	92,0	$2,4 \cdot 10^8$	94,0
Без защитной среды	St	$45,0 \cdot 10^8$	$10,6 \cdot 10^8$	93,5	$12,5 \cdot 10^8$	94,2
	L.b	$11,0 \cdot 10^8$	$3,4 \cdot 10^7$	83,3	$1,4 \cdot 10^8$	90,1

Обработка полученных результатов в Microsoft Office Excel представлена на рис. 1.

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	5% p-p сахарозы	10% p-p сахарозы	20% p-p сахарозы	Итого		
<i>замораживание при – 40</i>						
Счет	3	3	3	9		
Сумма	250,5	253,9	267,6	772		
Среднее	83,5	84,63333	89,2	85,77778		
Дисперсия	62,23	52,70333	33,13	43,84444		
<i>замораживание при – 196</i>						
Счет	3	3	3	9		
Сумма	264	275,4	274,4	813,8		
Среднее	88	91,8	91,46666	90,42222		
Дисперсия	45,25	9,88	54,22333	30,65944		
<i>Итого</i>						
Счет	6	6	6			
Сумма	514,5	529,3	542			
Среднее	85,75	88,21666	90,33333			
Дисперсия	49,067	40,44166	36,48266			
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Выборка	97,06888	1	97,06888	2,262532	0,158393	4,747225
Столбцы	63,14333	2	31,57166	0,735889	0,499503	3,885293
Взаимодействие	18,05444	2	9,027222	0,210411	0,81317	3,885293
Внутри	514,8333	12	42,90277			
Итого	693,1	17				

Рисунок 1 – Результаты исследования влияния криозащитных растворов сахарозы на выживаемость термофильных молочнокислых микроорганизмов

Используя показатели изменчивости исследуемой величины: дисперсию и коэффициент вариации (дисперсия – 9,88, коэффициент вариации (определяется как частное от деления дисперсии на среднее) – 0,1076), установили, что оптимальной является концентрация сахарозы в защитной среде – 10%.

Дальнейшие исследования были направлены на определение оптимальной концентрации глицерина в составе защитной среды. Использовали следующие защитные среды:

- 1) среда № 1 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия лимоннокислого, 10%-ный глицерина;
- 2) среда № 2 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия лимоннокислого, 20%-ный глицерина;
- 3) среда № 3 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия лимоннокислого, 30%-ный глицерина;
- 4) среда № 4 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия лимоннокислого, 40%-ный глицерина;
- 5) среда № 5 – 10% водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия лимоннокислого, 50%-ный глицерина;
- 6) среда № 6 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия уксуснокислого, 10%-ный глицерина;
- 7) среда № 7 – 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия уксуснокислого, 20%-ный глицерина.

Таблица 2 - Выживаемость термофильных молочнокислых микроорганизмов с разной концентрацией глицерина в составе защитной среды

Номер варианта	КОЕ в 1 г биомассы до замораживания		Замораживание при (-40) °С		Замораживание при (-196) °С		
	St	L.b	КОЕ в 1 г биомассы после замораживания	Выживаемость клеток после замораживания, %	КОЕ в 1 г биомассы после замораживания	Выживаемость клеток после замораживания, %	
Без защитной среды	$33 \cdot 10^8$	$60 \cdot 10^8$	St	$3,0 \cdot 10^7$	78,5	$4,5 \cdot 10^8$	90,9
			L.b	$22,0 \cdot 10^8$	95,5	$33,0 \cdot 10^8$	97,4
1	$16,5 \cdot 10^8$	$30 \cdot 10^8$	St	$4,6 \cdot 10^8$	94,0	$7,1 \cdot 10^8$	96,0
2			L.b	$10,0 \cdot 10^8$	95,0	$21,0 \cdot 10^8$	98,4
			St	$9,0 \cdot 10^8$	97,1	$16,5 \cdot 10^8$	100,0
3			L.b	$9,0 \cdot 10^8$	94,5	$19,5 \cdot 10^8$	98,0
			St	$7,2 \cdot 10^8$	96,1	$8,0 \cdot 10^8$	96,6
4			L.b	$22,3 \cdot 10^8$	98,6	$23,0 \cdot 10^8$	98,8
			St	$7,3 \cdot 10^8$	96,2	$16,2 \cdot 10^8$	99,9
5			L.b	$18,5 \cdot 10^8$	97,8	$28,3 \cdot 10^8$	99,7
			St	$2,2 \cdot 10^8$	90,5	$8,0 \cdot 10^8$	96,6
6			L.b	$13,0 \cdot 10^8$	96,5	$18,7 \cdot 10^8$	97,8
	St	$11,5 \cdot 10^8$	98,3	$12,5 \cdot 10^8$	98,7		
7	L.b	$27,0 \cdot 10^8$	99,5	$30,0 \cdot 10^8$	100,0		
	St	$5,5 \cdot 10^8$	94,8	$16,5 \cdot 10^8$	100,0		
			L.b	$24,0 \cdot 10^8$	99,0	$30,0 \cdot 10^8$	100,0

Используя метод дисперсионного анализа, выясняли, какая концентрация глицерина в составе защитной среды оказывает влияние на выживаемость исследуемых микроорганизмов. Обработка полученных результатов в Microsoft Office Excel представлена на рис. 2.

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	10% р-р глицерина	20% р-р глицерина	30% р-р глицерина	40% р-р глицерина	50% р-р глицерина	Итого
<i>замораживание -40</i>						
Счет	2	2	2	2	2	10
Сумма	189	191,6	194,7	194	187	956,3
Среднее	94,5	95,8	97,35	97	93,5	95,63
Дисперсия	0,5	3,38	3,125	1,28	18	5,293444
<i>замораживание -196</i>						
Счет	2	2	2	2	2	10
Сумма	194,4	198	195,4	199,6	194,4	981,8
Среднее	97,2	99	97,7	99,8	97,2	98,18
Дисперсия	2,88	2	2,42	0,02	0,72	2,104
<i>Итого</i>						
Счет	4	4	4	4	4	
Сумма	383,4	389,6	390,1	393,6	381,4	
Среднее	95,85	97,4	97,525	98,4	95,35	
Дисперсия	3,556666	5,206666	1,889166	3,046666	10,80333	
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Выборка	32,5125	1	32,5125	9,471959	0,011687	4,964590
Столбцы	25,582	4	6,3955	1,863219	0,19360	3,478049
Взаимодействие	6,67	4	1,6675	0,485797	0,746309	3,478049
Внутри	34,325	10	3,4325			
Итого	99,0895	19				

Рисунок 2 – Результаты исследования влияния концентрации глицерина в составе защитной среды на выживаемость исследуемых микроорганизмов

Как видно из полученных результатов, значимое влияние на выживаемость болгарской палочки и термофильного стрептококка оказывает способ замораживания.

Чтобы выяснить, какой именно способ замораживания оказывает влияние на выживаемость микроорганизмов, выполняется анализ на основе наименьшей существенной разности (НСР) в следующем порядке.

1. Для каждой пары групп вычисляется статистическая ошибка разности средних:

$$S_{dij} = \sqrt{S^2 \frac{n_i + n_j}{n_i n_j}}, \quad (2),$$

где i, j – номера сравниваемых групп; n_i, n_j – объемы сравниваемых групп; S^2 – средний квадрат ошибки (дисперсия ошибки). В результатах дисперсионного анализа (рис. 2) она обозначена как MS внутри групп. Для рассматриваемого примера $S^2=3,43$.

В данном примере объемы всех групп одинаковы (в каждой группе по 2 варианта), поэтому статистические ошибки разности всех пар групп также одинаковы.

2. Для каждой пары групп вычисляется НСР:

$$\text{НСР}_{\text{шо}} = t_{\alpha;k} S_{dij}. \quad (3),$$

Здесь $t_{\alpha;k}$ – квантиль распределения Стьюдента для заданного уровня значимости α и числа степеней свободы k . Число степеней свободы k определяется следующим образом:

$$k = (n - 1) - (m_1 - 1) - (m_2 - 1) - (m_1 - 1)(m_2 - 1), \quad (4),$$

где n – общий объем выборки (в данном примере $n=20$); m_1, m_2 – количество значений анализируемых факторов (в данном примере $m_1=2, m_2=5$).

Для определения $t_{\alpha;k}$ в Excel используется функция СТЬЮДРАСПОБР. Так как объемы всех групп в данном примере одинаковы, все значения НСР также одинаковы.

3. Для каждой пары групп вычисляется разность средних значений (средние значения каждой группы получены в результате дисперсионного анализа (рис. 2)). $Sd = 1,852025918$, $t = 2,085962478$, $\text{НСР} = 3,863256573$. Результаты расчета для рассматриваемого примера приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты вычисления разности средних значений для определения влияния способа замораживания на выживаемость микроорганизмов

Значение	Замораживание при (– 40) °С					Замораживание при (– 196) °С				
	10% глицерина	20% глицерина	30% глицерина	40% глицерина	50% глицерина	10% глицерина	20% глицерина	30% глицерина	40% глицерина	50% глицерина
Средние	94,5	95,8	97,35	97	93,5	97,2	99	97,7	99,8	97,2
94,5	0	-1,3	-2,85	-2,5	1,0	-2,7	-4,5	-3,2	-5,3	-2,7
95,8	1,3	0	-1,55	-1,2	2,3	-1,4	-3,2	-1,9	-4	-1,4
97,35	2,85	1,55	0	0,35	3,85	0,15	-1,65	-0,35	-2,45	0,15
97,0	2,5	1,2	-0,35	0	3,5	-0,2	-2	-0,7	-2,8	-0,2
93,5	-1,0	-2,3	-3,85	-3,5	0	-3,7	-5,5	-4,2	-6,3	-3,7
97,2	2,7	1,4	-0,15	0,2	3,7	0	-1,8	-0,5	-2,6	0
99,0	4,5	3,2	1,65	2,0	5,5	1,8	0	1,3	-0,8	1,8
97,7	3,2	1,9	0,35	0,7	4,2	0,5	-1,3	0	-2,1	0,5
99,8	5,3	4,0	2,45	2,8	6,3	2,6	0,8	2,1	0	2,6
97,2	2,7	1,4	-0,15	0,2	3,7	0	-1,8	-0,5	-2,6	0

Если разность средних значений (по абсолютной величине) превышает НСР, то средние значения в группах различаются значимо.

Таким образом, при использовании замораживания в среде жидкого азота при температуре (– 196) °С оптимальной является концентрация глицерина в защитной среде 20–40%.

Аналогичным образом определили, что предпочтительным является использование в составе защитной среды натрия уксуснокислого.

Исследовали выживаемость микроорганизмов в составе поливидового консорциума при двух способах замораживания при смешивании бактериальной массы с 10%-ным раствором сахарозы в соотношении БМ : ЗС = 1:1, 2:1, 3:1 (табл. 4). В процессе исследования определили влажность биомассы смешанной с защитной средой, которая составила 84,5; 82,2; 81,4% соответственно. Результаты исследования показывают, что выживаемость исследуемых микроорганизмов зависит от концентрации криозащитного компонента в замораживаемой смеси и не зависит от ее влажности.

Таблица 4 – Характеристики замораживаемой смеси (биомасса + защитная среда)

Соотношение БМ : ЗС	Влажность биомас- сы, смешанной с за- щитной средой	Содержание сахарозы в смеси, %	Выживаемость культур, %
1:1	84,5	5	St – 94,6±1,3
			L.b – 92,4±1,7
2:1	82,2	3	St – 92,6±0,9
			L.b – 85,1±0,8
3:1	81,4	2	St – 93,1±0,9
			L.b - 94±1,0

Таким образом, определен состав защитной среды для криозамороженного поливидового консорциума для изготовления йогурта: 10%-ный водный раствор сахарозы, 5%-ный натрия уксуснокислого, 20–40%-ный глицерина.

Заключение. Проведено исследование выживаемости микроорганизмов в составе поливидового консорциума при использовании в качестве защитной среды растворов, содержащих:

- 1) сахарозу в концентрации 5, 10, 20%;
- 2) 10% сахарозы, 5% лимоннокислого натрия и глицерин, концентрация которого в растворе составляла 10, 20, 30, 40 или 50%;
- 3) 10% сахарозы, 5% уксуснокислого натрия и глицерин, концентрация которого в растворе составляла 10 или 20%.

Влияние способа замораживания и концентрации криопротекторных растворов, содержащих сахарозу, глицерин, лимоннокислый и уксуснокислый натрий, на выживаемость культур в составе поливидового консорциума анализировали с использованием пакета для статистического анализа данных Excel. Определено, что значимое влияние на выживаемость микроорганизмов оказывает способ замораживания: в среде жидкого азота при температуре (– 196) °С, при этом оптимальными являются следующие концентрации исследуемых веществ в защитной среде: сахарозы – 10%, глицерина – 20–40%, предпочтительным является использование в составе защитной среды натрия уксуснокислого.

Исследована выживаемость микроорганизмов в составе поливидового консорциума при двух способах замораживания при смешивании бактериальной массы с 10%-ным раствором сахарозы в соотношении БМ : ЗС = 1:1, 2:1, 3:1. Определено, что наиболее эффективным является

замораживание биомассы, смешанной с 10%-ным раствором сахарозы в соотношении 1:1 в среде жидкого азота.

Подобрана защитная среда, состоящая из, 10%-ного водного раствора сахарозы, 5%-ного натрия уксуснокислого, 20%-ного глицерина, для замораживания поливидового консорциума для изготовления йогурта, а также соотношение смешивания биомассы с защитной средой, равное 1:1.

Литература

1. Камовников, Б.П. Вакуум-сублимационная сушка пищевых продуктов (Основы теории, расчет и оптимизация) / Б.П. Камовников, Л.С. Малков, В.А. Воскобойников. – М.: Агропромиздат, 1985. – 288 с.

2. Харитонов, Д.В. Изучение некоторых аспектов криозамораживания микробной биомассы / Д.В. Харитонов, Е.И. Райдна // Хранение и переработка сырья. – 2003. – № 9. – С. 64–66.

3. Криоконсервирование клеточной суспензии / под. ред. А.А. Цуцаевой. – Киев: Наукова думка, 1983. – 240 с.

S. Barunova, N. Furik, S. Vasylenko, M. Akbulatava
**INFLUENCE OF CRYOPRESERVATION TO MANY SPECIES
BACTERIAL CONSORTIUMS FOR YOGHURT**

Summary

Survival rate of thermophilic lactic acid bacterial consortiums was studied. Influence of different cryoprotective mediums was studied. We investigated different methods of freezing. Microorganisms survived better when we froze bacteria in liquid nitrogen with cryoprotective media. Composition of cryoprotective media was selected.

УДК 578.81:578.282:578.323 (045.31)

*Н.Н. Фурик¹, Д.П. Бажанов², К.К. Яцевич², Е.А. Касперович¹,
С.Л. Василенко¹, Г.В. Машиковская²*

¹РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

²ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАГОВ ЛАКТОКОККОВ ВИДА С2 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА ИХ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ

(Поступила в редакцию 14.04.2011)

Проведена характеристика 8 фагов вида с2 по устойчивости к физическим, химическим факторам и спектру литической активности. Установлено, что диапазон изменчивости фенотипических свойств фагов вида с2 очень широк, что определяет необходимость их типирования с использованием молекулярно-генетических методов. Показано, что внутривидовая дифференциация фагов с2 возможна с помощью ПДРФ-анализа участка гена тсr, амплифицируемого при использовании видоспецифичных праймеров.

В современных экономических условиях проблема получения гарантированно высококачественной продукции является центральной на любом молокоперерабатывающем предприятии. Для ее решения необходим системный подход к организации и контролю всех этапов производства, включая контроль его санитарно-гигиенического состояния, основного и вспомогательного сырья, технологического процесса и готовой продукции [1–3]. В этой связи требуется разработка комплекса мероприятий, направленных на предотвращение фаголизиса заквасочной микрофлоры как на молокоперерабатывающих предприятиях, так и на предприятиях – изготовителях бактериальных заквасок и концентратов для молочной промышленности [4–6]. Обширная и постоянно пополняющаяся информация в этой области свидетельствует о том, что проблема фаголизиса в молокоперерабатывающей отрасли достаточно остра и обусловлена особенностями биотехнологического процесса [3, 7–9]. Производство кисломолочных продуктов и сыров основано на внесении в пастеризованное молоко заквасок, содержащих чистые культуры молочнокислых бактерий, непосредственно сквашивающих молоко. Но во время этого биотехнологического процесса возникает угроза разрушения клеток молочнокислых бактерий вирусами – фагами, что приводит к

торможению или полной остановке сквашивания. В результате качество производимых продуктов резко ухудшается [10–13].

Бактериофаги широко распространены в природе, а мезофильные лактококки и другая технически важная микрофлора молока являются для них естественной экологической нишей [13]. Фаги попадают в молоко сразу же после доения – после окончания бактерицидной фазы молока, при поступлении его на молочные заводы они часто содержатся уже в значительном количестве: 10^6 и более фаговых частиц в 1 мл сырого молока [11, 13].

Особенностью фаговой инфекции является то, что она может протекать скрыто и достаточно долго персистировать на предприятии, оставаясь не выявленной. Умеренное заражение заквасочных культур фагом может пройти для сквашивания молока незаметно. Однако при длительном применении отдельных партий бактериальных заквасок и концентратов вирулентность фага может одновременно резко повыситься, что приводит к вспышкам фаголизиса на внешне достаточно благополучных предприятиях [13]. Так как молочнокислые бактерии вида *Lactococcus lactis* чаще всего используются при производстве различных групп молочных продуктов (сметаны, творога, сыров), то на молочных комбинатах именно лактофаги распространены в наибольшей степени [11, 13]. При этом на каждом отдельном предприятии выделяются фаги определенных видов, групп и форм, различающихся по вирулентности и спектру литической активности. Высоковирулентные фаги, как правило, имеют широкий спектр литической активности [13]. При этом опасность фаголизиса выше на крупных предприятиях, что обусловлено большими объемами переработки молока, получаемого из многих источников, а чем их больше, тем выше опасность инфицирования различными фагами. Все это создает уникальные условия для их изменчивости, в результате чего появляются новые формы фагов [11, 13].

Исследования, проведенные в 70-е годы XX века, показали, что выделенные фаги не обладали высокой вирулентностью и широким спектром литической активности. Они в основном относились к моновалентным, т.е. лизировали один вид заквасочных микроорганизмов. Реже выделяли поливалентные бактериофаги, которые одновременно могли поражать несколько видов мезофильных лактококков [13]. Научные дан-

ные, полученные в 80–90-е годы, свидетельствуют уже о том, что большинство выделенных бактериофагов при производстве творога, сметаны, сыра, особенно на крупных комбинатах, относились к поливалентным, при этом бактериофаги, выделенные на одном предприятии из одного источника, могли иметь разный спектр литического действия. Это подтверждает, что инфицирование молока бактериофагами может происходить на любой стадии – и сразу после доения, и во время сбора, транспортировки молока, и непосредственно на самом молокоперерабатывающем предприятии. Изменение спектра литического действия фагов лактококков можно объяснить высоким уровнем изменчивости самих фагов, то есть мутабельностью, а также различными механизмами защиты клеток бактерий от фаголизиса [13].

В настоящее время известно более 700 фагов лактококков. Традиционно их систематизировали морфологически электронным микроскопированием. Все из огромного количества известных фагов молочнокислых лактококков относятся к порядку *Caudovirales*, который является чрезвычайно обширным и разнородным как генетически, так и морфологически. Он включает в себя три семейства: *Myoviridae*, *Siphoviridae* и *Podoviridae*. Большинство фагов молочнокислых лактококков принадлежат к семейству *Siphoviridae*, лишь некоторые – к *Podoviridae* [14]. С применением молекулярно-генетических методов (ДНК-ДНК-гибридизации, секвенирования генома) установлено, что фаги *L. lactis* подразделяются на 10 различающихся групп [15]. В результате исследований, проведенных на территории США и Канады, было установлено, что подавляющее количество промышленно значимых фагов относятся к трем основным видам семейства *Siphoviridae*: 936, с2 и P335 [16, 17]. По данным коллег из Белорусского государственного технологического университета, на территории Республики Беларусь распространены фаги видов с2 и 936, а также вида P034 семейства *Podoviridae* [18]. Судя по представленности этих видов в выборке для исследования, в молочнокислых продуктах, произведенных белорусскими заводами, наиболее распространен вид с2, а встречаемость фагов вида P034 сопоставима с встречаемостью фагов вида 936. Исследование фенотипических и генотипических характеристик фагов позволило выявить их очень широкую изменчивость [19]. В этой связи перспективно определение принадлеж-

ности фагов к наиболее значимым группам с помощью ПДРФ-анализа. Существует возможность мониторинга циркуляции лактофагов на молокоперерабатывающих производствах с применением новых молекулярно-генетических подходов.

Особый интерес для наших исследований представляют фаги вида *c2*, как наиболее распространенные на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь [20]. Еще в 1988 г. Pillidge и Jarvis сообщили о построении рестрикционной карты фага *c2* [21]. В настоящее время проведено секвенирование и анализ структурных генов данного фага. Установлено, что размер генома фага *c2* составляет 22163 п.о. Идентифицировано 39 открытых рамок считывания, «ранний» и «поздний» промоторы, терминатор транскрипции. Составлена детальная транскрипционная карта фага *c2* [22, 23].

При анализе генома еще одного фага данной группы – bIL67 установлено, что его структура на 80% сходна со структурой фага *c2* [24]. Секвенирование геномов нескольких представителей фагов данной группы позволило выявить консервативные последовательности для каждой из них и подобрать праймеры, позволяющие проводить идентификацию вновь изолируемых фагов [25–27]. Метод ПДРФ-анализа позволит выявить различия внутри консервативной области геномов лактофагов вида *c2* и провести внутривидовую дифференциацию коллекционных и вновь выделенных лактофагов.

Цель работы – анализ фенотипических и генетических свойств фагов лактококков вида *c2* и определение возможности их типирования по этим свойствам.

Объектами исследования являлись 8 фагов лактококков вида *c2* разных групп – 56, 61, 77, 82, 83, 87, 90, 107 из коллекции бактериофагов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Лизаты бактериофагов получали на индикаторных культурах мезофильных лактококков: фага 56 – на культуре Cr 106, фага 61 – на культуре 32, фага 77 – на культуре 83, фагов 82 и 83 – на культуре 119у, фагов 90 и 107 – на культуре 606/1. Для определения литической активности данных фагов были использованы 32 индикаторных штамма *Lactococcus lactis subsp. lactis, cremoris, diacetylactis* – d193/2, 520/3, Cr106, 33, 119у, 75, 57/8, 81, 27у, 129у, 34, 84, 606/4, 616/8, 105/1, L224/1,

524/2, Т7/9, 24, 586/10, d43/1, L83/5, 575/5, 79, 21у, 91, 569/13, 509у, 32, 10у, 631/9, d43/1. Все используемые в работе культуры получены из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Материалы и методы исследования. Для фенотипической характеристики выбранные фаги были протестированы по ранее разработанным методикам. Определены чувствительность фагов молочнокислых бактерий к действию физических (УФ-облучение и нагревание) и химических (цитрат натрия) факторов и спектр их литического действия на индикаторных культурах.

Для выявления чувствительности фагов лактококков вида с2 к УФ-облучению фаголизаты облучали на индикаторных культурах, выращенных в течение 16–20 ч в 0,6%-ном (верхний слой) и 1,5%-ном (в качестве нижнего слоя) гидролизате молока (ГО) в чашках Петри при температуре (30 ± 1) °С. Фаголизаты разводили физиологическим раствором до концентрации 10^6 частиц/мл. Разведенные фаголизаты в объеме 3 мл помещали на газон индикаторной культуры в чашке Петри и облучали при постоянном встряхивании. Источником УФ-излучения служила лампа БУВ-15б (мощность дозы $2,3$ эрг/мм²/с), облучение фага проводили под прямым углом на фиксированном расстоянии. Дозу облучения учитывали по времени воздействия. Чтобы избежать фотореактивации фагов, все манипуляции проводили в темноте или в желтом свете. Титр выживших фагов (БОЕ/мл) определяли по числу изолированных негативных колоний, образованных на газоне индикаторной культуры. Выживаемость бактериофагов определяли по формуле: отношение числа образовавшихся негативных колоний после воздействия УФ-облучения к исходному числу колоний:

$$W = \lg N / \lg N_0, \quad (1)$$

где W – выживаемость бактериофагов, %; N – титр фаговых частиц после облучения, N_0 – исходный титр фага.

Чувствительность фагов лактококков вида с2 к нагреванию определяли по степени денатурации фаговых частиц после термообработки. Для этого готовили очищенную суспензию каждого фага. Фаголизат подвергали двум циклам дифференциального центрифугирования –

8000 об/мин в течение 20 мин и 17000 об/мин в течение 90 мин. Осадок ресуспендировали в фосфатном буфере и центрифугировали при 8000 об/мин, затем добавляли трипсин в соотношении 1:10 и инкубировали при 37 °С в течение 1 ч. Очищенную суспензию фага выдерживали при 72 °С в течение 15 и 60 мин на водяной бане, после чего исследовали изменение величины поглощения фаговых частиц на спектрофотометре SHIMADZU UV-2401 PC (Япония).

Граничную концентрацию цитрата натрия устанавливали методом «стекающей» капли. Готовили газоны индикаторных культур в 0,6%-ном (верхний слой) и 1,5%-ной (второй слой) среде ГО с добавлением цитрата натрия в концентрациях – от 0,1 до 1,2% в чашках Петри. Каплю исследуемого фаголизата наносили на газон чувствительной культуры и инкубировали 16–18 ч при (30±1) °С. Отмечали наличие или отсутствие лизиса, при этом устанавливали граничную концентрацию цитрата натрия для каждого фага.

Спектр литической активности фагов вида c2 установили на 32 тест-культурах методом «стекающей» капли. Готовили газоны чувствительных культур в 0,6%-ной (верхний слой) и 1,5%-ной (в качестве подложки) среде ГО в чашках Петри. Каплю фаголизата наносили на газон тест-культуры и инкубировали 16–18 ч при (30±1) °С. Отмечали наличие или отсутствие лизиса. Материалы исследования обрабатывали статистически с применением *t*-критерия Стьюдента.

*Молекулярно-генетические исследования заключались в подборе дифференцирующих рестриктаз для ПДРФ-анализа участка гена *тср**. Поиск дифференцирующих рестриктаз и моделирование ПДРФ-анализа консервативного участка гена *тср* (major capsid protein) осуществляли в программе Vector NTI 7.1. (InforMax, Inc).

Результаты и их обсуждение. При определении чувствительности фагов разных групп к УФ-облучению установлено, что их выживаемость при 5 и при 50-минутном воздействии повреждающего фактора достоверно отличалась и в среднем была в пределах 56,1±3,9% и 32,1±2,7% ($P<0,01$) соответственно. Выживаемость фага 107 была самой низкой и составила после 5 мин облучения 19,6%, а после 50 мин – 16,3%. Самой высокой выживаемостью после УФ-облучения отличался фаг 61 – после 5 мин облучения этот показатель был равен 74,7%, а после

50-минутного – 56,5%. Были выявлены различия и в степени изменения спектральных характеристик у исследуемых фагов молочнокислых бактерий после воздействия на них высокой температурой – 72 °С (как при пастеризации) в течение 15 и 60 мин. Микробиологические исследования подтвердили 100% инактивацию исследуемых фагов только после 60 мин нагревания. Самым высоким показателем оптической плотности был у фага 83 – 33,6%, а самым низким – у фага 90 – 3,1%.

Для адсорбции и репродукции многих фагов необходимым условием является наличие в среде ионов Ca^{+} , а добавление в систему фаг-бактерия цитрата натрия приводит к связыванию ионов Ca^{+} , в результате чего происходит остановка репродукции фага. Для каждого выбранного фага была установлена пограничная концентрация цитрата натрия. Самой высокой устойчивостью к данному химическому фактору отличался фаг 61, для него граничная концентрация цитрата натрия в питательной среде составила 1,2%, а самой низкой – фаг 87 (0,3%).

Показатель литической активности у исследуемых фагов также колебался в очень широких пределах. Самым поливалентным был фаг 90, он лизировал 27–84,4% используемых индикаторных культур. Только две тест-культуры были чувствительны к фагу 77, показатель литической активности которого составил 3,1%.

По совокупной устойчивости к действию физических и химических факторов можно выделить фаг 61, который также обладал широким спектром литической активности – 53,1%. Однако в отношении остальных фагов корреляционные связи между устойчивостью к физическим, химическим факторам и спектром литической активности не выявлены.

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Как видно из полученных данных, диапазон фенотипических свойств фагов вида *s2* очень широк, поэтому представляло интерес исследование возможности генетического типирования фагов вида *s2* для отбора типовых представителей данной группы фагов по совокупности фенотипических и генетических свойств. В связи с этим оценивали степень вариабельности нуклеотидных последовательностей гена *msr*.

Таблица 1 – Фенотипическая характеристика фагов лактококков вида *s2* по устойчивости к действию физических и химических факторов и спектру литического действия.

№ фага	№ группы	Место выделения	Выживаемость после УФ-облучения, %		Изменение оптической плотности после нагревания, %	Граничная концентрация цитрата натрия, %	Показатель литической активности, %	Лизируемые культуры
			5 мин	50 мин				
56/Cr106	3	Поставы	69,1*	44,1*	13,5	0,95	78,1	520/3 Cr106 33 75 57/8 81 27y 129y 34 84 606/4 24 586/10 d43/1 616/8 L85/3 575/5 79 21y 91 d134 L224/1 631/9 589/13 524/2 32
61/32	6	Брест	74,7*	56,5*	31,6	1,2	53,1	Cr106 33 75 57/8 27y 129y 84 24 586/10 616/8 575/5 79 21y 91 d134 L164/2 L224/1 32
77/83	9	Осиповичи	49,0*	43,3**	30	1,05	3,1	509y 83
82/119y	7	Толочин	64,7*	21,2*	23,1	0,4	37,5	520/3 Cr106 33 119y 75 57/8 129y 84 606/4 616/8 T7/9
83/119y	8	Толочин	58,8*	16,6*	33,6	0,45	15,6	Cr106 119y 129y 84
87/81	2	Лепель	59,1*	22,9*	19,7	0,3	56,3	d193/2 520/3 Cr106 33 119y 75 57/8 81 27y 129y 34 84 606/4 616/8 105/1 L224/1 524/2
90/606/1	5	Полоцк	55,5*	35,9*	3,1	0,55	84,4*	d193/2 520/3 Cr106 33 119y 75 57/8 81 27y 129y 34 84 606/4 24 586/10 d43/1 616/8 L85/3 575/5 105/1 79 21y 91 T7/9 L224/1 569/13 524/2
107/606/1	4	Лида	19,6**	16,3**	17,5	0,5	28,1	520/3 Cr106 33 119y 57/8 27y 129y 84

* $P < 0,01$.

** $P < 0,05$.

На сегодня известны нуклеотидные последовательности гена *tcp* семи лактофагов вида *c2*: *c2* (номер доступа в GenBank – L48605), *bIL67* (L33769), *eb1* (AF15210), *CB17* (DQ110947), *GR6* (DQ110948), *Q38* (AF152411), *Q44* (AF152412). В табл. 2 представлены результаты попарного сравнения нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *tcp* длиной 475 п.о.

Таблица 2 – Сходство (%) нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *tcp* (475 п.о.) у лактофагов вида *c2*.

Лактофаг (номер доступа в GenBank)	<i>c2</i>	<i>eb1</i>	<i>bIL67</i>	<i>CB17</i>	<i>GR6</i>	<i>Q38</i>	<i>Q44</i>
<i>c2</i> (L48605)	100	100	94,5	92,9	92,9	91,6	91,0
<i>eb1</i> (AF15210)		100	94,5	92,9	92,9	91,6	91,0
<i>bIL67</i> (L33769)			100	93,5	93,5	91,6	91,4
<i>CB17</i> (DQ110947)				100	100	90,8	90,4
<i>GR6</i> (DQ110948)					100	90,8	90,4
<i>Q38</i> (AF152411)						100	94,7
<i>Q44</i> (AF152412)							100

Как видно из табл. 2, уровень внутривидовых различий нуклеотидных последовательностей сравниваемого участка гена *tcp* составляет 5–9%, что позволяет надеяться на успешный поиск рестриктаз для ПДРФ-анализа с целью дифференциации лактофагов вида *c2*.

Из всего перечня рестриктаз, сайты рестрикции которых были представлены в нуклеотидных последовательностях гена *tcp* у семи представителей лактофагов вида *c2*, были отобраны четыре: *AluI*, *TaqI*, *MaeII*, и *MwoI*. На рис. 1 представлены полученные с помощью компьютерного моделирования результаты ПДРФ-анализа лактофагов вида *c2* после обработки отобранными рестриктазами фрагмента (475 п.о.) гена *tcp*. Как видно из представленной схемы, использование полного набора выбранных рестриктаз в ПДРФ-анализе позволяет разделить известные фаги вида *c2* на пять отдельных генотипических подгрупп: первую подгруппу образуют лактофаги *c2* и *eb1*; вторую – *CB17* и *GR6*; третью – *bIL67*; четвертую – *Q38* и пятую – *Q44*.



Рисунок 1 – Модельный ПДРФ-анализ фрагмента гена *tcr* лактофагов *c2* в полиакриламидном геле

Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей консервативного участка гена *tcr* показал, что анализируемые фаги образуют в дендрограмме четыре ветви (рис. 2). Устойчивые пары были образованы фагами *c2* и *eb1*, *CB17* и *GR6*, *Q38* и *Q44*. Фаг *bIL67* занимал обособленное положение. Принимая во внимание значительную дивергенцию фагов *Q38* и *Q44*, можно утверждать, что результаты филогенетического анализа консервативного участка гена *tcr* лактофагов вида *c2* хорошо согласуются с результатами модельного ПДРФ-анализа. В связи с этим для внутривидового типирования лактофагов вида *c2* вполне можно применить менее дорогой и трудоемкий метод ПДРФ-анализа.

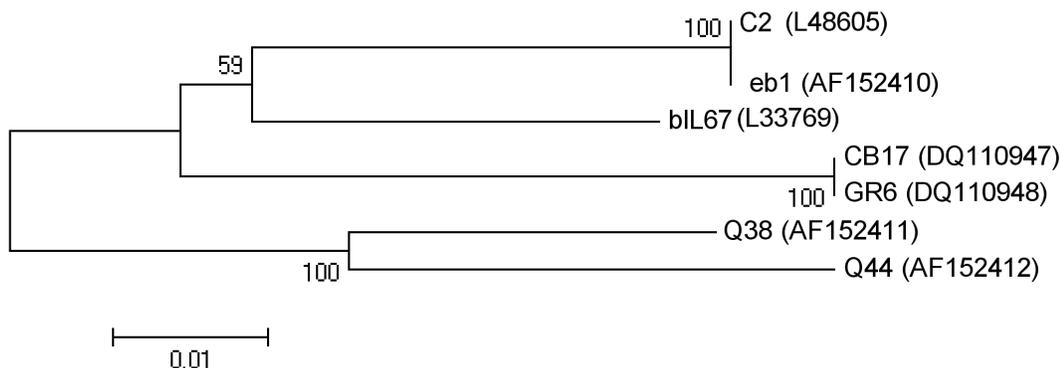


Рисунок 2 – Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей консервативного участка гена *tcr*

Заключение. Для разработки метода генотипирования лактофагов вида с2 объектом анализа может быть участок гена *тср* длиной 475 п.о. Амплификация данного фрагмента возможна с помощью полимеразной цепной реакции при использовании видоспецифичных праймеров. Обработка продукта амплификации дифференцирующими рестриктазами, электрофоретическое разделение полученных фрагментов в акриламидном геле и сравнительный анализ полученных фингерпринтов позволит провести внутривидовую дифференциацию лактофагов вида с2.

Литература

1. Кувалдина, Н. Как «обезопасить» молочную продукцию / Н. Кувалдина, Н. Сорокина // Сфера. Мир технологий. – 2005. – № 3. – С.22–25.
2. Species and type phages of lactococcal bacteriophages / A.W. Jarvis [et.al.] // Intervirology. – 1991. – N 32. – P.2–9
3. Ackermann, H.-W. Viruses of procariotes – volume I general properties of bacteriophages / H.-W. Ackermann, M.S. DuBow. – Boca Raton: CRC Press, 1987.
4. Основы бактериофагии / под ред. И.М. Габриловича. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 221 с.
5. Сельсков, А.Н. Биологическая характеристика и классификация бактериофагов молочнокислых стрептококков. – автореф. дис. канд. биол. наук / А.Н. Сельсков. – Минск, 1979. – 22 с.
6. Hammes, W.P. The Genera Lactobacillus and Carnobacterium. The Procariotes VII / W.P. Hammes, N. Weiss, W. Holzapfel // Springer-Verlag. – New-Jork; Berlin, 1992. – P. 1571–1573.
7. Interactions of Lactobacillus bulgaricus temperature bacteriophage 0448 with host strains / P.J. Cluzel [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 1987. – Vol. 53. – P. 1850–1854.
8. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
9. Bacteriophages of the genus Lactobacillus / T. Sozzi [et al.] // Intervirology. – 1981. – N 16. – P. 129–135.
10. Раутенштейн, Я.И. Бактериофаги и актинофаги. Жизнь растений / Я.И. Раутенштейн. – М.: Просвещение, 1974. – Т. 1. – С. 445–459.

11. Состояние фагового фона на отечественных молочных предприятиях / В.И. Ганина [и др.]. // Молочная промышленность. – 2005. – № 10. – С. 29-30.
12. Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.
13. Снятковский, М.В. Бактериофаги в молочном производстве и борьба с ними / М.В. Снятковский, Р.З. Карычев, Г.П. Шаманова // Переработка молока. – 2006. – № 5. – С. 20–21.
14. Методы общей бактериологии / под ред. Ф. Герхардта [и др.]. – М.: Мир, 1984. – 378 с.
15. Characterization of lactococcal bacteriophages from Quebec cheese plants / S. Moineau [et al.]. // Can. J. Microbiol. – 1992. – Vol.38. – P. 875–882.
16. Biodiversity and classification of lactococcal phages / Deveau H. [et. al.] // Appl. Environ Microbiol. – 2006. – Vol. 72. – P. 4338–4346.
17. 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. 2104–2111.
18. Фенотипическая характеристика лактофагов молочнокислых продуктов / А.П. Райский [и др.]. // Наука и инновации. – 2008. – Т. 62, №4. – С. 36–40.
19. Raiski, A. Biodiversity of *Lactococcus lactis* bacteriophages in the Republic of Belarus / A. Raiski, N. Belyasova // Int. J. Food Microbiol. – 2009. – Vol. 130. – P. 1–5.
20. Райский А.П., Биоразнообразие и идентификация распространенных на молочных комбинатах Беларуси лактофагов / А.П. Райский, С.Н. Шпилевский, Н.А. Белясова // Химия и технология органических веществ : труды Белорус. гос. техн. ун-та. Сер. IV// Бел. гос. технолог. ун-т. – Минск, 2008. – Вып. 16. – С. 166–168.
21. Pillidge, C.J. DNA restriction maps and classification of the lactococcal bacteriophages c2 and sk1 / C.J Pillidge, A.W. Jarvis // N.Z.J. Dairy Sci. Technol. – 1988. – Vol. 23. – P. 411–416.
22. Sequencing and analysis of the prolate-headed lactococcal bacteriophage c2 genome and identification of the structural genes / M.W.

Lubbers [et al.]. // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1995. – Vol. 61, N 12. – P. 4348–4356.

23. Transcription analysis of the prolate-headed lactococcal bacteriophage c2 / M.W Lubbers [et al.]. // *J. Bacteriol.* – 1998. – Vol. 180, N 17. – P. 4487–4496.

24. Schouler, C. Sequence and organization of the lactococcal prolate-headed bIL67 phage genome/ C.Schouler, S.D.Ehrlich, M-C.Chopin // *Microbiol.* – 1994. – Vol. 140. – P. 3061–3069.

25. Ackermann, H.-W. Curated list of prokaryote viruses with fully sequenced genomes / H.-W Ackermann, A.M Kropinski // *Res. Microbiol.* – 2007. – Vol. 158. – P. 555–566.

26. Labrie, S. Multiplex PCR for detection and identification of lactococcal bacteriophages/ S. Labrie, S., S. Moineau // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2000. – Vol. 66. – P. 987–994.

27. Multiplex PCR for the detection and identification of dairy bacteriophages in milk / B.Del Rio [et al.]. // *Food Microbiol.* – 2007. – Vol. 24. – P. 75–81

*N. Furik, D. Bazhanov, K. Yatsevich, E. Kasperovich, S. Vasilenko,
G. Mashkovskaya*

PHENOTYPIC AND GENETIC CHARACTERIZATION OF LACTO-COCCAL PHAGES C2 FOR WORKING OUT METHOD OF THEIR GENOTYPING

Summary

Eight lactococcal phages c2 were characterized by their resistance to physical and chemical factors and lytic spectra. It was found that phenotypic variability of the phages c2 was wide, thus molecular techniques seemed to be essential for their typ-ing. It was demonstrated that intraspecies differentiation of c2 phages is possible by RFLP analysis of mcp gene fragment, amplified by PCR with species-specific prim-ers.

*О.В. Дымар, Н.Н. Фурик, И.В. Миклук
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОРМАЛИЗАЦИИ МОЛОКА ПО БЕЛКУ УФ-ФИЛЬТРАТОМ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

(Поступила в редакцию 04.04.2011)

В статье рассмотрены возможные способы нормализации сухого обезжиренного молока фильтратом, полученным в результате обработки молочного сырья (обезжиренного молока) методом ультрафильтрации. Приведены данные, отображающие дополнительную прибыль, получаемую от реализации увеличенного за счет нормализации объема выпуска конечного продукта – сухого обезжиренного молока.

Введение. В настоящее время в странах с развитой молочной промышленностью выпускается широкий ассортимент молочных продуктов, в основе производства которых лежит баромембранная обработка молочного сырья, обладающая рядом преимуществ по сравнению с традиционными технологиями. Баромембранная фильтрация основана на использовании полупроницаемых мембран, предназначенных для концентрирования компонентов обрабатываемого молочного сырья с большей молекулярной массой и отделения компонентов с меньшей молекулярной массой под воздействием давления. Использование баромембранных технологий позволяет подойти к решению вопроса рациональной и полной переработки молочного сырья; получить продукты с регулируемым химическим составом и свойствами, максимально используя при этом ценные компоненты молока; улучшить качество выпускаемых продуктов питания, отличающихся высокой пищевой и биологической ценностью; повысить выход готовой продукции из единицы сырья при производстве различных молочных продуктов, максимально снизив при этом технологические потери; снизить энергоемкость существующих технологий. К тому же применение баромембранных методов обработки молочного сырья при производстве молочных продуктов не оказывает негативного влияния на свойства компонентов молока.

При использовании баромембранных методов, в частности ультрафильтрации, для обработки обезжиренного молока в качестве конечных продуктов выступают концентрат, в котором накапливается в основном общий белок молока, включающий казеиновые фракции и сывороточные белки, и фильтрат, в который переходят лактоза и минеральные соли. Концентрат молочного белка является как конечным продуктом, используемым для обогащения различных пищевых продуктов белком, так и промежуточным продуктом, который применяется для производства различных молочных продуктов (творог, сыр, йогурт и другие). Фильтрат также представляет интерес как компонент, который можно направить на нормализацию молочных продуктов по белку.

В действующем в Республике Беларусь стандарте СТБ 1858–2009 содержание белка в сухом обезжиренном молочном остатке (СОМО) в сухом обезжиренном молоке (СОМ) должно быть не менее 34%. Практически, в связи с сезонными и иными изменениями соотношения белок: СОМО в сырье, содержание белка в сухом обезжиренном молоке колеблется. В соответствии с проведенными в Отраслевой испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» испытаниями партий СОМ, выработанных на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь, массовая доля белка в СОМО колеблется в диапазоне 34,5–41,9% (табл. 1).

Таблица 1 – Состав сухого обезжиренного молока, %

Наименование предприятия-изготовителя/заявителя на проведение испытаний	Массовая доля влаги	Массовая доля белка	Массовая доля белка в СОМО
ОАО «Клецкая крыночка»:			
- среднее значение	4,66	37,19	39,0
- минимальное значение	4,54	32,90	34,5
- максимальное значение	4,85	39,90	41,86
ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»:			
- среднее значение	-	36,00	37,9
- минимальное значение	-	35,80	37,7
- максимальное значение	-	36,20	38,11
ОАО «Савушкин продукт»	-	35,30	37,16
ИООО «Милкимпорт Айс»	-	34,99	36,83
ОАО «Сморгонские молочные продукты»	4,78	38,00	39,91
ОАО «Березинский сыродельный завод»	-	32,90	34,63

Используя нормализацию конечного продукта по белку, можно существенно повысить выручку от реализации продукции на внешнем и внутреннем рынках за счет увеличения объема выпуска или, иными словами, снизив себестоимость конечной продукции, увеличить прибыль.

Одним из путей решения данной задачи является использование фильтрата для нормализации молочных продуктов по белку, полученного ультрафильтрацией (УФ) обезжиренного молока (ОБМ), при которой в концентрате собираются молочные белки, включая казеиновые и сывороточные фракции, а в фильтрат переходят в основной массе лактоза и минеральные соли.

В соответствии с директивой 2007/61/EG от 26 сентября 2007 г. о внесении изменений в директиву 2001/114 EG об определении сорта сгущенного и сухого молока для питания, для нормализации сухого обезжиренного молока по белку допустимо использовать концентрат молочного белка, полученный методом ультрафильтрации, УФ-фильтрат обезжиренного молока, лактозу. Это дает нам практическую возможность производить стандартизованное по белку сухое обезжиренное молоко.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектом исследования является технология производства концентрата молочного белка с применением процесса ультрафильтрации. Метод исследований – математическое моделирование.

Результаты и их обсуждение. Нормализацию сухого обезжиренного молока по белку можно проводить в сухом виде путем смешивания его с сухим УФ-фильтратом, а также в жидком виде путем смешивания обезжиренного молока (сырья) и УФ-фильтрата до сушки.

При удалении воды из молока без разделения сухого остатка на составные части на протяжении всего процесса производства сухого молока соотношение массовых долей белка (Б) и сухого безбелкового молочного остатка (СБМО) остается неизменным [1, 2]. Следовательно, в молоке, предназначенном для производства сухого молока, доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка должна быть такой же, какой она задана для конечного продукта – СОМ. Как правило, фактическая доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка отличается от заданных по стандарту в готовых продуктах. Изменение

фактического соотношения Б : СБМО в молоке до требуемого по стандарту в готовом продукте обеспечивается регулированием состава исходного сырья.

При нормализации сухого обезжиренного молока по белку жидким УФ-фильтратом регулирование состава исходного ОБМ производили путем изменения фактического отношения между массовыми долями белка и сухого безбелкового молочного остатка в нем до заданного отношения между ними в конечном продукте – СОМ.

Отношение массовой доли белка в конечном продукте к массовой доле сухого безбелкового молочного остатка обозначается $O_{пр}$ (1):

$$O_{пр} = \frac{B_{пр}}{СБМО}, \quad (1)$$

где $O_{пр}$ – доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка в продукте; $B_{пр}$ – массовая доля белка в продукте, %; СБМО – массовая доля сухого безбелкового молочного остатка в продукте, %.

В исходном обезжиренном молоке, предназначенном для производства сухого обезжиренного молока, доля белка на единицу сухого безбелкового молочного остатка колеблется в пределах 0,45–0,73; в конечном сухом обезжиренном молоке с массовой долей белка, соответствующей стандарту, 34%, в сухом обезжиренном молочном остатке $O_{пр}$ составляет 0,5. Для нормализации молока необходимо достичь равенства:

$$O_{м} = O_{пр} \quad (2)$$

В случае, если $O_{м} > O_{пр}$, то при регулировании состава молока соотношение $B_{м}/СБМО_{м}$ должно быть уменьшено, следовательно, нормализацию рационально проводить УФ-фильтратом.

Массу УФ-фильтрата, необходимую для нормализации исходного молока, рассчитывали по следующей формуле:

$$M_{ф} = \frac{B_{ОБМ} - СБМО_{ОБМ} O_{пр}}{СБМО_{пр} - B_{ф}} \times M_{ОБМ}, \quad (3)$$

где M_{ϕ} – масса УФ-фильтрата, кг; $B_{OБМ}$, B_{ϕ} – массовая доля белка в исходном обезжиренном молоке, УФ-фильтрате, %; $СБМО_{OБМ}$, $СБМО_{\phi}$ – массовая доля сухого безбелкового молочного остатка исходного обезжиренного молока, УФ-фильтрата, %.

Массу исходного молока приняли равной 1000 кг. Следовательно, масса нормализованной смеси ($M_{н}$) равна сумме массы исходного молока ($M_{OБМ}$) и массы УФ-фильтрата (M_{ϕ}) (4):

$$M_{н} = M_{OБМ} + M_{\phi}. \quad (4)$$

В табл. 2 приведены: масса УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг обезжиренного молока; масса нормализованной смеси; масса сухого обезжиренного молока, полученного из соответствующего объема нормализованной смеси; стоимость нормализованного сухого обезжиренного молока; прибыль, полученная от нормализации сухого обезжиренного молока по белку (разница между стоимостью партии нормализованного сухого обезжиренного молока, полученной из соответствующего объема нормализованной смеси, и стоимостью сухого обезжиренного молока, полученного из 1000 кг обезжиренного молока).

Таблица 2 – Нормализация обезжиренного молока (сырья) жидким УФ-фильтратом

Массовая доля белка в ОБМ, %	Масса УФ-фильтрата, кг	Масса нормализованной смеси, кг	Масса нормализованного СОМ, кг	Стоимость СОМ, долл.	Дополнительная прибыль, долл.
3,0	0	1000	94	375	0
3,1	57	1057	97	388	11
3,2	122	1122	101	403	24
3,3	187	1187	104	418	37
3,4	252	1252	108	433	50
3,5	317	1317	112	448	63
3,6	382	1382	116	462	76
3,7	446	1446	119	478	89
3,8	511	1511	123	492	102

Примечание. Массовая доля сухих веществ в ОБМ – 9,0%, массовая доля сухих веществ в СОМ – 96%, нормируемая массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке СОМ 34%, массовая доля сухих веществ в УФ-фильтрате – 5,5%, массовая доля азотистых соединений в УФ-фильтрате – 0,3 %, стоимость 1 кг СОМ 4,0 долл.

При нормализации продукта по белку сухим смешиванием с сухим УФ-фильтратом регулирование состава сухого обезжиренного молока

производили путем изменения фактической массовой доли белка в нем до нормируемого значения. При этом массу сухого УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг сухого обезжиренного молока, рассчитывали по такой формуле:

$$M_{c.ф} = \frac{M_{COM} (B_{COM} - B_{пр})}{B_{пр} - B_{c.ф}} \quad (5)$$

где $M_{c.ф}$ - масса сухого УФ-фильтрата, кг; M_{COM} – масса нормализуемого сухого обезжиренного молока, кг; B_{COM} – массовая доля белка в нормализуемом сухом обезжиренном молоке, %; $B_{пр}$ – массовая доля белка в готовом продукте – нормализованное сухое обезжиренное молоко, %; $B_{c.ф}$ – массовая доля азотистых соединений в сухом УФ-фильтрате, %.

В табл. 3 приведены: масса сухого УФ-фильтрата, необходимого для нормализации 1000 кг сухого обезжиренного молока; масса сухой нормализованной смеси; масса сухого обезжиренного молока, полученного из соответствующего объема нормализованной смеси; стоимость нормализованного сухого обезжиренного молока; прибыль, полученная от нормализации сухого обезжиренного молока по белку (разница между стоимостью партии нормализованного сухого обезжиренного молока, полученной из соответствующего объема нормализованной смеси, и стоимостью 1000 кг сухого обезжиренного молока, не нормализованного по белку).

Таблица 3 – Нормализация сухого обезжиренного молока сухим УФ-фильтратом

Массовая доля белка в СОМО СОМ, %	Масса сухого УФ-фильтрата, кг	Масса нормализованного СОМ, кг	Стоимость СОМ, долл.	Дополнительная прибыль, долл.
34	0	1000	4000	0
35	35	1035	4105	105
36	70	1070	4210	210
37	105	1105	4315	315
38	140	1140	4420	420
39	175	1175	4525	525
40	210	1210	4630	630
41	245	1245	4735	735

Примечание. Массовая доля сухих веществ в СОМ – 96%, нормируемая массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке СОМ – 34%, массовая доля азотистых соединений в сухом УФ-фильтрате – 5,2%, стоимость 1 кг СОМ 4,0 долл., стоимость 1 кг сухого фильтрата 1,0 долл.

Анализируя применение двух вышерассмотренных способов нормализации сухого обезжиренного молока, можно сказать о том, что нормализация исходного сырья (обезжиренного молока) жидким УФ-фильтратом не требует каких-либо существенных дополнительных затрат со стороны молокоперерабатывающих предприятий, так как получение УФ-фильтрата сопутствует основному технологическому процессу производства концентрата молочного белка с помощью ультрафильтрации. Нормализацию в жидком виде на молокоперерабатывающих предприятиях можно проводить смешением в резервуаре, смешением в потоке и с использованием сепараторов-нормализаторов, в зависимости от оснащенности предприятия.

Нормализация сухого обезжиренного молока сухим смешиванием с сухим УФ-фильтратом, в свою очередь, требует дополнительных затрат на сушку УФ-фильтрата, однако и в этом случае при реализации нормализованного сухого обезжиренного молока можно получить дополнительную прибыль, что отражено в табл. 3 (данные рассчитаны с учетом затрат на производство сухого УФ-фильтрата). Для нормализации сухим смешиванием необходимо наличие оборудования для смешивания сухих смесей, данный способ нормализации имеет свои преимущества: возможность проведения нормализации независимо от процесса ультрафильтрации (хранение сухого УФ-фильтрата).

Заключение. Таким образом, при проведении ультрафильтрации обезжиренного молока с получением УФ-концентрата молочного белка, который направляется на производство либо обогащение различных молочных продуктов, и УФ-фильтрата, который в данном случае выступает как побочный продукт, рационально проведение нормализации по белку сухого обезжиренного молока УФ-фильтратом (в жидком или сухом виде), что позволяет получить конечные продукты с нормируемым составом, а также дополнительную прибыль за счет увеличения объема выпуска. Так, при нормализации партий сухого обезжиренного молока объемом по 1000 кг, вырабатываемых на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь, с содержанием белка в сухом обезжиренном молочном остатке 34,5–41,9% дополнительная прибыль за счет увеличения объема выпуска составит 52 и 829 долларов США соответственно.

С другой стороны, возможна ситуация, когда содержание белка в сухом обезжиренном молоке не соответствует нормам определенного стандарта. В этом случае, в соответствии с вышеупомянутой директивой, возможна нормализация продукта концентратом молочного белка, полученного методом ультрафильтрации. Себестоимость конечного продукта возрастет, но его соответствие стандарту позволит получать при продаже прибыль по нормальной рыночной цене.

Приведенные выше положения справедливы для сухого цельного молока и других сухих молочных продуктов и смесей.

Литература

1. Чекулаева, Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский, Л.В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 249 с.

2. Голубева, Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / Л.В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 376 с.

O. Dymar, N. Furik, I. Miklukh

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF NORMALIZATION OF MILK ON PROTEIN THE SKIM MILK UF-FILTRATE

Summary

In article possible ways of normalization of dry skim milk on protein by a filtrate received as a result of processing of dairy raw materials (skim milk) by a method of an ultrafiltration were considered. The data displaying additional profit, received from realization of the volume of release of an end-product - dry skim milk - increased at the expense of normalization were cited.

К.В. Объедков, С.И. Чаевский
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ α -ЛАКТОЗЫ В КОНЦЕНТРАТЕ ЛАКТО-ЛАКТУЛОЗЫ

(Поступила в редакцию 04.03.2011)

В статье приведены особенности использования лактулозы как бифидогенного фактора, а также, в рамках проведения мероприятий по повышению качества концентрата лакто-лактuloзы, в производственных условиях были определены оптимальные температурные параметры кристаллизации α -лактозы в данном концентрате.

Введение. Лактулоза – углевод, относящийся к классу олигосахаридов и подклассу дисахаридов, так как его молекула состоит из остатков галактозы и фруктозы, соединенных 1–4 гликозидной (рис. 1) связью [1, 2]. Химическое название лактулозы по современной номенклатуре – 4-O- β -D-галактопиранозил-D-фруктоза.

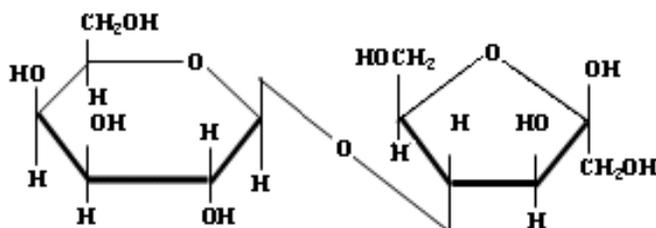


Рисунок 1 – Структурная формула лактулозы

В настоящее время лактулоза является признанным бифидогенным фактором, благодаря чему широко используется во многих странах как профилактическое и терапевтическое средство при различных заболеваниях, особенно в случае формирования дисбактериоза [3].

Данный углевод не расщепляется в верхнем отделе желудочно-кишечного тракта из-за отсутствия необходимых для этого ферментов и проходит транзитом в толстый кишечник, где и используется бифидобактериями как источник энергии и углерода [4–6].

В Республике Беларусь впервые начали производить лактулозу с 2009 г. на ОАО «Городской молочный завод №2» г. Минска. Промыш-

ленное получение лактулозы основано на щелочной изомеризации лактозы, обработки и нейтрализации раствором лимонной кислоты, деминерализации электродиализом до уровня 80–90% с последующим сгущением полученного лакто-лактоулозного раствора [6]. В процессе производства лактулозы возникают определенные трудности, связанные с выходом готового продукта, качественными показателями, такими как процентное содержание лактулозы, высокое содержание лактозы, наличие небольшого количества кристаллов лактозы в готовом продукте. Было выявлено [7], что для получения более качественного концентрата лактулозы необходимо повысить содержание сухих веществ до 60% с последующей кристаллизацией непроизомеризовавшейся лактозы (до 25–30% от массовой доли сухих веществ) и ее отделение. Таким образом, исследования, направленные на оптимизацию процесса кристаллизации лактозы в концентрате лакто-лактоулозы, являются актуальными.

Материалы (объекты) и методы исследования. В рамках проведенных испытаний по повышению качества концентрата лакто-лактоулозы в производственных условиях была исследована кинетика и определены оптимальные температурные параметры кристаллизации лактозы в концентрате лакто-лактоулозы.

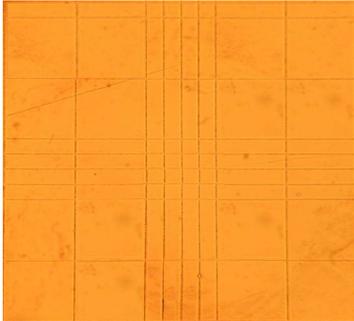
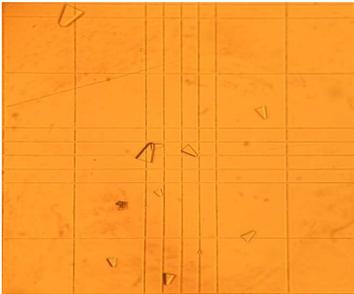
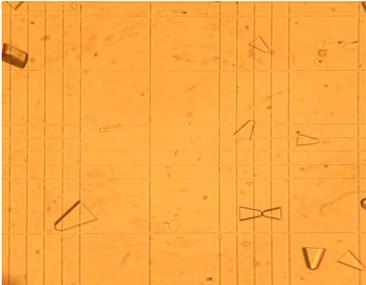
После щелочной изомеризации, электродиализа, упаривания концентрата лакто-лактоулозы до концентрации сухих веществ $(60 \pm 2)\%$ и дополнительного нагрева до $(70–73)^\circ\text{C}$ была проведена кристаллизация лактозы при следующем режиме: медленное самопроизвольное охлаждение концентрата в кристаллизационной ванне до 35°C в течении 15 ч, затем охлаждение с 35 до 26°C в течение 4 ч при подаче ледяной воды в рубашку при постоянном перемешивании (частота вращения мешалки 30–40 об/мин), далее концентрат охлаждали до $10 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 17 ч с периодическим перемешиванием в течение 3 мин каждые 2 ч.

Кинетику роста кристаллов α -лактозы из водных растворов изучали микроскопическим методом [8] с использованием камеры Горяева. Расстояние между линиями решётки камеры Горяева составляет 50 мкм. Для первого режима при медленном охлаждении с 70 до 35°C массовой кристаллизации не наблюдалось. Под микроскопом при увеличении в 40 раз в поле зрения можно было увидеть только единичные кристаллы. При охлаждении с 35 до 26°C через определенные временные интервалы

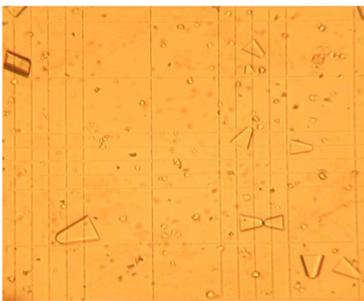
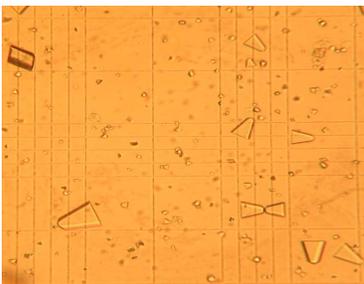
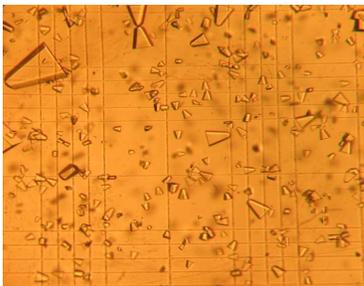
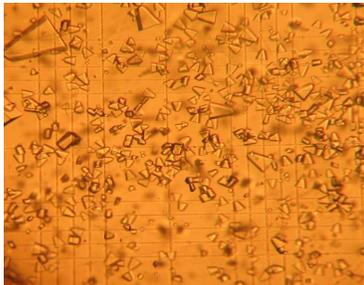
(30 мин) производили отбор проб, измеряли температуру кристаллизата и на поверхность камеры Горяева наносили концентрат лакто-лактоулозы в количестве 30 мкл. Далее с использованием микроскопа, на сетке производили подсчет кристаллов и визуально оценивали размеры образующихся кристаллов лактозы в процессе массовой кристаллизации. Для более наглядного показа результатов, внешний вид кристаллов фотографировали (табл. 1).

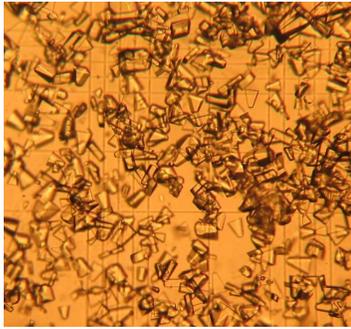
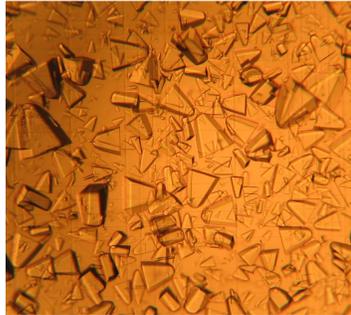
Результаты и их обсуждение.

Таблица 1 – Оценка роста кристаллов лактозы в концентрате лакто-лактоулозы

Продолжительность кристаллизации, ч	Внешний вид кристаллов	Температура концентрата лакто-лактоулозы, °С	Среднее количество кристаллов в концентрате (N), 10 ³ шт/мл	Концентрация сухих веществ (ω), %
1	2	3	4	5
0		70,0	0	60,0
15		35,0	4,5	59,0
15,5		33,0	5,7	58,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
16,0		31,1	9,0	57,5
16,5		29,8	45,0	57,0
17,0		28,2	75,0	55,0
17,5		28,0	90,0	53,0
18,0		27,0	93,0	52,0

1	2	3	4	5
18,5		26,0	130,0	51,5
40		10,0	135,0	51,0

Как видно из табл. 1, после возникновения зародышей, размером больше критического, начинается их рост, в результате чего получают стабильные кристаллы.

Поскольку рост кристаллов является гетерогенным процессом, его массовая скорость пропорциональна доступной поверхности кристаллов [9]. Однако в работе [10] отмечается, что при двукратном увеличении поверхности скорость роста кристаллов лактозы (измерявшаяся по падению пересыщения) возрастает менее чем в два раза, это отклонение, по-видимому, связано со вторичным зародышеобразованием, которое относительно больше увеличивает меньшую кристаллическую поверхность. Перемешивание кристаллизата увеличивает доступную поверхность, поднимая кристаллы со дна кристаллизационной ванны, тем самым также может ускорить их рост.

Как следует из рис. 2, характер кинетической кривой имеет S-образную форму. Точки излома на кривой фиксируют моменты фазовых превращений. Участок *AB* характеризует индукционный период. Для него характерны скрытые процессы образования зародышей кристаллов

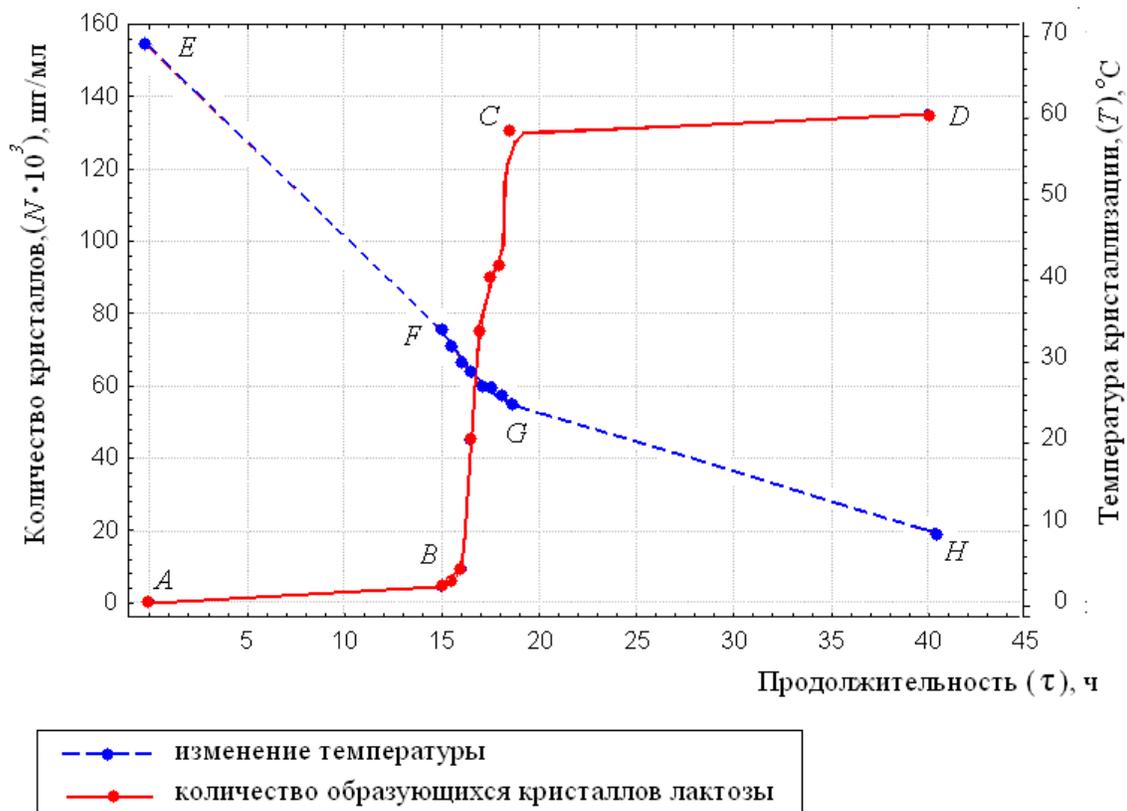


Рисунок 2 – Влияние температуры на кинетику кристаллизации лактозы в концентрате лакто-лактулозы

лактозы и их роста до критического размера. Затем на участке BC происходит массовая кристаллизация лактозы.

Следует отметить, что на этом участке преобладающим является рост кристаллов, хотя не исключены процессы зародышеобразования. Однако на этом процесс кристаллизации не завершается. Интенсивное снятие пересыщения на участке BC приводит к замедлению процессов образования кристаллов. Период CD более продолжительный. На этом участке идет процесс вторичного зародышеобразования и рост кристаллов лактозы. Механическое перемешивание в наибольшей степени интенсифицирует процесс зародышеобразования, чем рост. Влияние температуры на продолжительность кинетического процесса обусловлено прежде всего тем, что при уменьшении температуры увеличивается вязкость и увеличивается энергия активации зародышеобразования и роста кристаллов. Как видно из табл. 1 при массовой кристаллизации в течение 2,5 ч кристаллы лактозы достигают размеров 50–80 мкм. При последующем охлаждении размеры кристаллов увеличиваются в среднем в два

раза (до 150–180 мкм), в последствии количество кристаллов изменяется незначительно.

Заклучение. На основе анализа полученной кинетической зависимости (рис. 2) можно сделать вывод о том, что массовая кристаллизация лактозы в концентрате лакто-лактоулозы протекает при охлаждении в температурном интервале от 35 до 26 °С (участок *FG*) в течении 3,5 ч. При дальнейшем охлаждении наблюдается рост кристаллов и вторичное зародышеобразование. Анализ результатов исследований показал, что средние размеры кристаллов лактозы при последующем охлаждении с 26 до 10 °С (участок *GH*) составили 150–180 мкм, что позволяет эффективно отделить кристаллы из полученного концентрата с помощью установки вакуум-фильтрации, тем самым повысить качество концентрата, увеличив содержание лактулозы.

Литература

1. Синельников, Б.М. Лактоза и её производные / Б.М. Синельников [и др.]. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
2. Рябцева, С.А. Технология лактулозы / С.А. Рябцева – М.: ДеЛи принт, 2003. – 230 с.
3. Oligosaccharides and probiotic bacteria / H. Modler [et al.] // Bull. of the IDF. – 1996. – N313. – 58 p.
4. Tamura, Y. Lactulose and its application to the food and pharmaceutical industries / Y. Tamura, T. Mizota, S. Schimamura // Bull. of the IDF. – 1994. – E-doc 289. – P.43–53.
5. Mizota, T. Lactulose as a sugar with physiological significance / T. Mizota, Y. Tamura, M. Tomita // Bull. of the IDF. – 1987, N212. – P. 69–76.
6. Храпцов, А.Г. Закономерности процесса изомеризации лактозы в лактулозу в подсырной сыворотке / А.Г. Храпцов, С.А. Рябцева, Л.Н. Журба // Вест. СевКавГТУ, серия «Продовольствие». – 2003. – №1(6). – С. 25–30.
8. Mitzner, R. Beitrage zyr Katalyse der Mutarotation von Zuckem durch Ni. / R. Mitzner, E. Behrenwald // Z.Phys. Chem. (Leipzig). – 1971. – Bd. 247. – N1–2. – S. 78.

9. Roetman, K. Temperature dependence of the equilibrium ratio of lactose in aqueous solution / K. Roetman, T.J. Bume. – Ned. Melk-Zuiveltijdschr., 1974. – Jrg.28. – №.3–4. – S. 155.

10. Twieg, W.C. Kinetics of lactose crystallization./ W.C. Twieg, T.A. Nickerson J. // Dairy Sci., 1968. – Vol. 51, N11. – P. 1720–1724.

7. Обьедков, К.В. Совершенствование технологии получения концентрата лактулозы с повышенным содержанием основного компонента/ К.В. Обьедков, И.Б.Фролов, С.И. Чаевский // Комплексное использование биоресурсов: малоотходные технологии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2010. – С. 153–156.

K. Obiedkov, S. Chayevskiy

**RESEARCH OF PROCESS OF CRYSTALLIZATION
 α -LACTOSES IN CONCENTRATE OF LAKTO-LACTULOSES**

Summary

In article features of use lactulose as bifidus factor are resulted. Within the limits of carrying out of actions for improvement of quality of concentrate lacto-lactulose, optimum temperature parameters of crystallization α -lactoses in the given concentrate under production conditions have been defined.

О.В. Дымар, Н.Н. Фурик, М.В. Зубик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ ПРОДУКТА МОЛОЧНО-ЖИРОВОГО СУХОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЖИРАМИ

(Поступила в редакцию 01.04.2011)

Разработан оптимальный состав жировой фазы продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами по критерию максимального подобия жирнокислотному составу молочного жира с учетом ограничивающих условий. Разработана технология производства продукта молочно-жирового сухого с его использованием.

Введение. Перспективной группой продуктов, предназначенных для освоения на молокоперерабатывающих предприятиях, являются продукты на основе вторичного молочного сырья. Особый интерес в этом случае представляют сухие продукты на основе молочной сыворотки. Выпуск таких продуктов позволит расширить ассортимент молочной продукции, получать продукты с широкой сферой применения, повысить экологическую безопасность работы предприятия [1].

На сегодняшний день предприятия молочной промышленности наряду с традиционными выпускают продукты с частичной или полной заменой молочного жира немолочным. Это обусловлено полезными свойствами растительных жиров и масел: они являются ценными ингредиентами, регулирующими жирнокислотный состав продуктов и обогащающими их полиненасыщенными жирными кислотами и жирорастворимыми витаминами, а также низкой себестоимостью [2].

В этом случае перспективным является выпуск сывороточно-жировых концентратов, главными направлениями использования которых могут быть пищевые и кормовые цели.

При использовании на пищевые цели концентраты выступают в роли сухих «растительных сливок», в которых молочный жир заменяется растительным. При этом сохраняются пищевая ценность и традиционные качества продукта, улучшаются диетические свойства, увеличиваются

сроки годности продукта, снижается себестоимость. «Растительные сливки» помимо использования в качестве добавки при приготовлении горячих напитков могут применяться в виде ингредиентов, используемых при производстве широкого спектра пищевых продуктов (супов, каш, картофельного пюре, хлебопекарных и кондитерских сухих смесей, десертов, мороженого, майонезов и жировых соусов, мясных продуктов, спредов).

При использовании на кормовые цели концентраты выступают в роли основного ингредиента в составе заменителей цельного молока. Если исходить из 50% содержания жира в продукте, то при производстве заменителей цельного молока его можно включать в количестве до 35% от компонентного состава рецептур.

Цель работы – разработка оптимального состава жировой фазы продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами по критерию максимального подобия жирнокислотному составу молочного жира с учетом ограничивающих условий и разработка технологии производства продукта молочно-жирового сухого с его использованием.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования в работе являются: молочный жир, растительные масла, продукт молочно-жировой сухой. Предмет исследования – жирнокислотный состав молочного жира и растительных масел, физико-химические показатели продукта молочно-жирового сухого.

Молочный жир представляет собой смесь триацилглицеринов. Он выполняет энергетическую функцию, обуславливает определенный вкус и консистенцию молочных продуктов, является источником биологически ценных полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, провитаминов и других важных для организма соединений.

Растительные масла и жиры являются ценными ингредиентами, регулирующими жирнокислотный состав продуктов и обогащающими их полиненасыщенными жирными кислотами и жирорастворимыми витаминами.

Основной характеристикой ценности конкретного масла или жира является жирнокислотный состав. В связи с этим в ходе работы были исследованы жирнокислотные составы различных масел и жиров.

В процессе работы применяли стандартные физико-химические и биохимические методы исследований.

Жирнокислотный анализ молочного жира и растительных масел и жиров исследовали с помощью хроматографа газового Perkin Elmer согласно: СТБ ИСО 15304–2007 «Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания трансизомеров жирных кислот в растительных жирах и маслах методом газовой хроматографии»; СТБ ИСО 5509–2007 «Жиры и масла животные и растительные. Методики получения метиловых эфиров жирных кислот».

Для получения оптимального состава жировой основы продукта была разработана компьютерная методика, основанная на методе наименьших квадратов с учетом ограничивающих условий. Критерием оптимальности являлось максимальное подобие жирнокислотного состава композиции растительных масел и жиров молочному жиру. Подобие жирнокислотного состава полученной композиции оценивали по сумме квадратов разностей S доли каждой кислоты в полученной композиции и в молочном жире, чем меньше данная величина, тем более точно состав композиции подобен составу молочного жира.

Результаты и их обсуждение. В ходе работы определен жирнокислотный состав молочного жира и растительных масел и жиров, создана композиция растительных масел, оптимизированная по жирнокислотному составу по критерию максимального подобия составу молочного жира, разработана технология продукта молочно-жирового сухого.

Определение жирнокислотного состава масел и жиров. Исследования состава проводили методом газовой хроматографии, кроме того, изучены литературные данные. Наряду с изучением жирнокислотного состава растительных масел, определяли состав молочного жира, а также свиного жира и маргарина как возможных компонентов в составе жировой основы для производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами.

Жирнокислотный состав различных масел и жиров, представленный в табл. 1, показывает, что по содержанию каприловой и каприновой кислот молочному жиру наиболее подобно пальмоядровое масло (3,3% каприловой кислоты против 0,8% в молочном жире, 3,8% каприновой кислоты против 2,7% в молочном жире). Лауриновая кислота кроме мо-

лочного жира определена в пальмовом и кокосовом масле, причем по критерию содержания данной кислоты молочному жиру более подобно пальмовое масло (0,4% против 3,3% в молочном жире).

По содержанию миристиновой кислоты наиболее близки молочному жиру пальмовое масло. По ряду жирных кислот (пальмитиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, линоленовая) молочный жир близок свиному жиру. Олеиновая кислота присутствует во всех перечисленных маслах, однако наиболее близки молочному жиру подсолнечное, льняное, хлопковое, кукурузное и соевое масла.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав масел и жиров

Вид масла или жира	Жирная кислота										
	каприловая	каприновая	лауриновая	миристиновая	пальмитиновая	пальмитолеиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	арахиновая
Молочный жир	0,8	2,7	3,3	11,1	27,8	1,8	11,2	22,5	1,5	1,0	0,1
Молочный жир*	1,0	2,5	2,1	8,0	30,0	3,2	9,0	24,0	3,6	2,0	1,0
Пальмовое	-	-	0,4	13,0	39,1	0,2	3,5	42,2	12,0	0,3	0,2
Пальмовое*	-	-	0,3	1,5	38,0	0,2	5,0	45,0	8,0	0,3	0,3
Кокосовое	7,7	6,3	51,0	18,3	7,5	-	2,5	5,0	1,2	-	-
Кокосовое*	7,3	6,3	44,7	16,2	8,0	-	1,9	7,8	1,7	-	-
Подсолнечное	-	-	-	0,1	6,7	0,1	4,3	18,5	68,8	0,1	0,2
Подсолнечное*	-	-	-	-	6,2	-	4,1	23,7	59,8	-	-
Льняное	-	-	-	-	6,2	0,1	3,2	14,9	17,8	57,2	0,4
Льняное*	-	-	-	0,5	5,5	0,6	5,4	20,0	20,1	58,5	0,7
Рапсовое	-	-	-	0,1	5,1	0,2	1,7	61,3	20,0	10,3	0,5
Рапсовое*	-	-	-	-	4,8	0,3	1,4	54,0	22,5	9,9	-
Хлопковое*	-	-	-	0,8	20,8	0,8	3,1	18,6	50,8	-	-
Соевое*	-	-	-	-	10,3	-	3,5	19,8	50,9	10,3	-
Кукурузное*	-	-	-	-	11,1	-	2,2	24,0	57,0	0,6	-
Оливковое*	-	-	-	-	12,9	1,5	2,5	64,9	12	-	0,35
Пальмоядровое*	3,3	3,8	-	-	6,3	0,5	7,4	14,0	2,4	-	1,1
Свиной жир	-	-	-	2,0	31,3	2,1	16,3	38,8	7,0	1,1	0,1
Маргарин	-	0,5	7,4	2,9	26,7	0,1	3,4	30,3	28,0	0,1	0,1

* Литературные данные [3].

Анализ данных табл. 1 позволяет сделать вывод о преобладании в составе молочного жира насыщенных жирных кислот (среднее содержание 65%) – пальмитиновой, стеариновой и миристиновой. Среди ненасыщенных кислот преобладает олеиновая. Кроме того, для молочного жира характерен дефицит незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (менее 5%), таких как линолевая, линоленовая, арахидоновая, которыми богаты масла и жиры растительного происхождения.

Оптимизация жирнокислотного состава жировой фазы продукта молочно-жирового сухого. В качестве исходных компонентов при составлении композиции масел, выступающих в роли жировой основы при производстве продукта молочно-жирового сухого, были выбраны растительные масла: кокосовое, пальмовое, подсолнечное, соевое, рапсовое, кукурузное, оливковое. Кроме того, оценен вариант использования маргарина и свиного жира (табл. 2).

Таблица 2 – Рецептуры продукта молочно-жирового сухого

Растительное масло	Доля в составе рецептуры, %			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Хлопковое	2,1	-	3,6	-
Рапсовое	13,0	-	4,4	20,0
Кокосовое	21,6	26,1	20,6	30,0
Пальмовое	63,3	71,6	54,3	50,0
Подсолнечное	-	2,3	-	-
Свиной жир	-	-	17,1	-
Сумма квадратов разностей S	283,7	306,1	272,1	436,3

Анализ данных табл. 2 показывает возможность создания различных композиций, выступающих в роли жировой основы продукта молочно-жирового сухого. При этом наиболее близкой по жирнокислотному составу является рецептура на основе хлопкового, рапсового, кокосового, пальмового масла и свиного жира (квадрат разности $S = 272,1$). В случае использования только растительных масел оптимальной является рецептура № 1 (на основе хлопкового, рапсового, кокосового и пальмового масла). При учете таких факторов, как цена и доступность масла, получили рецептуру № 3 на основе кокосового, пальмового и под-

солнечного масел. Квадрат разности S при этом равен 306,1, что свидетельствует о снижении уровня подобия состава полученной смеси состава молочного жира по сравнению с рецептурами № 1 и № 3. Учитывая фактор включения в состав рецептуры для производства продукта молочно-жирового сухого растительных масел отечественного изготовления, получили рецептуру № 4, в состав которой входят кокосовое, пальмовое и рапсовое масла в соотношении 3 : 5 : 2 ($S = 436,3$). Включение рапсового масла отечественного изготовления в состав рецептуры оптимизирует жирнокислотный состав продукта по содержанию полиненасыщенных жирных кислот, кроме того, снижается себестоимость готового продукта.

На основании полученных данных и с учетом ограничивающих условий в качестве масел для жировой основы вырабатываемого продукта, как наиболее оптимальные, были выбраны пальмовое, кокосовое и рапсовое масла.

По данным табл. 1 пальмовое масло и молочный жир содержат следующие жирные кислоты: миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, лауриновую, олеиновую, линолевую, линоленовую, арахидоновую. При этом отмечены наиболее близкие масла по содержанию миристиновой кислоты (11,1% в молочном жире против 13% в пальмовом масле), пальмитиновой (27,8% в молочном жире против 39,1% в пальмовом масле) и олеиновой кислоты (0,1% в молочном жире против 0,2% в пальмовом масле). Кокосовое масло и молочный жир имеют следующие общие жирные кислоты: каприловую, каприновую, лауриновую, миристиновую, пальмитиновую, стеариновую, олеиновую, линолевую. Наиболее близок жирнокислотный состав кокосового масла и молочного жира по содержанию миристиновой кислоты (11,1% в молочном жире против 18,3% в кокосовом масле) и линолевой кислоты (1,5% в молочном жире против 1,2% в кокосовом масле). Рапсовое масло по содержанию арахидоновой кислоты близко к молочному жиру (0,1% в молочном жире против 0,5% в рапсовом масле), содержание лигноцериновой кислоты в рапсовом масле и молочном жире одинаковое (0,1%). Кроме того, рапсовое масло богато олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

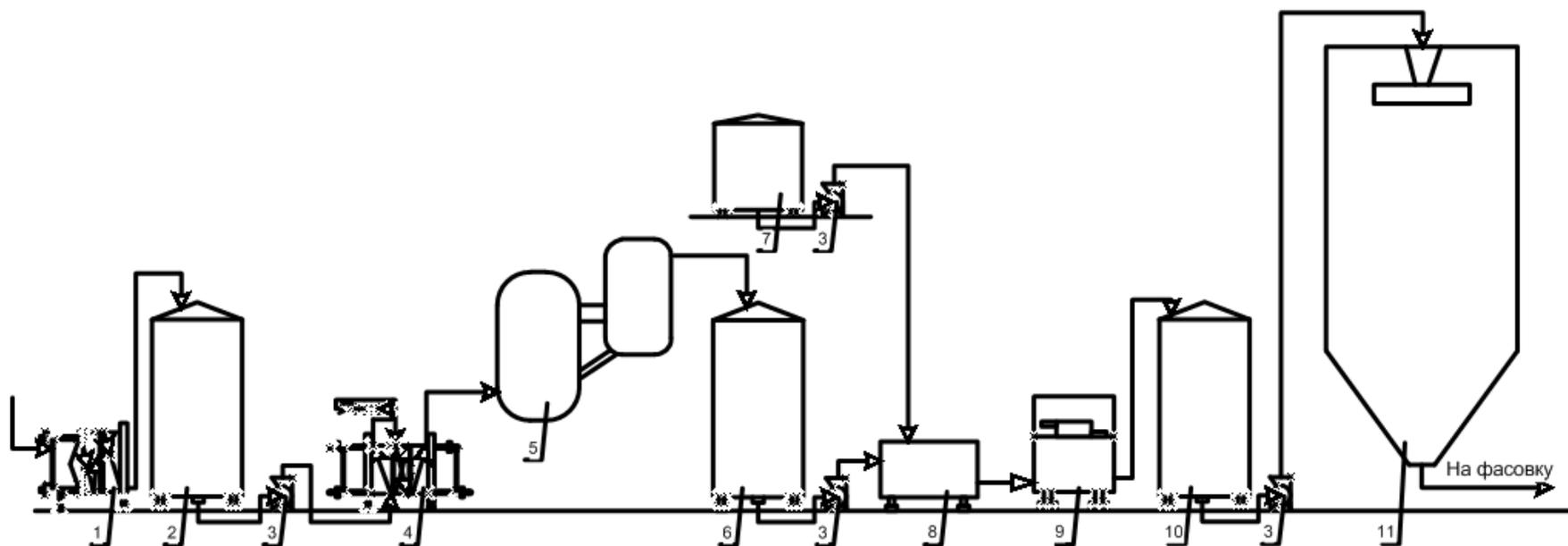
Разработка технологии производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами. На основании данных по определению состава жировой основы продукта, как наиболее оптимальную с учетом ограничивающих условий, приняли смесь кокосового, пальмового и рапсового масла в соотношении 3:5:2. В качестве молочной основы может выступать обезжиренное молоко, молочная сыворотка, а также их смесь.

Технологический процесс производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами включает операции приемки, подготовки и хранения сырья, пастеризации молочного сырья, сгущения молочного сырья, составления молочно-жировой основы, гомогенизации молочно-жировой основы, сушки продукта. Технологическая схема производства продукта представлена на рис. 1. Блок-схема представлена на рис. 2.

В ходе выполнения работы была разработана документация на продукт молочно-жировой сухой с растительными жирами: ТУ 100098867.257–2010 «Продукт молочно-жировой сухой. Технические условия», ТИ РБ 100098867.222–2010 «Продукт молочно-жировой сухой. Технологическая инструкция». Сборник рецептов (РЦ ВУ 100098867.2264 – РЦ ВУ 100098867.2281–2010) включает 18 рецептов в зависимости от вида молочной основы и содержания жира в готовом продукте.

В ходе работ была изготовлена опытная партия продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами.

Продукт вырабатывали 20%-ной жирности. В качестве молочной основы была использована сыворотка подсырная сухая, восстановленная до содержания сухих веществ 45%. В качестве жировой основы использовали кокосовое, пальмовое и рапсовое масла в соотношении 3 : 5 : 2. С целью получения однородной стабильной молочно-жировой эмульсии вносили пищевую добавку-эмульгатор «СТЭММ»-МС в количестве 0,3% от массы готового продукта.



1 – охладительная установка; 2 – резервуар для хранения сыворотки, обезжиренного молока или их смеси; 3 – насос; 4 – пастеризационно-охладительная установка; 5 – вакуум-выпарной аппарат; 6 – резервуар для промежуточного хранения сгущенной сыворотки или сгущенного обезжиренного молока или их смеси; 7 – резервуар для плавления жиров и составления смеси жиров, эмульгаторов и антиоксиданта; 8 – смеситель для приготовления молочно-жировой смеси в потоке; 9 – гомогенизатор; 10 – промежуточная емкость; 11 – распылительная сушильная установка

Рисунок 1 – Технологическая схема производства продукта молочно-жирового сухого

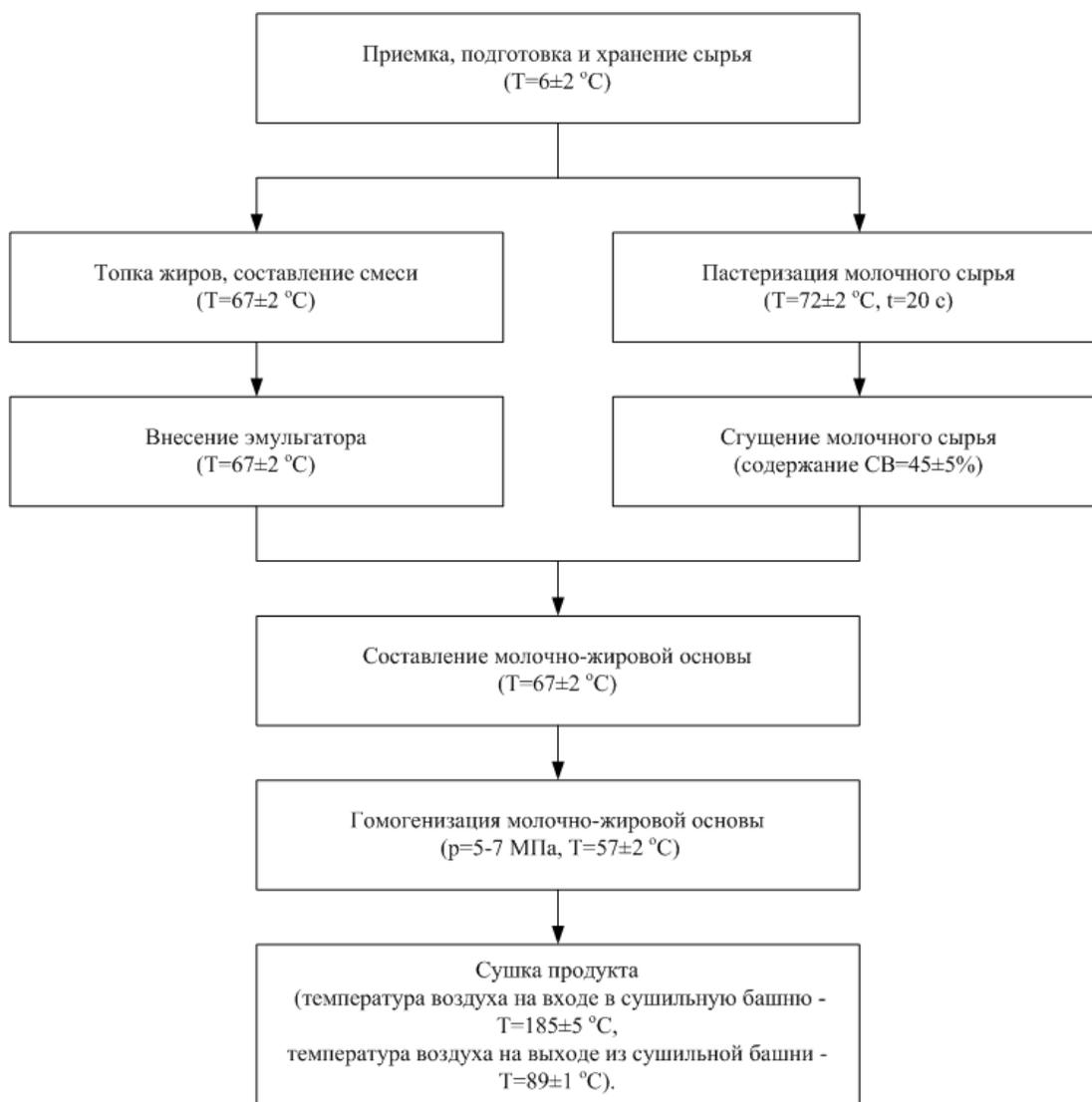


Рисунок 1 – Блок-схема процесса производства продукта молочно-жирового сухого

Таблица 3 – Рецепттура продукта ПМЖ-20С

Вид сырья	Расход на 1 т готового продукта, кг
Сыворотка молочная с массовой долей сухих веществ 6%	12594,92
Масло кокосовое с массовой долей жира 99,5%	60,30
Масло пальмовое с массовой долей жира 99,5%	100,50
Масло рапсовое с массовой долей жира 99,5%	40,20
Добавка пищевая «СТЭММ»	3,00
Кислота аскорбиновая (витамин С)	0,30

Образцы полученного продукта были проверены по показателям качества в отраслевой испытательной лаборатории качества мясной и молочной промышленности (табл. 4).

Таблица 4 – Физико-химические показатели продукта молочно-жирового сухого

Показатель	По требованиям технических условий	Фактические значения образца
Массовая доля влаги, %	Не более 4,0	3,6
Массовая доля белка, %	Не менее 11,0	12,3
Массовая доля жира, %	Не менее 20,0	22,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка	Не более 0,6	0,6
Кислотность, °Т	Не более 20,0	20,0

Таким образом, полученный продукт по всем показателям соответствует требованиям технических условий.

Заключение. В ходе исследований разработан оптимальный состав жировой фазы продукта молочно-жирового сухого на основе молочной сыворотки с растительными жирами по критерию максимального подобию молочному жиру с учетом ограничивающих условий, а также технология производства продукта с его использованием. Установлено, что оптимальным является жировой состав, включающий кокосовое, пальмовое и рапсовое масло в соотношении 2 : 5 : 3. В качестве молочной основы можно использовать обезжиренное молоко, молочную сыворотку или их смесь.

Разработана технология производства продукта молочно-жирового сухого с растительными жирами и отработан технологический процесс производства. Определены параметры основных операций: приемка, подготовка и хранение сырья ($T=6\pm 2$ °С), пастеризация молочного сырья ($T=72\pm 2$ °С, выдержка $t=20$ с), сгущение молочного сырья ($CB=45\pm 5\%$), составление молочно-жировой основы ($T=67\pm 2$ °С), гомогенизация ($T=57\pm 2$ °С, $p=5-7$ МПа), сушка продукта (температура воздуха на входе в сушильную башню – $T=185\pm 5$ °С; температура воздуха на выходе из сушильной башни – $T=89\pm 1$ °С).

Литература

1. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/21.html>. - Дата доступа: 15.02.2011.

2. Растительные жиры для молочных продуктов компании «Cargill» // МОЛОКОпереработка. – 2008. – №12(39). – С. 14–15.

3. Жирнокислотный состав растительных масел и маргариновой продукции [Электронный ресурс] – 2011. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new1074.html>. – Дата доступа: 17.02.2011.

O. Dymar, N. Furik, M. Zubik

**OPTIMIZATION FATTY-ACID STRUCTURE OF THE FATTY
PHASE OF THE PRODUCT DAIRY-FATTY DRY WITH
VEGETATIVE FATS**

Summary

The optimum structure of a fatty phase of a product dairy-fatty dry with vegetative fats by criterion of the maximum similarity to fatty-acid structure of dairy fat taking into account limiting conditions is developed. The "know-how" of a product dairy-fatty dry with its use is developed.

*Б.С. Туганова, З.Т. Смагулова, Б.Б. Исакова
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИООБЪЕКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАСТООБРАЗНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В данной статье отражены вопросы применения заквасочных культур и ферментов нового поколения при производстве новых видов пастообразных молочных продуктов для профилактического питания и их воздействие на качественные характеристики продуктов.

Введение. Современные тенденции развития отечественной молочной промышленности предусматривают рациональное использование всех составных частей молока для получения молочных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности на основе новых безотходных и экологически безопасных технологий.

Важным аспектом перспективности данной технологии является возможность создания комбинированных молочных продуктов с новыми пищевыми свойствами, поскольку их производство основано на безотходной переработке не только молока, но и сырья других отраслей перерабатывающей промышленности [1].

Результаты научных исследований, отечественный и зарубежный опыт показывают, что полное и рациональное использование вторичного молочного сырья может быть достигнуто только на основе его безотходной промышленной переработки для производства ферментированной молочно-белковой продукции с использованием биообъектов нового поколения [2, 3].

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектами исследований являются: вторичное белково-углеводное сырье (обезжиренное молоко, сыворотка, пахта); биопрепараты; пробиотические закваски; сычужный фермент; стабилизирующие комплексы; плодово-ягодные и овощные наполнители; биологически активные добавки.

При выполнении научно-исследовательской работы использовали общепринятые, стандартные методы исследования органолептических, физико-химических, микробиологических, структурно-механических и реологических показателей пастообразных молочных продуктов: массо-

вой доли жира, белка, влаги и сухих веществ, титруемой и активной кислотности, эффективной вязкости, предельного напряжения сдвига, активности воды.

Результаты и их обсуждение. Специалисты СФ ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» провели исследования по разработке рецептур и технологий новых видов пастообразных продуктов из вторичного молочного сырья, с использованием биообъектов (ферментов и заквасочных культур) нового поколения.

В ходе проведения НИР при подборе сырья и наполнителей для разрабатываемых пастообразных продуктов учтены медико-биологические и технологические принципы:

- рациональное использование сырья на принципах безотходной технологии;
- сбалансированность всех или отдельных компонентов готового продукта в соответствии с теорией сбалансированного и функционального питания;
- обеспечение получения продукта с высокими потребительскими свойствами;
- обогащение продукта биологически активными веществами;
- стабилизация структуры и увеличение сроков хранения без использования консервантов.

Всем этим требованиям отвечает вторичное молочное сырье – обезжиренное молоко, являющееся полноценным молочным белково-углеводным сырьем.

Обезжиренное молоко является источником высокоценного белка, причем при полном и рациональном использовании обезжиренного молока, можно значительно повышать уровень потребления молочного белка, который относится к лучшим видам животного белка [4].

При разработке научно-обоснованных рецептур и технологий пастообразных молочных продуктов сочетали два научных подхода: регулирование консистенции и направленную корректировку белково-липидного состава путем введения наполнителей растительного происхождения и биологически активных добавок, обеспечивающих функциональную направленность разрабатываемых продуктов, согласно положениям теории позитивного питания.

Наиболее перспективным на сегодняшний день является разработка бифидосодержащих молочных продуктов путем совместного культивирования бифидобактерий с молочнокислыми микроорганизмами. Молочные бактерии, используя растворимый в молоке кислород, снижают окислительно-восстановительный потенциал молока до уровня, нужного для развития бифидобактерий, и накапливают в молоке пептиды и аминокислоты, стимулирующие рост бифидобактерий, обуславливающих лечебно-профилактические свойства продуктов.

На данном этапе НИР проведена серия экспериментов, в которых переменным фактором являются биообъекты (закваска прямого внесения и традиционная закваска для производства творога). В качестве заквасочных культур для производства пастообразных продуктов, выбрана пробиотическая закваска прямого внесения, содержащая смесь множественных штаммов бифидобактерий.

В качестве среды для ферментирования исследовали обезжиренное молоко и варианты смеси из вторичного молочного сырья. Серию экспериментальных опытов проводили в строго одинаковых условиях. Процесс ферментации опытной и контрольной среды осуществляли при температуре 22–24⁰С.

Контрольный образец обезжиренного молока заквашивали традиционной закваской, приготовленной на чистых культурах мезофильных молочнокислых стрептококков. После внесения закваски молоко тщательно перемешивали в течение 3–5 мин и добавляли хлористый кальций из расчета 400 г безводного хлористого кальция на 1 т заквашенного молока. После внесения хлористого кальция в молоко вводили раствор сычужного фермента из расчета 0,7–1,0 г на 1 т молока в виде 1%-ного раствора, приготовленного на кипяченной и охлажденной до 36–38 °С воде. Закваску, растворы хлористого кальция и фермента вносили тонкой струей по всей поверхности молока при тщательном перемешивании. Процесс перемешивания молока после заквашивания продолжали периодически в течение 15–20 мин, затем молоко оставляли в покое до образования сгустка в течение 12–16 ч. Окончание сквашивания молока определяли по кислотности сгустка и сыворотки, составляющие 96–116 и 60–70 °Т соответственно.

Биохимическую активность заквасочных культур оценивали по параметрам: продолжительность сквашивания молока или смеси, качественные показатели смеси (титруемая кислотность, органолептические

показатели) и микробиологические (количество жизнеспособных клеток). Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Качественные показатели кислотообразования обезжиренного молока (контроль)

Вариант	Время, ч											
	Титруемая кислотность, °Т						Количество жизнеспособных клеток, МАФАиМ, КОЕ/г, 10 ⁶					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
1	68	71	76	82	96	120	2,5	2,7	3,0	4,3	5,3	6,7
2	74	81	88	92	113	121	2,6	2,8	3,4	4,7	5,7	6,8
3	82	87	92	102	116	122	2,4	2,8	3,6	4,9	5,6	6,6

Таблица 2 – Качественные показатели кислотообразования обезжиренного молока (опытный образец)

Вариант	Время, ч											
	Титруемая кислотность, °Т						Количество жизнеспособных клеток, МАФАиМ, КОЕ/г, 10 ⁶					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	38	45	55	59	68	68	2,6	4,3	5,3	6,7	8,7	9,7
2	40	46	52	65	74	81	2,8	4,7	5,7	6,8	8,8	9,8
3	58	61	70	77	82	87	2,5	4,9	5,6	6,6	8,6	9,6

При изучении динамики роста микрофлоры закваски в процессе сквашивания установлено, что вносимый вид закваски развивается интенсивно и на момент активного кислотообразования количество жизнеспособных клеток составляет $9,8 \times 10^6$ КОЕ/г. Анализ экспериментальных данных позволяет рекомендовать для проведения дальнейших исследований закваску прямого внесения, которая обеспечивает в ферментируемых средах требуемые органолептические физико-химические, микробиологические и функционально-технологические, структурно-механические и реологические свойства.

Специалистами СФ ТОО «КНИИППП» проведены экспериментальные исследования продолжительности хранения ферментированных пастообразных продуктов из обезжиренного молока (белковая паста и пастообразный мягкий сыр). Для обоснования гарантийного срока хранения 2 пастообразных молочных продуктов из обезжиренного молока изучалась их хранимоспособность в течение 8 и 16 сут при температуре 4–6 °С. Проведены исследования органолептических, физико-химических и микробиологических показателей молочно-белковых продуктов в процессе хранения в сравнении с контрольными образцами, в качестве которого используются творожная паста и мягкий сыр, выработанные по традиционной технологии.

В процессе хранения молочных продуктов массовая доля жира, белка, углеводов изменяется незначительно. Наибольшему изменению подвергается показатель титруемой и активной кислотности.

Данные экспериментальных исследований изменения титруемой и активной кислотности продуктов представлены на рис. 1 и 2.

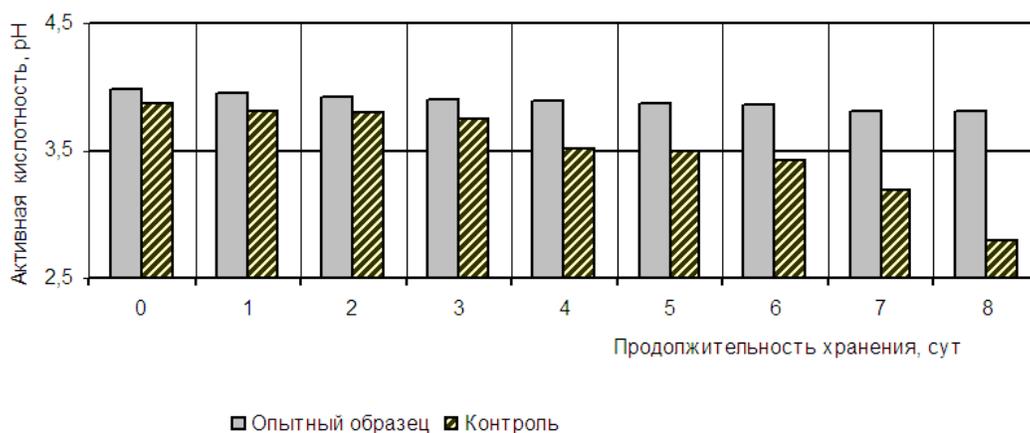


Рисунок 1 – Зависимость изменения активной кислотности продуктов от продолжительности хранения

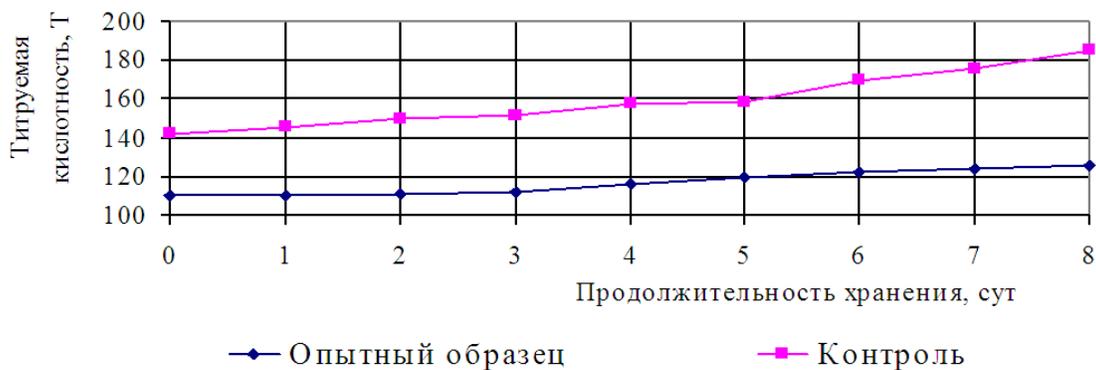


Рисунок 2 – Зависимость изменения титруемой кислотности продуктов от продолжительности хранения

Из рис. 1 и 2 следует, что изменение повышения титруемой и активной кислотности в процессе хранения происходит незначительно. В контрольных образцах (творожная паста и мягкий сыр) в процессе хранения происходит интенсивное нарастание титруемой и снижение активной кислотности.

Исследовали влияние вносимых наполнителей на его микробиологические показатели. Результаты исследований показывают, что β -каротин, входящий в состав белковой пасты, и энергетическая композиция

(ореховая масса + растительное масло + соленая зелень укропа), входящая в состав рецептуры пастообразного мягкого сыра, обладают антибиотическим эффектом и препятствует развитию патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Одним из важнейших функционально-технологических свойств ферментированных пастообразных молочных продуктов, характеризующий процесс структурообразования, является влагоудерживающая способность сгустка. Результаты исследований изменения влагоудерживающей способности и образования молочной кислоты, опытных образцов пастообразных молочных продуктов и контрольного образца представлены в табл. 3, 4 и на рис. 3.

Таблица 3 – Динамика изменения общей кислотности в опытном образце в процессе хранения

Наименование продуктов	Количество молочной кислоты, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Опытный образец (белковая паста)	0,204	0,205	0,206	0,208	0,210	0,211	0,215	0,218
Контроль	0,222	0,225	0,228	0,232	0,242	-	-	-

Таблица 4 – Динамика изменения общей кислотности в опытном образце в процессе хранения

Наименование продуктов	Количество молочной кислоты, %							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Опытный образец (пастообразный мягкий сыр)	0,205	0,206	0,209	0,211	0,212	0,213	0,215	0,218
Контроль	0,226	0,228	0,229	0,232	0,242	0,46	0,249	-

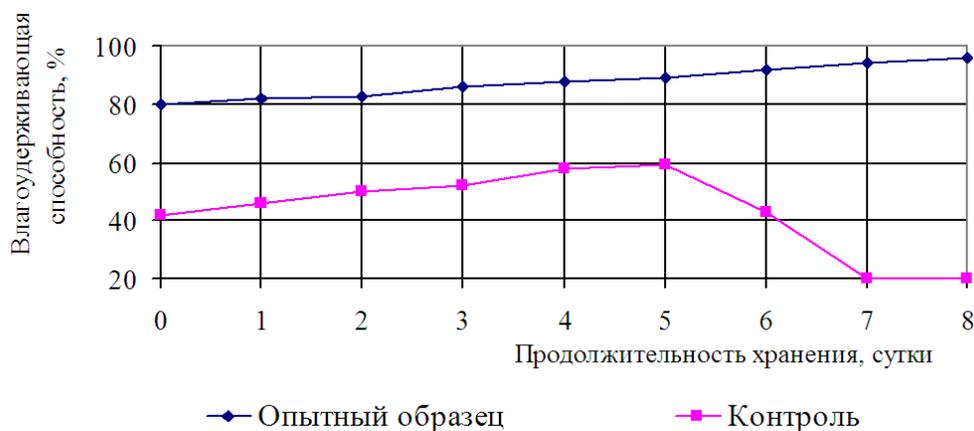


Рисунок 3 – Изменение влагоудерживающей способности опытных образцов в процессе хранения

Результаты исследований показывают, что энергия кислотообразования и структурообразования в процессе хранения активизируется с повышением продолжительности хранения. Однако после 8 и 16 сут наблюдается резкое накопление молочной кислоты и нарастание общей кислотности, а белковая структура смеси еще не успевает сформироваться, что оказывает отрицательное влияние на органолептические показатели продукта. При этом в процессе хранения контрольного образца после 5 и 14 сут наблюдается расслаивание белковой фазы с выделением сыворотки.

По результатам исследований определен оптимальный период хранения, в течение которого установлено, что показатели общей кислотности и влагоудерживающей способности соответствуют требованиям для данных пастообразных молочных продуктов.

Среди основных реологических свойств пастообразных продуктов наиболее существенное влияние на изменение тепловых и гидромеханических процессов оказывают вязкостные свойства и состояние активности воды. Для оценки состояния воды в пищевых продуктах широко используются показатели влагосвязывающей способности и активности воды (A_w), что было учтено. Данные показатели характеризуют прочность связи влаги в продукте, и если первый показатель отражает количественную сторону, то второй показатель – его качественную характеристику.

Проведены исследования динамики изменения активности воды в процессе хранения пастообразных молочных продуктов, в сравнении с контрольными образцами. Сравнительные данные изменения величины предельного напряжения сдвига (ПНС) и активности воды в процессе хранения опытных образцов, а также контрольных образцов показывают, что с увеличением температуры продукта и продолжительности хранения изменяются и их структурно-механические показатели.

Заключение. Результаты проведенных исследований изменения химического состава, микробиологических, функционально-технологических, структурно-механических и реологических свойств пастообразных молочных продуктов в процессе хранения показывают их комплексное влияние на процессы созревания и хранения продуктов.

Разработка безотходных технологий переработки молока и вторичного молочного сырья с использованием биообъектов нового поколения и биотехнологических методов обработки сырья является актуаль-

ной для развития отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности и продовольственной безопасности страны.

Литература

1. Евдокимов, И.А. Рациональные технологии переработки вторичного молочного сырья / И.А. Евдокимов, М.С. Золотин // Молочная промышленность. – 2007. – №11. – С. 45–46.

2. Храмцов А.Г., Василисин С.А. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. – Т.5 Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.– СПб.: ГИОРД, 2004. – С. 576.

3. Остроумова Т.Л., Куменчик И.Г., Панасенко М.А. Молочно-белковый продукт из вторичного молочного сырья / Т.Л. Остроумова, И.Г. Куменчик, М.А. Панасенко // Молочная промышленность. – 2007. – №2. – С. 54.

4. Богданова Е.А., Хандак Р.Н., Зобкова З.С. Технология кисломолочных продуктов и молочно-белковых концентратов: справочник: Агропромиздат, 1989. – С. 311.

B. Tuganova, S. Smagulova., B. Iskakova

THE USE A NEW GENERATION OF BIOLOGICAL OBJECT IN THE OF PASTY DAIRY PRODUCTS

Summary

This article addresses issues of application of starter cultures and enzymes in production of a new generation of new kinds of pasty dairy products for preventive nutrition und the impaction on the quality.

*Н.К. Жабанос, Т.В. Трофимова, Т.Н. Головач
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ
ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ «БЕЛЛАКТ ГА»:
ПОДБОР БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА**

(Поступила в редакцию 03.03.2011)

Осуществлен подбор белкового компонента для создания специализированного продукта питания для детей первого года жизни с проявлениями пищевой аллергии. Определены основные требования к гидролизату для детского питания: количество пептидов с молекулярной массой ≥ 20 кДа не более 1%; преобладание пептидной фракции с молекулярной массой 2–10 кДа; оптимальный аминокислотный состав.

Введение. При создании специализированных продуктов для детей раннего возраста с проявлениями пищевой аллергии к белкам коровьего молока необходимо осуществлять подбор компонентов таким образом, чтобы исключить аллергенный фактор в конечном продукте либо максимально его снизить. Таким образом, достигается принцип «шунтирования» пораженного участка метаболического звена ребенка [1].

Белковым компонентом продуктов для детей с проявлениями пищевой аллергии служат ферментативные гидролизаты. Путем гидролиза разрушаются белковые детерминанты непереносимости, или аллергии, которая возникает при потреблении смесей на молочной основе. Степенью проводимого гидролиза определяется направленность создаваемого продукта.

Процесс глубокого гидролиза позволяет устранить практически все аллергенные белки. В таких смесях в белковом компоненте преобладают ди- и трипептиды, в них практически отсутствуют среднецепочечные пептиды с молекулярной массой более 5–6 кДа и невелика масса свободных аминокислот. Такие гидролизаты используются, как правило, в лечебных смесях.

В результате частичного гидролиза образуются пептиды с молекулярной массой от 2 до 20 кДа, частичные гидролизаты могут быть ис-

пользованы в продуктах для детей с нетяжелыми формами аллергических заболеваний.

Анализируя приведенный в литературных источниках и рекламно-информационных материалах фирм-производителей пептидный состав белковых компонентов, можно сделать вывод, что единых требований по соотношению к пептидным фракциям нет, особенно это относится к гипоаллергенным продуктам профилактического назначения, поскольку каждая фирма-производитель заявляет свой пептидный профиль [1–4].

В большинстве гипоаллергенных продуктов молекулярная масса пептидов не превышает 20 кДа, однако, следует отметить, что в продукте «Nutrilon гипоаллергенный» («Nutricia», Нидерланды) допускается присутствие не более 1% пептидов с молекулярной массой более 20 кДа.

Наши исследования направлены на подбор белкового компонента для создания специализированного продукта детского питания для детей первого года жизни с проявлениями аллергии, определение основных требований к такому гидролизату.

Материалы и методы исследования. В качестве образцов сравнения использовали следующие:

- гидролизат сывороточных белков для пищевых целей (ВНИИМС, г. Углич, Россия);
- гидролизат сывороточного белка «Hilmar» 8350 («Хилмар Ингредиентс», США);
- гидролизат сывороточных белков, полученный в ходе экспериментальной выработки.

Для изготовления гидролизата применяли концентрат сывороточных белков КСБ–УФ по ТУ РБ 00028493.459-98 (ОАО «Березовский сыродельный комбинат»).

При этом использовали следующие ферментные препараты:

- панкреатин (липаза 25,884 FIP U/g, амилаза 23,005 FIP U/g, протеиназа 1,140 FIP U/g);
- протосубтилин (Г 3Х);
- пепсин свиной марки А;
- поджелудочная железа.

Для анализа процесса гидролиза определяли значения активной кислотности и оптической плотности в ходе ферментации. При исследо-

вании продуктов гидролиза панкреатином и пепсином использовали метод жидкостной хроматографии.

Пептидный профиль гидролизатов сывороточных белков исследовали методом ДСН-электрофоретического анализа в полиакриламидном геле [5].

Результаты и их обсуждение. Исходя из анализа изученной информации нами установлено, что с целью использования в продукте для детей с проявлениями пищевой аллергии в гидролизате должно быть минимизировано количество нативного белка, как правило, вызывающего аллергическую реакцию. Тем не менее, присутствие ди- и трипептидов в таких продуктах приветствуется, поскольку доказано, что их наличие придает продукту иммуномодулирующие свойства [4].

Из анализа пептидного профиля существующих продуктов-аналогов установлено следующее: молекулярная масса пептидов в продуктах составляет $1-20$ кДа, причем основная часть пептидов имеет молекулярную массу не более 10 кДа, а процентное содержание пептидов с молекулярной массой $1-20$ кДа составляет не более 1% .

Таким образом, основными требованиями к используемым гидролизатам кроме показателей микробиологической чистоты и показателей безопасности являются

- наличие аминокислотного состава, позволяющего приблизить аминокислотный профиль разрабатываемого продукта к аминокислотному профилю женского молока;

- минорные количества пептидов с молекулярной массой более 20 кДа;

- преобладание в составе пептидов с молекулярной массой $2-10$ кДа, которые вызывают пищевую толерантность, согласно результатам клинических исследований частично гидролизованной смеси «НАН гипоаллергенный», приведенных в ряде публикаций [1, 4].

На первом этапе исследований нами предпринята попытка включения процесса гидролиза в технологический процесс. Выработана опытная партия продукта, проведена его оценка по биохимическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

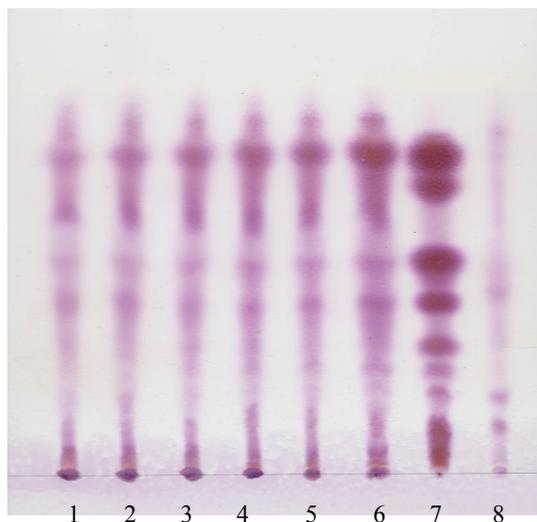
Физико-химические, микробиологические показатели и показатели безопасности имели приемлемые значения и соответствовали проекту ТНПА и действующим санитарным нормам.

На рисунке 1 приведена хроматограмма образцов, полученных в процессе гидролиза пепсином, образца гидролизата сывороточных белков, полученного в ходе экспериментальной выработки продукта, и продукта «НАН гипоаллергенный» («Нестле», Швейцария), являющегося аналогом разрабатываемого.

Анализ хроматограммы показывает, что время гидролиза приводит к количественному накоплению одних и тех же продуктов гидролиза, при нейтрализации растворимость продуктов гидролиза не изменяется.

Установлено, что пептидные профили исследованных образцов сопоставимы. Во всех образцах не обнаружено присутствия высокомолекулярных нативных белков в количествах, определяемых точностью метода.

Однако при анализе пептидного профиля белковой составляющей продукта (рис. 1) установлено, что для получения гидролизата с минорным количеством пептидов с молекулярной массой выше 20 кДа необходимы еще стадии ультра- и/или нанофльтрации, которые позволили бы отсеять часть высокомолекулярных пептидов.



1 – 1 ч гидролиза; 2 – 2 ч гидролиза; 3 – 4 ч гидролиза; 4 – 7 ч гидролиза; 5 – 10 ч гидролиза; 6 – 24 ч гидролиза; 7 – гидролизат КСБ экспериментальная выработка; 8 – NAN гипоаллергенный. Система разделения – этанол : вода.

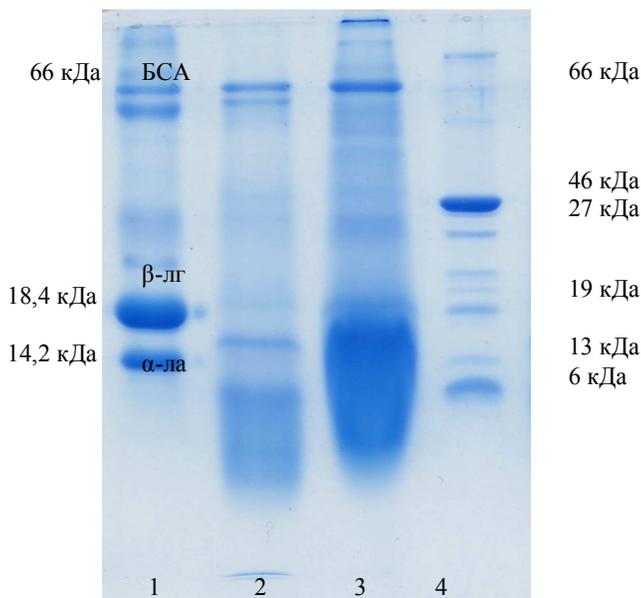
Проявляющий реагент 0,2%-ный раствор нингидрина в этаноле

Рисунок 1 – Хроматограмма продуктов гидролиза концентрата сывороточных белков и образцов сравнения

В связи с тем, что на предполагаемом предприятии-изготовителе оборудование для ультрафильтрации отсутствует, осуществлен маркетинговый поиск сухих гидролизатов сывороточных белков с биохимическими характеристиками, требуемыми при создании продукта гипоаллергенной направленности: основная часть пептидной фракции должна быть представлена короткоцепочечными пептидами с молекулярной массой менее 10 кДа с отсутствием высокомолекулярной фракции (>20 кДа).

Получены данные о семи гидролизатах сывороточных белков, пять из которых удовлетворяют необходимым требованиям, в частности, гидролизат CE 90 GMM, CE 90STL, WE80BG, WE80BH, PRODIET GF 006.

Исследован пептидный профиль гидролизатов сывороточных белков методом ДСН-электрофоретического анализа в полиакриламидном геле [5] (рис. 2): PRODIET GF 006 (Ingredia, Франция) и Hilmar 8380 (Hilmar, США).



дорожка 1 – контроль концентрат сывороточных белков; дорожка 2 – PRODIET GF 006; дорожка 3 – Hilmar 8380; дорожка 4 – маркер молекулярных масс

Рисунок 2 – Электрофореграмма пептидного профиля гидролизатов сывороточных белков

Полученные результаты указывают на частичный гидролиз белков молочной сыворотки: в гидролизате PRODIET GF 006 обнаружены фракции 66 кДа, 16 кДа и преобладает пептидная фракция ≤ 6 кДа (рис. 2,

дорожка 2); в гидролизате Nilmar 8380 выявлены фракции 66 кДа, 19 кДа и преобладает пептидная фракция ≤ 16 кДа (рис. 2, дорожка 3). Таким образом, в гидролизате Nilmar 8380 содержится значительное количество аллергенной высокомолекулярной фракции, тогда как для гидролизата PRODIET GF 006 характерна более высокая степень гидролиза и преобладание потенциально неаллергенной фракции ≤ 6 кДа.

При выборе гидролизата особое внимание уделено тому, чтобы аминокислотный профиль этого белкового компонента был максимально приближен к аминокислотному профилю женского молока, особенно по содержанию незаменимых аминокислот (табл. 1). При этом белок в продукте принят 1,5 г/100 мл, так как считается, что в отличие от женского молока белок из смесей усваивается хуже.

Таблица 1 – Аминокислотный профиль женского молока и гидролизатов сывороточных белков (выделены незаменимые аминокислоты)

Аминокислоты	Содержание аминокислот в 1,5 г белка гидролизатов, г						
	Женское молоко		CE 90 GMM	CE 90STL	WE80BG	WE80BH	PRODIET GF 006
	% в белке	в 100 мл молока белок 1,3 г					
Аланин	4	0,052	0,045	0,0465	0,084	0,069	0,0675
Аргинин	4	0,052	0,054	0,0525	0,0375	0,03	0,036
Аспарагиновая кислота	8,3	0,1079	0,945	0,105	0,1635	0,135	0,2175
Валин	6,0	0,078	0,006	0,096	0	0,0735	0,0735
Глицин	2,6	0,0338	0,3405	0,0255	0,0285	0,0225	0,027
Глутаминовая кислота	17,8	0,2314	0,0255	0,345	0,285	0,2235	0,0249
Гистидин	2,3	0,0299	0,036	0,0375	0,0255	0,018	0,027
Изолейцин	5,8	0,0754	0,0795	0,078	0,0825	0,0870	0,075
Лейцин	10,1	0,1313	0,132	0,1275	0,1365	0,1320	0,174
Лизин	6,2	0,0806	0,1215	0,123	0,144	0,1185	0,1365
Метионин	1,8	0,0234	0,0405	0,036	0,03	0,0240	0,0315
Пролин	8,6	0,1118	0,069	0,138	0,093	0,0795	0,0675
Серин	5,1	0,153	0,147	0,0825	0,075	0,054	0,0615
Треонин	4,6	0,0598	0,078	0,117	0,1065	0,0765	0,072
Триптофан	1,8	0,0234	0,06	0,0105	0,015	0,0120	0,0345
Тирозин	4,7	0,0611	0,0165	0,0675	0,036	0,0330	0,057
Цистеин + цистин	1,7	0,0221	0,0600	0,0045	0,0420	0,0315	0,0435
Фенилаланин	4,4	0,0572	0,0945	0,06	0,0375	0,0390	0,051

К восьми незаменимым кислотам во все возрастные периоды добавляются еще две – гистидин, который дети начинают синтезировать после трехлетнего возраста, и цистеин, который в первые три месяца жизни не синтезируется в достаточном количестве. Для недоношенных детей к вышеперечисленным добавляется еще и тирозин. Поэтому эти аминокислоты необходимо вводить в смеси для вскармливания детей первого года жизни. Соотношение заменимых аминокислот в женском и коровьем молоке различное. Соотношение триптофан : метионин : лизин в женском молоке составляет 1:1:3, в коровьем – 1:2:6. В смеси добавляют тауриновую кислоту, так как дети раннего возраста не способны синтезировать ее из цистеина и метионина [6].

Заключение. По результатам анализа биохимических характеристик гидролизатов с учетом стоимостных показателей для изготовления партии продукта молочного сухого для детей с проявлениями аллергии для проведения клинических исследований нами выбран Ingredia – PRODIET GF 006, имеющий показатели, приемлемые для разрабатываемого продукта.

Литература

1. Тутельян, В.А. Руководство по детскому питанию / под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. – М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 662 с.
2. Грибакин, С.Г. Продукты детского питания «Фрисо»: показания и особенности клинического применения / С.Г. Грибакин, С.Н. Казакова, А.В. Андреева // Вопросы детской диетологии. – 2006. – Т. 4. – №3. – С. 46–52.
3. Ревякина, В.А. Применение специализированных смесей на основе гидролизованного белка у детей группы высокого риска развития аллергических заболеваний / В.А. Ревякина, А.В. Гамалева, Т.Э. Боровик // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – № 1. – С. 28–31.
4. Нетребенко, О.К. Пищевая толерантность и профилактика аллергии у детей / О.К. Нетребенко // Nestle News. – Бюлл. №22. – 2006. – С. 5–8.

5. Остерман, Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие) / Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1981. – 288 с.

6. Heird, W.C. Taurine in neonatal nutrition / W.C. Heird // Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. – 2004. – Vol. 89. – P. 473–474.

N. Zhabanos , T. Trofimova , T. Halavach

**SPECIALIZED PRODUCT FOR CHILDREN "BELLAKT HA":
SELECTION OF PROTEIN COMPONENT**

Summary

Selection of protein component for a specialised product for yearlings with allergy was carried out. The basic requirements to child food hydrolysate were defined: quantity of peptides with molecular weight ≥ 20 kDa no more than 1%; prevalence of peptide fractions with molecular weight 2–10 kDa; optimal amino acid composition.

*О.В. Дымар, С.А. Гордынец, И.В. Калтович
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНАЯ СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ МЯСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

(Поступила в редакцию 02.03.2011)

В статье проведен сравнительный анализ различных видов мясного сырья по содержанию белка, жира, аминокислотному составу и сбалансированности, на основании чего установлены наиболее предпочтительные виды мясного сырья для производства мясных продуктов специального назначения для питания спортсменов.

Введение. Биологическая ценность мясного сырья, используемого для производства мясных продуктов специального назначения для спортсменов, характеризуется наличием компонентов, необходимых для нормальной работы и покрытия энергетических затрат организма [1].

Цель данной работы – проведение сравнительного анализа различных видов мясного сырья по содержанию белка, жира, аминокислотному составу и сбалансированности для производства мясных продуктов специального назначения для спортсменов.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектами исследований являлось мясо различных видов убойных животных (говядина, свинина, телятина, крольчатина, индейка, мясо цыплят-бройлеров и страусов) как сырье для производства мясных продуктов специального назначения для питания спортсменов.

Исследования проведены на основе анализа литературных источников, содержащих информацию о биологической ценности мясного сырья [1–6], а также литературных источников по питанию спортсменов [7–11].

Результаты и их обсуждение. Количественное соотношение белков и жиров в составе продукта влияет на усвояемость тех или иных компонентов. При повышенном содержании жира тормозится отделение

желудочного сока, замедляется переваривание белков пепсином и трипсином, изменяется обмен некоторых веществ, подавляются система свертывания крови и процесс ассимиляции витаминов. В рационе спортсменов и людей, испытывающих повышенные физические нагрузки, соотношение белок : жир должно составлять 1 : 0,8 [7].

Содержание белка и жира в мясе различных видов животных представлено на рис. 1.

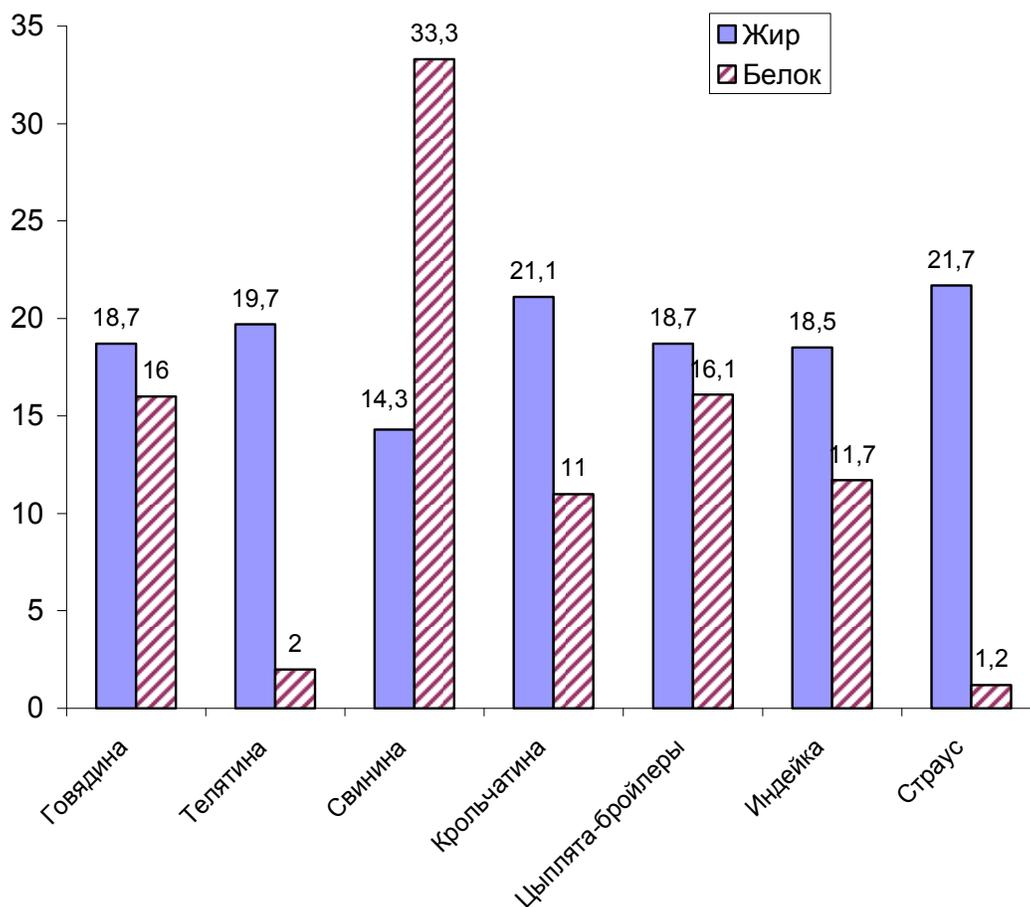


Рисунок 1 – Содержание белка и жира в мясе различных видов животных [1–6]

Так, самое высокое содержание белка в мясе страусов и крольчатине 21,7 и 21,1% соответственно. Немного меньше белка содержится в телятине (19,7%), а в говядине, мясе цыплят-бройлеров и индейке содержание белка находится практически на одинаковом уровне (18,7% для говядины и мяса цыплят-бройлеров и 18,5% для мяса индейки). Свинина по химическому составу отличается от остальных видов мясного

сырья меньшим содержанием белков (14,3%). Однако добавление свинины в фарш повышает усвояемость мясных изделий организмом спортсменов, а также улучшает вкус готовых изделий [3].

Самым низким содержанием жира по сравнению с другими видами мясного сырья отличаются мясо страуса и телятина 1,2 и 2,0% соответственно. В крольчатине содержится 11% жира, в индейке – 11,7%, а в говядине и мясе цыплят-бройлеров содержание жира находится практически на одинаковом уровне 16 и 16,1% соответственно. Самое высокое содержание жира в свинине (33,3%), что обуславливает ее более высокую калорийность.

Изучение общего химического состава позволяет получить лишь приближенное представление о биологической ценности продукта. Для более полной характеристики степени полезности мясного сырья для питания спортсменов провели сравнительный анализ различных видов мясного сырья по аминокислотному и жирнокислотному составу и сбалансированности.

Роль аминокислот в организме спортсменов очень велика, ведь именно из аминокислот состоят белки, а из них, в свою очередь, формируются практически все составляющие человеческого организма: важнейшие железы, связки, волосы, сухожилия, кости и даже гормоны. Но больше всего белка требуется для формирования мышц, поэтому роль аминокислот в спортивном питании трудно переоценить [8].

Согласно научным исследованиям, организм не использует белок напрямую. Прежде всего, белок должен расщепиться до аминокислотных групп и аминокислот, только после этого мышечные белки в организме спортсменов синтезируются. Одним словом, перерабатывается белок долго и трудоемко, а для спортсменов в определенный момент оперативность получения аминокислот имеет первостепенное значение [9].

В целом основными полезными свойствами аминокислот, способствующими достижению спортивных результатов, являются следующие:

– быстрая доставка необходимого строительного материала к мышцам;

- максимально полное удовлетворение организма в протеине и, как следствие, оптимальное протекание процессов жизнедеятельности;
- ускорение восстановительных процессов в мышечных тканях после интенсивных тренировок и, следовательно, активный рост мышечной массы, увеличение силы и объемов мышц;
- нормальная выработка гормонов в организме и оптимизация анаболических процессов;
- поддержание положительного азотного баланса в организме спортсмена;
- оптимальное протекание энергетических процессов в мускулатуре атлета, укрепление иммунитета и защитных функций организма;
- сжигание лишнего жира в организме, оптимальное протекание белкового обмена. Кроме того, многие аминокислоты являются мощными антиоксидантами;
- нормальное функционирование всех органов и систем.

Особое значение играют аминокислоты в силовых видах спорта, так как здесь приоритет отдается силе и объемам мышц. Построение мускулатуры невозможно без качественных материалов, поэтому представители данных видов спорта уделяют особое внимание аминокислотному составу своего рациона [10].

Показателем, характеризующим биологическую ценность белка, является аминокислотный скор, выражаемый отношением фактического содержания аминокислоты в пищевом белке к содержанию аминокислоты в «идеальном» белке. Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой считается та, скор которой составляет менее 100%.

В настоящее время в качестве идеального белка используют стандартную аминокислотную шкалу ФАО/ВОЗ (1973), моделирующую «идеальный» белок [11].

Используя эту шкалу, рассчитали аминокислотный скор для различных видов мясного сырья на основании данных литературных источников [1–6] (табл. 1).

Таблица 1 – Аминокислотный скор незаменимых аминокислот белков различных видов мясного сырья

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, ФАО/ВОЗ (1973), г/100 г	Содержание аминокислот, г/100 г белка													
		Говядина, г/100 г	Скор, %	Телятина, г/100 г	Скор, %	Свинина, г/100 г	Скор, %	Крольчатина, г/100 г	Скор, %	Курытина, г/100 г	Скор, %	Индошагина, г/100 г	Скор, %	Страусятина, г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	4,4	110,0	5,1	127,5	4,8	120,0	4,2	105,0	7,2	102,9	8,4	120,0	8,0	114,3
Лейцин	7,0	7,5	107,1	7,5	107,1	7,6	108,6	8,4	120,0	8,7	158,2	8,9	161,8	11,0	200,0
Лизин	5,5	8,1	147,3	8,5	154,5	8,0	145,5	10,7	194,6	3,6	102,9	3,2	91,4	3,2	91,4
Метионин + цистин	3,5	4,2	120,0	3,3	94,3	3,7	102,9	3,7	105,7	7,0	116,7	7,2	120,0	7,5	125,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	7,9	131,7	7,5	125,0	7,4	123,3	7,7	128,3	4,5	112,5	4,5	112,5	4,5	112,5
Треонин	4,0	4,1	102,5	4,4	110,0	4,7	117,5	4,4	110,0	1,6	160,0	1,6	160,0	1,3	130,0
Триптофан	1,0	1,3	130,0	1,3	130,0	1,3	130,0	1,6	160,0	4,7	94,0	4,7	94,0	4,5	90,0
Валин	5,0	5,3	106,0	5,9	118,0	5,6	112,0	5,2	104,0	41,2		43,3		44,9	
Всего:		42,6		43,4		43,0		45,9							
Лимитирующая аминокислота, скор, %		Нет		Метионин + цистин, 94,3		Нет		Нет		Валин, 94,0		Метионин + цистин, 91,4		Валин, 90,0	

Из представленных в табл. 1 данных следует, что аминокислотный скор телятины и индейки лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистина (аминокислотные скоры 94,3 и 91,4% соответственно), а аминокислотные скоры мяса цыплят-бройлеров и страусов – по валину (94,0 и 91,0% соответственно). В крольчатине, говядине и свинине аминокислотный скор в целом составляет более 100% по всем аминокислотам, что свидетельствует об отсутствии лимитирующих пищевую ценность незаменимых аминокислот.

Для характеристики биологической ценности мясного сырья использовали дополнительный критерий – белковый качественный показатель (БКП).

Белковый качественный показатель определяется отношением содержания триптофана, характеризующего наличие «полноценных» белков, к содержанию оксипролина, типичного для «неполноценных» белков: чем выше отношение триптофан/оксипролин, тем больше содержится полноценных белков и тем выше биологическая ценность мяса [12].

В табл. 2 представлены данные по расчету минимального скоры и белкового качественного показателя мяса различных видов животных на основании данных литературных источников [1–6].

Таблица 2 – Биологическая ценность белка различных видов мясного сырья

Показатель	Эталон	Говядина	Телятина	Свинина	Крольчатина	Курятина	Индюшатина	Страусятина
Минимальный скор, %	100,00	102,5	94,3	102,9	104,0	94,0	91,4	90,0
БКП	1	1,16	0,91	1,12	1,64	1,35	1,30	1,50

Как свидетельствуют данные табл. 2, лучшую биологическую ценность имеют крольчатина, говядина и свинина, так как эти виды мясного сырья отличаются более высокими значениями минимальных скоров и белковых качественных показателей по сравнению с остальными видами мясного сырья. Однако следует отметить следующее: несмотря на то, что мясо индейки лимитировано по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистина, а мясо цыплят-бройлеров и страуса лимитировано по валину, в данных видах мясного сырья отмечается достаточно высокое содержание триптофана по сравнению с оксипролином, о чем свидетельствуют белковые качественные показатели.

Полиненасыщенные жирные кислоты также важны в питании спортсменов, так как являются незаменимыми соединениями для их организма. Недостаточность их в пищевом рационе вызывает сухость кожи, нарушает обмен холестерина, способствует развитию атеросклероза.

Биологическая ценность мясного сырья во многом определяется наличием в них незаменимых компонентов – полиненасыщенных жирных кислот, которые подобно аминокислотам и витаминам не могут синтезироваться в организме и должны обязательно поступать с пищей.

Во время спортивной тренировки увеличивается потребность в липидах, особенно в полиненасыщенных жирных кислотах, фосфолипидах и стероидах. В периоды интенсивной тренировки на выносливость или соревнований (например, многодневная велогонка) возникают трудности в регулярном восполнении суточных энергозатрат. Оно осуществляется за счет повышения потребления с пищей липидов и компонентов, стимулирующих их обмен. Потребность спортсменов в жире составляет 80-100 г/сут, в том числе в полиненасыщенных жирных кислотах – 10–15 г, фосфолипидах – 5 г [11].

Считается, что жиры с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот наиболее биологически ценные. Две жирные кислоты – линолевая и линоленовая – признаются в настоящее время незаменимыми, то есть должны обязательно поступать с пищей. Высокой биологической активностью обладает арахидоновая кислота (в 2–3 раза выше линолевой). Отсутствие или недостаток ее в рационе питания задерживает физическое развитие.

Полиненасыщенные жирные кислоты являются обязательными компонентами многих клеточных структур организма, прежде всего мембран. Изменения в мембранных структурах могут сказываться на многих процессах, протекающих внутри клетки. Отсутствие какого-то мембранного компонента или изменение мембранного состава приводит к различным заболеваниям. Функциональная роль полиненасыщенных жирных кислот заключается в нормализации деятельности всех мембранных структур клеток и внутриклеточной передачи информации. Кроме того, полиненасыщенные жирные кислоты, особенно арахидоновая, являются предшественниками образующихся из них чрезвычайно

активных и важных медиаторов реакций метаболизма в организме спортсменов – эйкозаноидов и изоэйкозаноидов [13, 14].

Жирнокислотную сбалансированность мяса различных видов животных оценивали по соотношению $\omega 6:\omega 3$ жирных кислот, а также сумм полиненасыщенных (ПНЖК), мононенасыщенных (МНЖК), насыщенных жирных кислот (НЖК) (табл. 3).

Таблица 3 – Жирнокислотная сбалансированность различных видов мясного сырья [1–6]

Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Эталон [1]	Говядина	Телятина	Свинина	Крольчатина	Курытина	Индошагина	Страусятина
НЖК	41,78	48,47	43,24	38,68	39,23	32,53	34,60	46,41
МНЖК	43,03	45,85	40,54	51,26	36,03	50,91	34,40	39,81
ПНЖК, в т.ч.:	12,42	5,68	16,22	10,06	24,74	18,39	31,40	13,77
линолевая ($\omega 6$)	10,85	3,93	7,55	8,11	21,54	16,33	28,10	10,45
линоленовая ($\omega 3$)	0,62	0,87	2,7	1,1	2,88	1,18	1,40	0,48
арахидоно- вая	0,95	0,87	2,7	1,1	0,32	0,49	1,90	2,34
Соотношение $\omega 6 : \omega 3$	17,5	4,5	2,8	7,4	7,5	13,8	20,1	21,8
ПНЖК:МНЖК: НЖК	1:3,47: 3,36	1:8,07: 8,53	1:2,50: 2,67	1:5,10: 3,85	1:1,46: 1,59	1:2,77: 1,77	1:1,10: 1,10	1:2,89: 3,37
(ПНЖК+МНЖК): НЖК	1,3	1,1	1,3	1,6	1,6	2,1	1,9	1,2

Анализ жирнокислотного состава показал, что по соотношениям $\omega 6:\omega 3$, ПНЖК:МНЖК:НЖК, (ПНЖК+МНЖК):НЖК наиболее сбалансированы мясо индейки и крольчатина. Кроме того, мясо индейки и крольчатина значительно превосходят эталон по содержанию полиненасыщенных жирных кислот. Проанализировав остальные виды мясного сырья, можно сделать вывод, что содержание полиненасыщенных жирных кислот в мясе цыплят-бройлеров, телятине и мясе страусов также имеет более высокие значения по сравнению с эталоном, а по соотношениям $\omega 6:\omega 3$, ПНЖК:МНЖК:НЖК, (ПНЖК+МНЖК):НЖК данные виды мяс-

ного сырья приближены к эталону. Наименее сбалансированными по жирнокислотному составу являются свинина и говядина.

Выводы. Проведенный анализ показал, что наиболее предпочтительными видами мясного сырья для производства продуктов специального назначения для питания спортсменов являются следующие:

– *крольчатина*, так как данный вид мясного сырья является полноценным источником белка. По сумме незаменимых аминокислот крольчатина превосходит все остальные виды мясного сырья, а по содержанию белка уступает лишь мясу страуса. Данный вид мясного сырья имеет высокую биологическую ценность, так как аминокислотный скор и качественный белковый показатель имеют более высокие значения по сравнению с остальными видами мясного сырья. Жирнокислотный состав мяса кроликов наиболее сбалансирован по сравнению с остальными видами мясного сырья, а содержание полиненасыщенных жирных кислот выше, чем в эталоне. По содержанию полиненасыщенных жирных кислот крольчатина уступает лишь индейке;

– *мясо страуса*, так как по сравнению с другими видами мясного сырья оно имеет самое высокое содержание белка и самое низкое содержание жира, что очень важно в питании спортсменов. По содержанию незаменимых аминокислот мясо страусов уступает лишь крольчатине. И несмотря на то, что аминокислотный скор лимитирован по валину (90%), в мясе страусов отмечается достаточно высокое содержание триптофана по сравнению с оксипролином, о чем свидетельствует высокий белковый качественный показатель. Жирнокислотный состав мяса страусов приближен к эталону;

– *индейка*, так как данный вид мясного сырья богат белком, а по содержанию незаменимых аминокислот превосходит все виды мяса, за исключением крольчатки и мяса страусов. По аминокислотному составу мясо индеек близко к оптимальной формуле, предложенной ФАО/ВОЗ. Следует отметить, что мясо индейки лимитировано по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистина (91,4%), при этом в данном виде мясного сырья отмечается высокое содержание триптофана по сравнению с оксипролином, что свидетельствует о полноценности данного вида мяса. В мясе индейки мало жиров, жирнокислотный состав наиболее сбалансирован по сравнению с другими видами мясного сырья.

Содержание полиненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой, в мясе индейки выше, чем в остальных видах мясного сырья, и значительно превосходит эталон.

Литература

1. Устинова, А.В. Мясо страуса в пищевых продуктах / А.В. Устинова, Д.А. Лазутин // Пищевая промышленность. – 2008. – №3. – С. 52-53.

2. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов / В.М. Позняковский. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2001. – 526 с.

3. Свинина // Кулинарный клуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cookingclub.ru/foodstuff/dir/3>. – Дата доступа: 02.09.2010.

4. Кролик // Кулинарный клуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cookingclub.ru/foodstuff/dir/233>. – Дата доступа: 01.09.2010.

5. Говядина // Кулинарный клуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cookingclub.ru/foodstuff/dir/4>. – Дата доступа: 02.09.2010.

6. Кузьмичев, В.Ю. Мясо страусов в производстве мясных продуктов / В.Ю. Кузьмичев, В.С. Колодязная // Мясные технологии. – 2008. – №5. – С. 64–68.

7. Потребность в белках при занятиях физической культурой и спортом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avangardpower.narod.ru/Articlebelok.htm>. – Дата доступа: 25.10.2010.

8. Свойства аминокислот, значение аминокислот в спортивном питании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bioman.ru/list/list1.php>. – Дата доступа: 06.09.2010.

9. Аминокислоты и их роль в процессе формирования мускулатуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bioman.ru/list/list1.php>. – Дата доступа: 06.09.2010.

10. Спортивные аминокислоты для роста мышц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atletmarket.com.ua/o-sportivnom->

pitanii/3-aminokisloti/7-sportivnie-aminokisloti.html. – Дата доступа: 06.09.2010.

11. Пшендин, П.И. Рациональное питание спортсменов / П.И. Пшендин. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 234 с.

12. Гордынец, С.А. Амино- и жирнокислотная сбалансированность мясного сырья от телят разных генотипов / С.А. Гордынец // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – №3 (9). – С. 60–68.

13. Линолевая кислота // Свойства полиненасыщенных жирных кислот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tdktv.ru/tv/krasotka/articlessalon_109.html. – Дата доступа: 21.09.2010.

14. Жиры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dietalite.ru/polezno/jir.html>. – Дата доступа: 21.09.2010.

O. Dymar, S. Gordynets, I. Kaltovich

AMINO- AND FATTY ACID EQUATION OF MEAT RAW MATERIALS FOR MANUFACTURE OF PRODUCTS OF THE SPECIAL PURPOSE FOR A FOOD OF SPORTSMEN

Summary

In article the comparative analysis of various kinds of meat raw materials under the maintenance of fiber, fat, amino - and fatty acid to structure and equation on the basis of what the most preferable kinds of meat raw materials for manufacture of meat products of a special purpose for a food of sportsmen are established is made.

*Е.М. Валялкина, Е.А. Мартынова
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

СГУЩЕННЫЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ В СПЕЦИАЛЬНОМ ПИТАНИИ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ РАДИАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ

(Поступила в редакцию 18.02.2011)

Определены принципы диетотерапии при повышенных радиационных нагрузках. Рассмотрена возможность производства сгущенных молочных консервов с физиологически функциональными ингредиентами. Изучено влияние витаминного премикса и йодсодержащей добавки на органолептические свойства сгущенных молочных консервов, определены физико-химические показатели полученных продуктов. Разработаны технологические процессы производства молока сгущенного с сахарозой, обогащенного йодированным белком и витаминами, и молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком, для специального питания при повышенных радиационных нагрузках.

Введение. В настоящее время широкое распространение получило специальное питание различных категорий населения.

Специальные продукты – пищевые продукты, предназначенные для удовлетворения специальных потребностей организма человека, находящегося в особых физических условиях или физиологических состояниях [1].

К специальному питанию, по определению, относится детское, восстановительное, профилактическое, диетическое, лечебное питание и др.

В специальном питании нуждаются люди, испытывающие кратковременные или длительные радиационные нагрузки. Это население, проживающее в регионах с повышенным уровнем радиационного загрязнения, работники, занятые на выполнении работ с повышенными радиационными нагрузками (шахтеры, строители, работники рентгенкабинетов и др.). Специальное питание данных групп населения является профилактическим или лечебно-профилактическим и призвано обеспечить сохранение здоровья и работоспособности.

В настоящее время специальное питание при вредных условиях труда включает выдачу пищевых продуктов (молоко и равноценные продукты, пектин), применение рационов лечебно-профилактического питания, витаминных препаратов и обеспечение питьевого режима.

Сгущенные молочные консервы являются востребованными молочными продуктами у населения нашей страны. Они применяются как для непосредственного употребления, так и в кулинарии, промышленной переработке и общественном питании.

Анализ патентной и научно-технической информации показал ограниченность перечня разработок отечественных сгущенных молочных консервов специального назначения. В Республике Беларусь отсутствует выпуск сгущенных молочных консервов для специального питания при повышенных радиационных нагрузках. Таким образом, разработка сгущенных молочных консервов для специального питания при повышенных радиационных нагрузках является актуальной.

Основные принципы диетотерапии при повышенных радиационных нагрузках. При установлении основных принципов диетотерапии при повышенных радиационных нагрузках модификация рационов питания осуществляется с позиций усиления их радиопротекторных свойств [2].

Основными принципами диетотерапии при повышенных радиационных нагрузках являются следующие:

- потребление продуктов, богатых аминокислотами и белками;
- строгий учет состава жира;
- снижение употребления быстроусвояемых углеводов, достаточное содержание в рационе источников растворимых пищевых волокон;
- повышение активности антиоксидантной системы организма за счет потребления витаминов;
- обеспечение оптимального минерального состава рациона по содержанию солей калия, кальция, фосфора, йода, железа и др.

Патологические процессы, вызванные ионизирующим излучением, обусловлены повышенным образованием в организме свободных радикалов. Радикалы усиливают окисление как мембранных, так и внутриклеточных структур, что приводит к структурно-функциональной деста-

билизации биомембран и их деструкции, а в конечном итоге и к гибели клетки. Вступая в реакции с активными центрами внутриклеточных ферментов, свободные радикалы блокируют и нарушают функциональную активность ферментов. В особенности это касается тиоловых ферментов, содержащих сульфгидрильные группы. Под влиянием свободных радикалов SH-группы превращаются в неактивные дисульфидные соединения. Это приводит к нарушению синтеза нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов. В клетке снижается содержание ДНК и РНК, нарушаются процессы обновления тканей [3].

Природные свойства некоторых пищевых веществ, придают им выраженные радиозащитные характеристики.

Выраженным радиопротекторным действием обладают серосодержащие аминокислоты (цистин, цистеин, метионин), они экранируют SH-группы в молекулах белка, предохраняя их от ионизирующего облучения [4]. Повышенное образование в организме некоторых биогенных аминов (серотонин, гистамин) снижает чувствительность организма к ионизирующему излучению. Предшественниками образования в организме этих биогенных аминов являются аминокислоты триптофан и гистидин, повышенное потребление которых может сопровождаться пониженной радиочувствительностью.

Белки являются носителями сульфгидрильных групп, которые выполняют роль эффективных инактиваторов, легко окисляющихся активными радикалами. Высокое содержание белка в рационе человека усиливает выделение цезия-137 как из мускульной и костной тканей, так из внутренних органов и крови. При недостатке белка в рационе наблюдается большее накопление цезия-137 в организме человека, нарушаются процессы иммуногенеза [3].

В условиях повышенного радиоактивного воздействия важны жиры, особенно растительные, богатые полиненасыщенными жирными кислотами и антиокислителями.

В условиях влияния ионизирующей радиации рекомендуется увеличить в рационе количество некрахмальных углеводов (пищевых волокон, пектиновых веществ, альгинатов, полисахаридов) и уменьшить потребление быстроусвояемых углеводов (сахара, хлеба, кондитерских

изделий). Пектиновые вещества связывают в пищеварительной системе ионы металлов и образуют нерастворимые комплексы, которые не всасываются, а выводятся из организма. Пектин связывает радиоактивный стронций, тем самым уменьшая его всасывание в кости скелета. Рекомендуется частичная замена сахарозы фруктозой и другими сахарозаменителями с целью снижения послепищевой гликемии. Употребление фруктозы практически не приводит к повышению потребности в инсулине, что важно для людей, склонных к заболеваниям с нарушением метаболизма углеводов (сахарный диабет). Вероятность развития этих заболеваний увеличивается под действие радиационных излучений.

Негативно влияет на устойчивость организма недостаток витаминов, которые имеют специфическое антирадиационное действие. Активность антиоксидантной системы организма в значительной мере определяется обеспеченностью организма витаминами А и его предшественника β -каротина, Е, С. При дефиците этих и других витаминов в пище повышается радиочувствительность организма и утяжеляются радиационные поражения, снижается резистентность организма даже к малым дозам радиации [2]. Известна противоопухольная роль β -каротина, который имеет большое радиозащитное влияние. Сильные противоокислительные свойства имеет витамин Е.

Благоприятное действие аскорбиновой кислоты при ионизирующей радиации связано с участием ее в процессах деления клеток. Биофлавоноиды (витамины группы Р) в условиях повышенной радиации защищают стенки сосудов, капилляров и внутриклеточных мембран.

Витамины В₁, В₂, В₆, пантотеновая кислота, биотин участвуют в обмене серосодержащих аминокислот и гистамина, вызывают самостоятельный радиопротекторный эффект. Кроме того, витамин В₆ является дополнительным источником серы, а витамин В₁ обладает способностью потенцировать радиопротекторный эффект других пищевых веществ.

Убедительным аргументом в пользу использования витаминов для профилактики и терапии лучевых поражений является снижение в условиях витаминного дефицита устойчивости организма к лучевому воздействию и усугубление этого дефицита под действием ионизирующего излучения.

Натрий, калий, кальций и фосфор являются конкурентными антагонистами некоторых радионуклидов, поэтому при снижении поступления в организм этих макроэлементов резко возрастает опасность накопления в соответствующем критическом органе их конкурентных радиоизотопов [5].

Радиоактивные стронций и радий всасываются в кишечнике значительно медленнее, чем нерадиоактивный кальций, который является ионным конкурентом этих радионуклидов, включающихся в обмен по кальциевому пути. Поэтому достаточное количество кальция в организме препятствует накоплению стронция и радия и способствует их выведению, и наоборот, дефицит кальция в пище способствует накоплению в организме стронция [2].

Ионным конкурентом радионуклида цезия-137, создающего опасность внутреннего облучения, является калий. Увеличенное поступление в организм калия снижает накопление цезия-137 в критических органах [6].

Для стимуляции кроветворения суточные рационы в опасных районах необходимо обогащать кровеобразующими микроэлементами: железом, медью, марганцем и кобальтом.

Эффективным методом борьбы с йоддефицитными заболеваниями является массовая йодная профилактика, заключающаяся в организации питания продуктами, обогащенными йодом [7].

В последние годы придается большое значение радиопротекторному действию микроэлемента селена, основная биологическая роль которого связана с действием глутатионпироксидазы (Глю-Рх), защищающей клеточные мембраны. Дефицит селена приводит к некрозу клеток печени, в то время как селен в сочетании с витамином Е и серосодержащей аминокислотой цистеином защищает клетки печени от некротической дегенерации [8].

На основе принципов диетотерапии при повышенных радиационных нагрузках сгущенное молоко является полноценной основой для разработки специальных продуктов. Сгущенное молоко вследствие достаточного высокого содержания белка (7,2% и более) – богатый источник серосодержащих аминокислот, обладающих радиопротекторным

действием. Сгущенное молоко содержит достаточное количество кальция, калия, фосфора, являющихся конкурентными антагонистами радионуклидов. В качестве функциональных обогатителей рекомендуется внесение витаминов-антиоксидантов, йодсодержащих добавок и др. Углеводным компонентом в сгущенном молоке наряду с сахарозой может быть фруктоза и другие сахарозаменители.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись молоко сгущенное с сахарозой, обогащенное йодированным белком и витаминами, и молоко сгущенное с фруктозой, обогащенное йодированным белком.

С целью обогащения продукта витаминами применяли витаминный премикс Н30148 производства DSM Nutritional Products France S.A.S (Франция). Для обогащения сгущенных молочных консервов йодом использовали «Йодказеин» по ТУ 9229-001-48363077-2002 производства ООО НПП «Медбиофарм» (Россия).

Использование готовых премиксов предпочтительнее применения отдельных форм витаминов, так как сокращает затраты не только при транспортировке, хранении витаминов, но и на этапе их внесения, способствует более точному дозированию и равномерному распределению по массе продукта, упрощает проведение текущего контроля качества готового продукта.

Состав витаминного премикса Н30148 (содержание компонента в 1 кг премикса): витамин С – 374,7 г, витамин Е – 62,5 г, β-каротин – 30,0 г, носитель (картофельный мальтодекстрин) – остальное.

Пищевая добавка «Йодказеин» состоит из натурального, легко усваиваемого белка молока, в котором йод связан прочной химической связью в одной из аминокислот – тирозине. Это соединение обладает термической стабильностью. Содержание йода в «Йодказеине» составляет 7-10%.

Исходя из особенностей технологического процесса изготовления сгущенного молока витамины и «Йодказеин» в состав продукта оптимально вводить после сгущения на стадии охлаждения в виде пастеризованного водного раствора (в вакуум-охладитель), где происходит быстрое перемешивание, что исключает длительное температурное воздей-

ствие и обеспечивает лучшую сохранность вносимых функциональных ингредиентов.

Растворы витаминного премикса и «Йодказеина» вносили в сгущенное молоко на стадии охлаждения. Витаминный премикс – из расчета 50 мг премикса на 100 г готового продукта с целью удовлетворения 20-30%-ной суточной потребности в витаминах взрослого человека. «Йодказеин» – из расчета 0,55 мг на 100 г готового продукта с целью удовлетворения 25–33%-ной суточной потребности в йоде взрослого человека. Количество вносимого премикса и йодсодержащей добавки определено без учета потерь в ходе технологического процесса и хранения. Фактические потери могут быть получены только при изготовлении продукта в производственных условиях с соблюдением всех технологических параметров.

Раствор витаминного премикса готовили следующим образом: 1 часть премикса растворяли в 10 частях воды с температурой (20 ± 2) °С, перемешивали, полученный раствор пастеризовали при (76 ± 2) °С с выдержкой 20 с, охлаждали до температуры не выше 10 °С.

«Йодказеин» растворяли в 1–2%-ном растворе натрия двууглекислого при температуре 40–50 °С из расчета 0,55 г на 100 мл щелочного раствора. Для лучшего растворения и набухания белков раствор выдерживали в течение 30 мин при указанной температуре. Раствор пастеризовали при (76 ± 2) °С с выдержкой 20 с, охлаждали до температуры не выше 10 °С.

Согласно литературным данным, для радиозащитного питания рекомендуется обогащение рациона витаминами В₁, В₂, В₆. Анализ коммерческих предложений витаминных премиксов показал отсутствие препаратов с одновременным наличием витаминов С, Е, β-каротина, В₁, В₂ и В₆. Поэтому обогащение сгущенного молока проводили премиксом Н30148. Внесение витаминов В₁, В₂ и В₆ возможно по отдельности.

Количество вносимых углеводов для молока сгущенного с сахарозой составляло 43,5–45,5 г сахарозы на 100 г продукта, для молока сгущенного с фруктозой – 25–27 г фруктозы на 100 г продукта.

В готовых продуктах органолептические показатели определяли по ГОСТ 29245, массовую долю влаги – по ГОСТ 30305.1, массовую долю

жира – по ГОСТ 29247. Массовую долю сухого молочного остатка, сахарозы, фруктозы, витаминов, йода – расчетным путем.

Результаты и их обсуждение. В результате опытных выработок в лабораторных условиях были получены образцы молока сгущенного с сахарозой, обогащенного йодированным белком и витаминами, и молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком. В качестве контрольного образца изготовлено молоко сгущенное с сахарозой без внесения функциональных ингредиентов. Органолептические и физико-химические показатели полученных образцов сгущенного молока представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2 – Органолептические показатели сгущенного молока

Образец	Консистенция	Вкус и запах	Цвет
Молоко сгущенное с сахарозой (контроль)	Однородная по всей массе, вязкая	Чистый, сладкий, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока	Равномерный по всей массе, белый с кремовым оттенком
Молоко сгущенное с сахарозой, обогащенное йодированным белком и витаминами	Однородная по всей массе, вязкая текучая	Чистый, сладкий, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока	Равномерный по всей массе, кремовый с желтоватым оттенком
Молоко сгущенное с фруктозой, обогащенное йодированным белком	Однородная по всей массе, вязкая	Чистый, сладкий, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока	Равномерный по всей массе, кремовый

Из приведенных данных видно: введение в состав сгущенных молочных консервов «Йодказеина» и витаминного премикса Н30148 не вызывает ухудшения органолептических показателей сгущенного молока, что позволяет использовать их в качестве обогатителей. Необходимо проведение дополнительных исследований по сохранению йода и витаминов в процессе хранения готового продукта.

Таблица 3 – Физико-химические показатели сгущенного молока

Образец	Массовая доля		Содержание			
	жира, %	сухого мо- лочного остатка, %	сахарозы, г/100 г продукта	фруктозы, г/100 г продукта	витаминов, мг/100 г обо- гащенного витаминами продукта	йода, мкг/100 г обогащенного «Йодказеином» продукта
Молоко сгущенное с сахарозой (контроль)	8,5	28,5	44,0	-	-	-
Молоко сгущенное с сахарозой, обогащенное йодированным белком и ви- таминами	8,5	28,5	44,0	-	В-каротин – 1,5 С – 18,7 Е – 3,1	44
Молоко сгущенное с фруктозой, обогащенное йодированным белком	8,5	34	-	26,0	-	44

Из табл. 3 следует: для обеспечения приятного сладкого вкуса молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком, необходимо внесение значительно меньшего количества фруктозы, чем сахарозы (фруктоза слаще сахарозы в 1,7–1,8 раза). С целью получения вязкой консистенции и выраженного вкуса пастеризованного молока массовая доля сухого молочного остатка в молоке сгущенном с фруктозой, обогащенном йодированным белком, увеличена до 34% по сравнению с первыми двумя образцами.

По результатам опытных лабораторных выработок разработаны:

- технологический процесс по изготовлению молока сгущенного с сахарозой, обогащенного йодированным белком и витаминами;
- технологический процесс по изготовлению молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком.

Объединенная схема технологических процессов представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Объединенная схема технологических процессов

Отличительными особенностями технологических процессов является, что при производстве молока сгущенного с сахарозой, обогащенного йодированным белком, сироп готовится на основе сахара-песка, предусмотрены также операции приготовления и подготовки растворов «Йодказеина» и витаминного премикса. При производстве молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком, сироп готовится на основе фруктозы, присутствует этап приготовления и подготовки раствора «Йодказеина».

Приготовленный раствор «Йодказеина» вносят в сгущенное молоко через воздушный кран вакуум-охладителя при температуре (40–45) °С, раствор витаминного премикса – при температуре (20–22) °С.

Заключение. Изучено влияние внесения витаминного премикса Н30148 и «Йодказеина» на органолептические показатели сгущенного молока. Внесение подготовленных растворов физиологически функциональных ингредиентов оптимально на этапе вакуум-охлаждения сгущенного молока. Разработаны типовая технологическая инструкция по изготовлению молока сгущенного с сахарозой, обогащенного йодированным белком и витаминами, для специального питания при повышенных радиационных нагрузках и типовая технологическая инструкция по изготовлению молока сгущенного с фруктозой, обогащенного йодированным белком, для специального питания при повышенных радиационных нагрузках.

Литература

1. Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых добавок и их применению: СанПиН 13-10 РБ 2002: утв. Гл. гос. сан. врачом РБ 28.11.2002 : введ. в действие с 01.11.2003 / Респ. центр гигиены и эпидемиологии и общественного здоровья. – Минск: ГУ РЦГЭиОЗ МЗ РБ, 2003. – 144 с.

2. Радиопротекторное питание: современное состояние проблемы. Сообщение 2 / В.В. Ванханен [и др.] // Український медичний часопис. – 2003. – №1. – С. 53-59.

3. Лечебное питание больных с различными нозологическими формами заболеваний, проживающих в радиационно-неблагоприятных регионах : метод. рекомендации / Н.А. Самсонов [и др.]. – М.: Медицина, 1994. – 24 с.

4. Обогащение молочных продуктов йодказеином / О.В. Томчани [и др.] // Молочная промышленность. – 2001. – №12. – С. 31-32.

5. Горбачев, В.В. Витамины, микро- и макроэлементы: справ. / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. – М.: Книжный Дом: Интерпрессервис, 2002. – 544 с.

6. Микроэлементы в медицине / Н.Д. Скрипченко [и др.]. // Вопросы питания. – 2002. – №1. – С. 15–19.

7. Применение йодказеина для предупреждения йоддефицитных заболеваний в качестве средства популяционной, групповой и индивидуальной профилактики йодной недостаточности: методические рекоменда-

дации 2.3.7.1916-04: утв. Рук. Фед. службы по надзору в сфере защиты прав потр. и благоп. человека 21.07.2004 : введ. в действие с 21.07.2004 / разраб. Департамент госсанэпиднадзора Минздрава, Медицинский радиологический научный центр РАМН. – М.: Минздрав России, 2004. – 16 с.

8. Тутельян, В.А. К вопросу коррекции дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В.А. Тутельян // Ваше питание. – 2000. – №4. – С. 6–7.

E. Valjalkina, E. Martynova

THE CONDENSED DAIRY CANNED FOOD IN A SPECIAL FOOD AT THE RAISED RADIATING LOADINGS

Summary

Dietotherapy principles are defined at the raised radiating loadings. Possibility of manufacture of the condensed dairy canned food with physiologically functional components is considered. Influence of a vitamin premix and additive containing iodine on flavoring properties of the condensed dairy canned food is studied, physical and chemical indicators of the received products are defined. Condensed with the sucrose, enriched with the iodated protein and vitamins, and milk condensed with the fructose, enriched with the iodated protein, technological processes of manufacture of milk are developed for a special food at the raised radiating loadings.

*Е.И. Козельцева, С.Н. Верещак, Л.Д. Божко
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИБИОТИКОВ В МЯСЕ МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

(Поступила в редакцию 22.02.2011)

В статье приведены данные по содержанию остаточных количеств антибиотиков в образцах мясного сырья. Для определения остаточных количеств антибиотиков использовали метод иммуноферментного анализа. Проведенные исследования показали, что содержание антибиотиков в представленных образцах не превышало допустимых концентраций. Необходимо дальнейшее проведение исследований по определению наиболее часто применяемых в ветеринарии антибиотиков.

Введение. Активное использование антибиотиков в животноводстве обуславливает потенциальную возможность присутствия остаточных количеств этих препаратов в продуктах животного происхождения.

Остатки антибиотиков, попадающие в пищевые продукты и далее в организм человека, могут вызывать различные аллергические реакции, нарушение обмена веществ, способствовать распространению устойчивых форм микроорганизмов, провоцировать нарушение функции почек и кроветворных органов, угнетать микрофлору кишечника.

Также следует учитывать, что даже незначительное количество антибиотиков может нарушать ход технологических процессов при выработке кисломолочных продуктов, сыров, сырокопченых колбас. Все это обуславливает необходимость контролировать содержание остаточных количеств антибиотиков.

Для определения остатков антибиотических препаратов в настоящее время используются:

микробиологические методы связанные с регистрацией роста тест-культур микроорганизмов в присутствии стандартных количеств антибиотиков и анализируемых экстрактов;

высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) [1] и жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием

ем (ЖХМС), связанные с количественным анализом времени выхода хроматографического пика;

тонкослойная хроматография (ТСХ), регистрирующая появление индивидуального пятна анализируемого вещества;

флуоресцентный анализ, связанный с образованием флуоресцирующего комплекса антибиотика со специальным органическим хромофором.

Применяемые аналитические методы определения содержания антибиотиков различаются по минимально определяемому уровню вещества в зависимости от характера самого антибиотика и используемого метода [2].

Однако следует отметить, что, хотя традиционное применение хроматографических и спектральных методов для анализа остаточных количеств антибиотиков позволяет решать задачу аналитического контроля, имеется ряд проблем.

Хроматографическая идентификация предусматривает анализ содержания конкретного вещества по времени удержания хроматографического пика. Известно значительное количество причин, по которым времена удержания могут варьироваться или даже совпадать для некоторых веществ. В случае очень низких концентраций веществ эта особенность часто является неразрешимой проблемой даже при использовании внутренних стандартов определяемых веществ. Ведущие производители хроматографического оборудования предлагают для надежной двойной идентификации веществ в установленном пике использовать, например, запись УФ-спектра или масс-спектра вещества с последующим сравнением со стандартной базой компьютерных данных. Такой подход к определению остаточного содержания антибиотиков является достаточно надежным, но требует очень дорогостоящего аналитического оборудования и не может быть рекомендован для серийного анализа [3].

В последнее десятилетие наблюдается быстрое внедрение иммуноферментного метода анализа (ИФА) в лабораторную практику, связанное с усовершенствованием техники такого анализа и обусловленное потребностью в быстрых, чувствительных, специфичных, производительных и достаточно простых методах [4]. В странах ЕС, США и Японии метод ИФА является основным скрининговым методом для определения

остаточных количеств ветеринарных препаратов в сырье и пищевых продуктах.

Метод основан на специфическом взаимодействии между антигеном (загрязняющим веществом) и антителом (полученным против контролируемого вещества). Образующийся комплекс антиген-антитело после его мечения ферментом детектируется по цветовой реакции с помощью измерительных приборов.

Базовым принципом для количественного определения антибиотиков в пищевых продуктах является твердофазный конкурентный иммуноферментный анализ на полистироловых планшетах. Метод основан на конкуренции свободного антибиотика из исследуемых образцов и антибиотика, предварительно адсорбированного на твердой фазе (лунке планшета) в составе белкового конъюгата, за центры связывания специфических к антибиотику антител во вносимом растворе. После отделения не связавшихся реагентов количества антител, прореагировавших с иммобилизованным антигеном, определяют с помощью вторичных антивидовых антител, меченных пероксидазой хрена. Количество связавшегося с антителами конъюгата вторичных антител определяют с помощью субстрат-хромогенной смеси. При этом количество определяемого антибиотика, содержащегося в исследуемом образце, обратно пропорционально регистрируемой оптической плотности продукта ферментативной реакции.

Большой спектр тест-систем представлен серией RIDASCREEN®, произведенных концерном R-Biopharm, для ИФА, с помощью которых возможно выполнение массовых исследований сырья и пищевых продуктов за короткое время. Чувствительность тест-систем обеспечивает определение антибиотиков в рабочих интервалах, предусмотренных в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН от 09.06. 2009 П. N 63).

Хлорамфеникол (левомицетин) – эффективный синтетический антибиотик широкого спектра действия, запрещен к использованию в животноводстве и ветеринарии для лечения скота, птицы, мясо, молоко и яйца которых предназначены для питания людей. При действии на человека левомицетин может проявлять гемотоксические свойства и вызвать

аплазию костного мозга (потерю способности к кроветворению) и, как следствие, апластическую анемию, сопровождающуюся быстрым снижением уровня гемоглобина и эритроцитов в крови. Известно, что хлорамфеникол медленно выводится из организма животных и сравнительно долго сохраняет свою активность при хранении продуктов.

Микробиологические методы не эффективны для анализа этого антибиотика, так как используемые в методике тест-культуры малочувствительны и не позволяют осуществлять контроль за остаточными количествами левомицетина на уровне ПДК.

Тетрациклин – высокоэффективный антибиотик широкого спектра действия, который часто используются в животноводстве. Кроме того, тетрациклин используется как кормовой антибиотик для стимуляции роста животных. При нарушении режима лечения, а также при несоблюдении времени выдержки перед убоем остатки препаратов тетрациклиновой группы могут попадать в пищевые продукты животного происхождения.

Потребление человеком пищевых продуктов, содержащих остаточные количества тетрациклина, угнетает микрофлору кишечника, может вызвать дисбактериоз, снижает сопротивляемость организма и повышает устойчивость патогенных микроорганизмов.

Действующие в Республике Беларусь нормы, постоянно ужесточающиеся требования директив ЕС требуют расширения проведения проверок продукции на содержание остаточных количеств антибиотиков. На сегодняшний день проблема безопасного питания в отношении содержания антибиотиков не решена. Снизить риск загрязнения продовольственного сырья антибиотиками можно только при эффективной системе контроля от производства до реализации. Однако, несмотря на высокую актуальность проблемы, сведений о степени загрязнения антибиотиками мясного сырья недостаточно.

Цель исследований – исследование сырья, поступающего на мясоперерабатывающие предприятия РБ, на соответствие требованиям СанПиН от 09.06.2009 П. N 63 по содержанию остаточных количеств антибиотиков хлорамфеникола и тетрациклина.

Материалы и методы исследования. Для определения остаточных количеств левомицетина и тетрациклина мы использовали тест-системы «Ридаскрин[®] Хлорамфеникол и Ридаскрин[®] Тетрациклин».

Иммуноферментная тест-система на 96 определений включает:

- 96-луночный микротитровальный планшет (12 стрипов по 8 лунок);

- комплект градуировочных растворов антибиотиков;

- конъюгат (антибиотик, конъюгированный пероксидазой);

- раствор субстрат / хромоген;

- антитела к антибиотику;

- стоп-реагент;

- буфер (для разведения градуировочных растворов и проб).

Образцами для определения хлорамфеникола и тетрациклина служили пробы говядины, свинины и мяса кур. Всего на наличие остаточных количеств антибиотиков было исследовано 254 образца мышечной ткани.

Количество хлорамфеникола определяли по методике, регламентированной в МВИ.МН 2644–2007 «Методика выполнения измерения количества хлорамфеникола в молоке, яйцах, мясе с использованием тест-системы «Ридаскрин[®] Хлорамфеникол» [5].

Для определения хлорамфеникола, мышечную ткань измельчали в гомогенизаторе, к 3 г гомогенизированной пробы добавляли 3 см³ дистиллированной воды, 6 см³ этилацетата и интенсивно перемешивали в течение 10 мин. Затем центрифугировали 10 мин при 3000g для разделения фаз, отбирали 4 см³ надосадочной части этилацетата (что соответствует 2 г пробы) и выпаривали досуха в устройстве для испарения растворов при 60 в непрерывном токе азота.

К сухому остатку добавляли 1 см³ *n*-гексана, 0,5 см³ буфера, интенсивно перемешивали на вортексе до полного растворения осадка. Центрифугировали 10 мин при 3000g для разделения фаз. Полученную водную фазу в течение часа использовали для проведения испытаний.

Проведение теста включало следующие этапы:

- внесение по 50 мкл градуировочных растворов хлорамфеникола в соответствующие лунки микротитровального планшета;

- внесение по 50 мкл растворов проб в соответствующие лунки микротитровального планшета;
- внесение по 50 мкл раствора конъюгата;
- инкубирование 1 ч при комнатной температуре;
- промывка трижды моющим буфером;
- внесение 100 мкл хромогена;
- инкубирование 15 мин при комнатной температуре в темноте;
- внесение 100 мкл стоп-реагента;
- измерение оптической плотности при 450 нм.

Количество тетрациклина определяли по методике, регламентированной в МВИ.МН 2644–2007 «Методика выполнения измерения количества тетрациклина в молоке и мясе с использованием тест-системы «Ридаскрин[®] Тетрациклин» [6].

Для определения тетрациклина мышечную ткань измельчали в гомогенизаторе, к 5 г гомогенизированной пробы добавляли 25 мл буфера Макклвейна и экстрагировали на шейкере в течение 30 мин. Затем пробу центрифугировали 10 мин при 4000g, надосадочный слой переносили в колбу, еще раз повторяли процесс экстрагирования (внесение 25 мл буфера Макклвейна, экстрагирование, центрифугирование). Объединенные смеси надосадочного слоя фильтровали через бумажный фильтр.

5 мл отфильтрованного из 50 мл экстракта пропускали через колонку RIDA[®] C18. Колонку предварительно промывали 3 мл метанола (100%) и затем 2 мл дистиллированной воды. После пропускания экстракта колонку C18 промывали 3 мл дистиллированной воды и элюировали продукт, пропуская 2 мл раствора метанола с 20 мМ щавелевой кислотой со скоростью тока 15 капель в минуту.

Полученный элюат смешивали с буфером для разбавления 1 : 10 и использовали для постановки теста.

Постановка теста включала следующие этапы:

- внесение по 50 мкл градуировочных растворов тетрациклина в соответствующие лунки микротитровального планшета;
- внесение по 50 мкл растворов проб в соответствующие лунки микротитровального планшета;
- внесение по 50 мкл раствора антител к тетрациклину;
- инкубирование 1 ч при комнатной температуре;
- промывка трижды моющим буфером;

- внесение 100 мкл конъюгата ;
- инкубирование 15 мин при комнатной температуре;
- промывка трижды моющим буфером;
- внесение 100 мкл хромогена;
- инкубирование 15 мин при комнатной температуре;
- внесение по 100 мкл стоп-реагента;
- измерение оптической плотности при 450 нм.

Для оценки результатов исследований использовали программу автоматической обработки данных RIDA SOFN Win.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования по выявлению остаточных количеств антибиотиков в образцах мяса методом ИФА представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты исследования по выявлению остаточных количеств антибиотиков в образцах мяса методом ИФА

Исследуемые образцы	Кол-во образцов	Допустимые уровни антибиотиков по СанПиН от 09.06.2009 П. №63		Предел обнаружения антибиотиков методом ИФА		Кол-во положительных проб
		Левомецетин (хлорамфеникол)	Тетрациклиновая группа	Левомецетин (хлорамфеникол)	Тетрациклиновая группа	
Говядина	40	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	0,00625 мкг/кг	6,0 мкг/кг	0
Свинина	130	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	0,00625 мкг/кг	6,0 мкг/кг	0
Курятина	84	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	Не допускается (<0,3 мкг/кг)	0,00625 мкг/кг	6,0 мкг/кг	0
Всего	254	-	-	-	-	0

Закключение. Исследования показали, что содержание остаточных количеств антибиотиков во всех исследованных образцах не превышало допустимых концентраций, установленных СанПиН от 09.06.2009 П.63.

Однако необходимо продолжить исследование содержания по выявлению в мясном сырье как хлорамфеникола и тетрациклина, так и других, наиболее часто применяемых в ветеринарии и животноводстве, антибиотиков.

Учитывая тот факт, что требования нормативных документов ЕС и РФ не допускают содержание хлорамфеникола в мясном сырье даже в ко-

личестве менее 0,3 мкг/кг, необходимо провести цикл исследований содержания хлорамфеникола с параллельным использованием ИФА метода и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-селективным детектированием.

Литература

1. Эллер, К.И. Методы контроля качества и безопасности пищевых продуктов // Российский Химический журнал. - 1994. – №1. - С. 10-18.
2. Методы практической биотехнологии / А.Б. Лисицын и [др.]. - М.: ВНИИМП, 2002. – 408 с.
3. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов / И.А.Рогов и [др.]. – Новосибирск, 2007. – 227 с.
4. Галкин, А.Н. Иммуноферментный метод экспресс-контроля продовольственного сырья и пищевых продуктов за содержанием потенциально опасных химических соединений / А.Н. Галкин, В.И. Комаров, Е.А. Иванова //Хранение и переработка сельхозсырья. - 1998. – №5. – С. 21-24.
5. Методика выполнения измерения количества хлорамфеникола в молоке, яйцах, мясе с использованием тест-системы «Ридаскрин[®]Хлорамфеникол». – МВИ. МН 2436-2006.
6. Методика выполнения измерения количества тетрациклина в молоке и мясе с использованием тест-системы «Ридаскрин[®]Тетрациклин». - МВИ. МН 2644-2007.

E. Kozeltsava, L. Bozhko, S. Vereschak

DETERMINE THE RESIDUAL QUANTITIES OF ANTIBIOTICS IN SAMPLES OF RAW MEAT BY THE METHOD OF ENZEME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY

Summary

The article presents data on the content of residues of antibiotics in samples of raw meat. To determine the residual quantities of antibiotics it was used the method of ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay). Studies have shown that the content of antibiotics in the submitted samples did not exceed allowable concentrations. It is necessary further research to identify the most frequently used antibiotics in animal husbandry.

Е.Н. Бирюк
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

МИКОТОКСИНЫ. КОНТОРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

(Поступила в редакцию 13.04.2011)

В статье приведены сведения о наиболее опасных и распространенных микотоксинах, дана краткая характеристика методов их контроля в сырье и пищевых продуктах. Описаны способы детоксикации продукции, загрязненной микотоксинами.

Введение. Обеспечение безопасности продуктов питания – первоочередная задача для производства пищевых продуктов. Особое место занимает мониторинг содержания в сырье и продуктах микотоксинов. В настоящее время реальный риск для белорусов связан с хроническим поступлением с пищей в незначительных количествах микотоксинов, большинство из которых обладают иммунодепрессивными свойствами, а некоторые являются сильными канцерогенами [1]. В рейтинге канцерогенного риска микотоксины (особенно афлатоксины и охратоксин А) занимают первое место и в десятки раз превосходят диоксины, полихлорированные бифенилы, пестициды. Нагрузка микотоксинами снижает также иммунный ответ на вакцинацию. Микотоксины (от греч. *mykes* – гриб, *toxicon* – яд) – это органические природные соединения сложной химической структуры (кумарины, алкалоиды, пептиды), являющиеся вторичными метаболитами почвенных микроскопических грибов, паразитирующих на растениях [2–4].

Микотоксины способны накапливаться в кукурузе, зерновых, соевых бобах, арахисе, орехах, масличных растениях, какао-бобах, зернах кофе и другом сырье, а также в кормовых культурах.

Токсинообразование может происходить как при выращивании растений, так и при последующем обороте (транспортировке и хранении) продовольственного сырья в условиях, благоприятных для развития грибов. По данным ФАО, ежегодно загрязнению микотоксинами подверга-

ется не менее 25% всех продовольственных ресурсов. При этом практически не существует надежных методов удаления большинства микотоксинов из пищевых продуктов в процессе технологической и кулинарной обработки – они (кроме эрготоксинов) относятся к чрезвычайно термостойким соединениям, выдерживающим температуру 1000 °С и более. Тем не менее принятие определенных мер позволит снизить поступление микотоксинов в организм человека и их отрицательное воздействие. Наиболее реальными мероприятиями являются лабораторный контроль за их остаточным количеством в продовольственном сырье и регламентирование содержания, а также поддержка механизмов алиментарной адаптации: адекватное потребление нутриентов, участвующих в клеточных защитных процессах (полноценный белок, витамины, микроэлементы и др.) [5, 6].

Микотоксины – загрязнители пищевой продукции. В настоящее время известно свыше 350 видов токсигенных грибов, поражающих сельскохозяйственные культуры, наибольшую опасность представляют токсины грибов р. *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Из всей массы микотоксинов наиболее распространены и опасны для здоровья человека и сельскохозяйственных животных афлатоксины, трихотеценовые микотоксины (дезоксиниваленол, Т-2 токсин), зеараленон, патулин, охратоксин А; отмечается также потенциальная опасность таких микотоксинов, как цитринин, стеригматоцистин, фумонизины, эрготоксины и многие другие.

Микотоксины отличаются высокой токсичностью для животных и человека, многие из них обладают канцерогенными, тератогенными, мутагенными, иммунодепрессивными свойствами.

Плесневые грибы, продуцирующие микотоксины, очень долго сохраняют жизнеспособность на пищевых продуктах и кормах. Кроме того, даже после гибели образовавшей их плесени микотоксины могут оставаться в продукции в течение длительного времени, поэтому внешний вид продукции (отсутствие плесеней) не всегда может служить критерием ее безопасности. К так называемым микотоксинам хранения относят афлатоксины.

Чаще, чем другие культуры, афлатоксины загрязняют арахис, кукурузу, бобовые. Афлатоксин М₁ (гидроксилированное производное афлатоксина В₁) загрязняет молоко коров, получавших корм, содержащий афлатоксин В₁. В молоке в доступных для измерения количествах афлатоксин М₁ может присутствовать при такой концентрации афлатоксина В₁ в корме, когда признаков отравления животных еще нет. Так, при содержании в корме от 20 до 50 мкг/кг афлатоксина В₁ в молоке обнаруживается от 0,5 до 1,5 мкг/л афлатоксина М₁. При наличии афлатоксина в кормах он обнаруживается в различных тканях животных, птицы, яйцах. В опытах, в которых цыплятам давали загрязненный афлатоксином В₁ корм, последний обнаруживали в печени в концентрациях в 70–100 раз превышающих концентрацию его в корме [7, 8].

В сельскохозяйственном сырье, продуктах питания и кормах, как правило, присутствует комплекс микотоксинов. Причем многие из них изучены мало или совсем не изучены, а санитарно-гигиенические нормы разработаны лишь для небольшого числа микотоксинов. По сравнению с количеством известных к настоящему времени список микотоксинов, обязательных для контроля, очень невелик. В Республике Беларусь допустимое содержание микотоксинов в продовольственном сырье и пищевой продукции регламентировано СанПиН 63–2009 [9] (табл. 1).

При этом следует иметь в виду, что хроническое поступление микотоксинов, особенно комплекса микотоксинов в количествах даже в 2–3 раза ниже ПДК, резко отрицательно сказывается на организмах, что было прослежено на сельскохозяйственных животных, особенно молодняке. Поэтому проблему изучения, контроля и нормирования микотоксинов в продукции следует рассматривать как открытую, требующую больших усилий для своего разрешения [10].

Методы анализа. Для определения содержания микотоксинов в пищевой продукции используют различные виды анализов: биологические, иммунологические, химические и физико-химические. В основе химических методов анализа микотоксинов лежит их способность к

Таблица 1 – Допустимое содержание микотоксинов в продовольственном сырье и пищевой продукции

Вид продукции	Допустимый уровень, не более мг/кг							
	афлатоксин М ₁	афлатоксин В ₁	дезоксини валенол	зеараленон	охратоксин А	Т-2 токсин	фумонизи-ны В ₁ и В ₂	патулин
Молоко, молочные продукты и продукты на основе переработки молока, концентраты	0,0005	-	-	-	-	-	-	-
Зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия, продукты на основе переработки зерна	-	0,005	0,7–1,0	0,2–1,0	0,005	0,1	-	-
Сахар и кондитерские изделия	-	0,005	-	-	-	-	-	-
Мучные кондитерские изделия, в том числе многокомпонентные	-	0,005	0,7	-	-	-	-	-
Фруктоовощная продукция	-	-	-	-	-	-	-	0,05
Орехи	-	0,005	-	-	-	-	-	-
Чай, кофе	-	0,005	-	-	-	-	-	-
Кофейные напитки на основе злаков	-	0,005	1,0	1,0	-	-	-	-
Масличное сырье и жировые продукты	-	0,005	-	-	-	-	-	-
Продукты для питания детей раннего возраста	Не допускается (<0,00002)	Не допускается (<0,00015)	Не допускается (<0,05)	Не допускается (<0,005)	Не допускается (<0,0005)	Не допускается (<0,05)	0,2	Не допускается (<0,02)

поглощению коротковолнового ультрафиолетового излучения или к флуоресценции под воздействием длинноволнового излучения.

Химический анализ включает следующие этапы: отбор образца, подготовку образца к анализу, экстракцию и очистку экстракта, идентификацию и количественное определение микотоксинов.

Отбор проб пищевой продукции для анализа содержания микотоксинов имеет ряд специфических особенностей. Микотоксины распределяются в продукции очень неравномерно, так как они образуются только в той части продукции, которая поражена плесневыми грибами. Дискретность распределения микотоксинов ведет к тому, что может быть загрязнена лишь небольшая часть продукции, зато в высокой концентрации. Поэтому для того чтобы образец был представительным, он должен быть достаточно большим, для чего необходимо отбирать большое число разовых проб из различных мест партии продукции, тщательно их перемешивать, и этот образец подготавливать для получения аналитического образца путем постепенного уменьшения. Исключение составляют порошкообразные продукты (мука, отруби, жмых), пасты и жидкости (молоко, пиво, пивное сусло). Для обеспечения гомогенности достаточно тщательного перемешивания этих продуктов.

При экстракции микотоксинов из образца необходимо добиться максимального извлечения анализируемого вещества и, одновременно, сокращения количества коэкстрактивных веществ. В растительных и животных субстратах микотоксины обычно связаны с белками, что значительно затрудняет их извлечение. Для повышения степени извлечения микотоксинов наиболее эффективно использование в качестве экстрагентов достаточно полярных растворителей: спиртов (метанол, этанол), ацетона, ацетонитрила, их смесей с водой. Возможно использование и малополярных растворителей, таких как хлороформ, этилацетат.

Содержание микотоксинов в продуктах, а также в полученных из них экстрактах очень мало, поэтому для успешного детектирования микотоксины необходимо сконцентрировать и одновременно очистить от коэкстрактивных веществ. Универсального метода концентрирования и очистки, пригодного для анализа всех микотоксинов во всех матрицах не существует. Выбор метода концентрирования определяется природой пробы и свойствами определяемого токсина, причем, если процесс про-

водиться в несколько стадий, селективность концентрирования и очистки повышается, однако, возрастает и вероятность потерь анализируемого вещества.

Для количественного определения микотоксинов используются различные методы: тонкослойная, жидкостная, газожидкостная хроматография. При этом способы детектирования могут быть как визуальными (в тонкослойной хроматографии), так и инструментальными – ультрафиолетовые, флуоресцентные детекторы в высокоэффективной жидкостной хроматографии и детекторы по захвату электронов, масс-спектрометрические и другие, применяемые в газожидкостной хроматографии. Для детектирования микотоксинов применяют также биологические (тестирование с помощью различных биологических объектов), ферментные и иммуноферментные методы.

В последние 20–25 лет при анализе микотоксинов в пищевых продуктах и кормах для животных широко используется высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Достоинствами ВЭЖХ является хорошее отделение сопутствующих веществ на высокоэффективных хроматографических колонках, сравнительная быстрота разделения, воспроизводимость количественного определения с помощью проточных детекторов, возможность введения в систему достаточно больших объемов образца (по сравнению с ГЖХ), простота автоматизации при большом числе проводимых анализов.

Альтернативой трудоемким и требующим сложного аппаратного оформления хроматографическим методам определения микотоксинов стали активно развивающиеся в последние годы иммунохимические методы. Все виды иммунохимических анализов основаны на реакции образования комплекса антиген-антитело. Микотоксины сами по себе не способны вызывать выработку антител, такую способность они приобретают если вводятся в организм в виде конъюгата с белком-носителем.

При проведении ИФА существует проблема ложноположительного ответа, она связана с неспецифическим ингибированием иммунной реакции, когда в экстракте присутствуют какие-либо вещества, способные ингибировать антитела. Однако этот метод имеет целый ряд преимуществ: высокую чувствительность, специфичность, точность и производительность, экспрессивность, возможность использовать минимальное

количество очищенных экстрактов и готовых наборов для экспресс-анализа [11].

Детоксикация продукции, загрязненной микотоксинами. Высокая токсичность и канцерогенность микотоксинов, обнаружение их в значительных количествах в основных пищевых продуктах обуславливает необходимость разработки эффективных методов детоксикации сырья и пищевых продуктов. В настоящее время с этой целью применяют комплекс мероприятий, которые можно разделить на механические, физические, химические и биологические методы детоксикации. Механические методы являются наиболее эффективными при обезвреживании некоторых видов продовольственного сырья и пищевых продуктов (орехи, в том числе арахис, кукуруза и др.). Они включают в себя предварительную сортировку с использованием как ручного труда, так и механических и электронных средств. В процессе такой сортировки удаление пораженных и измененных орехов приводит к существенному снижению уровня загрязнения токсинами всей партии продукта в целом.

Второй путь обезвреживания загрязненных микотоксинами продуктов включает различные физические, химические и биологические методы, которые должны удовлетворять следующим требованиям: снижать уровень микотоксинов в продукте до предельно допустимого без образования токсичных и канцерогенных метаболитов; вызывать деградацию спор и мицелия грибов-продуцентов, которые в благоприятных условиях могли бы вновь прорасти и вырабатывать токсины; не оказывать существенного влияния на органолептические свойства, химический состав и пищевую ценность продуктов [12–14].

Заключение. Микотоксины считают наиболее опасными контаминантами пищевых продуктов, они входят в список опасных природных экотоксикантов, доказана их реальная опасность для человека. Загрязнение зерна и другой сельскохозяйственной продукции возможно на всех этапах их производства, хранения переработки и транспортировки, оно не ограничено территорией и временем года. В настоящее время нет эффективных химических способов борьбы с загрязнением продуктов микотоксинами, поэтому особое значение приобретает своевременная санитарно-гигиеническая оценка токсичности пищевых продуктов.

Для анализа микотоксинов существуют и активно совершенствуются достаточно точные количественные методы. В первую очередь это хроматографические и иммуноферментный экспресс-метод.

Подводя итог, следует отметить, что оптимизированный санитарный надзор за качеством и безопасностью продовольственного сырья позволяет минимизировать уровень загрязнения продуктов питания микотоксинами.

Литература

1. Бацукова, Н. Проблемы гигиены питания и пути их решения / Н. Бацукова // Наука и инновации. – 2007. – № 9(55) – С. 13–17.

2. Кретьова, Л.Г. Микотоксины. Загрязнение продукции и аналитический контроль / Л.Г. Кретьова, М.И. Лунев. – Москва ГУП Агропрогресс, 2000. – 80 с.

3. Пономаренко, Ю.А. Питательные и антипитательные вещества в кормах / Ю.А. Пономаренко. – Минск: Экоперспектива, 2007. – 960 с.

4. Чеснокова, С.М. Оценка уровня загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания опасными контаминантами / С.М. Чеснокова, Т.А. Трифонова. – Владимир: Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2009. – 75 с.

5. Лабораторные методы диагностики микотоксикозов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.allvet.ru> – Дата доступа: 20.03.2010.

6. Bennett, J.W. Mycotoxins / J.W. Bennett, M. Klich [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.gov/pmc/articles/MC164220>, – Дата доступа: 25.03.2010.

7. Bennett, J.W. Agronomic Considerations for Molds and Mycotoxins in Corn Silage / M. Rankin, C. Grau [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Mycotoxins.htmv> – Дата доступа: 25.03.2010.

8. Войникова, Е. Национальные стандарты на экологически безопасное сырье / Е. Войникова // Кумпячок. – 2007. – №1 (10). – С. 23–24.

9. Колесень, В.П. Эффективность скармливания адсорбента микотоксинов «Сорбатокс» сельскохозяйственной птице / В.П. Колесень //

Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2009. – С. 39–44.

10. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы: Введ. 09.06.2009. – Минск: Минздрав РБ, 2009.

11. Гогин, А. Микотоксины: эффективный контроль эффективное производство / А. Гогин [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.premix.kz/myccont.html>. – Дата доступа: 20.03.2010.

12. Старкл, В. Комбинированные методы борьбы с микотоксинами / В. Старкл // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – №9(65). С. 30–31.

13. Шешко, П.М. Микотоксины и проблемы контроля качества кормов / П.М. Шешко // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2003. – №1. – С. 28–30.

14. Хоченков, А.А. Эффективность профилактики микотоксикозов в промышленном свиноводстве / А.А. Хоченков // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария. – 2008. – №4. – С. 70–73.

A. Biruk

MYCOTOXINS. CONTROL OF THE QUALITY FOODSTUFFS

Summary

In this article presents information about the most dangerous and spread of the mycotoxins. The methods of control mycotoxins in raw materials and foodstuffs are describe. The methods of detoxification products contaminated with mycotoxins are describe too.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ
МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2010
Выпуск № 5

Компьютерная верстка, корректура В.В. Хегстрем
Ответственный за выпуск В.В. Хегстрем

Отпечатано на ризографе
в РУП «Институт мясо-молочной промышленности»
Подписано в печать 10.08.2011г.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная 80 г/м². Гарнитура Times
Отпечатано на ризографе. Усл. печ.л. 28,83 Уч.-изд.л. 13,7
Тираж 100 экз. Заказ № 10

Издатель
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»
ЛИ-02330/0552911 от 07.05.2010 г.
Партизанский пр., 172. 220075, Минск
meat-dairy@tut.by
www.instmmp.by