

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
2009**

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

Минск
2010

УДК 637.1/5:65.01

ББК 36.9

С 24

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

Редакционная коллегия:

Мелещеня А.В. – главный редактор

Дымар О.В. – заместитель главного редактора

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

Рецензенты: доктор ветеринарных наук, профессор А.П. Лысенко; канди-
дат технических наук К.И. Жакова.

С 24 Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья:
сб. научн. тр. Вып. 4 / РУП «Институт мясо-молочной промышлен-
ности»; редкол.: А.В. Мелещеня (гл. ред.) [и др.] – Минск, РУП
«Институт мясо-молочной промышленности», 2010. – 285 с.

Представленные в сборнике результаты исследований отображают ос-
новные тенденции современного развития отрасли, указывают перспективные
направления ее последующего развития. Так, рассмотрены современные про-
блемы развития мясной и молочной промышленности, представлены перво-
степенные задачи по дальнейшему развитию с учетом мировых тенденций,
указаны меры по повышению конкурентоспособности продукции белорусских
предприятий. Приведены принципы формирования сырьевой зоны молокопе-
рерабатывающего производства, исследования по разработке новых видов
мясных и молочных продуктов. Рассмотрены новые перспективные методы,
ресурсосберегающие и эффективные технологии, применяемые для перера-
ботки 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.

ISSN 2220-8755

©РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Мелещенко А.В.</i> ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	9
<i>Дымар О.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОАКСИАЛЬНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.....	16
<i>Климова М.Л., Савельева Т.А.</i> КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПОРТНОЙ ДОМИНАНТЫ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	28
<i>Василенко С.Л., Петрушеня Н.И., Фурик Н.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ БАКТЕРИЙ р. <i>LACTOBACILLUS</i> ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОКОНСЕРВАНТА НА ИХ ОСНОВЕ	39
<i>Богданова Л.Л., Василенко С.Л., Бажанов Д.П., Яцевич К.К., Петрушеня Н.И., Сафроненко Л.В.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫХ СВОЙСТВ	48
<i>Борунова С.Б., Фурик Н.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ТЕРМОФИЛЬНЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОСТАВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ДЛЯ ЙОГУРТА И ЙОГУРТНЫХ ПРОДУКТОВ	62
<i>Кононович Е.М., Фурик Н.Н.</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ	71
<i>Дымар Т.И., Богданова Л.Л., Савельева Т.А., Фурик Н.Н.</i> ПОДБОР ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЛАКТО- И БИФИДОБАКТЕРИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА	79
<i>Василенко С.Л., Фурик Н.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ БАКТЕРИЙ р. <i>VIFIDOBACTERIUM</i> , ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КИШЕЧНИКА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ	89
<i>Головач Т.Н., Жабанос Н.К., Курченко В.П.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА АНТИГЕННЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ СЕРИНЫМИ ПРОТЕАЗАМИ ТРИПСИНОМ И АЛКАЛАЗОЙ	102

<i>Дымар О.В., Скакун И.Н.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	114
<i>Фурик Н.Н., Жабанос Н.К., Сафроненко Е.В., Луц Е.Н., Кононович Е.М.</i> ВИТАМИНИЗИРОВАННЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ.....	125
<i>Шуляк Т.Л., Шевырева Ю.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВСЯНЫХ ХЛОПЬЕВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ РЯЖЕНКИ.....	134
<i>Дымар О. В., Зубик М. В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КУМЫСА ИЗ КОРОВЬЕГО МОЛОКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	141
<i>Шингарева Т.И., Велинец В.М., Зубец Д.Е., Чупрунова Е.О.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ПРОТЕКАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СЫРОВ ТИПА РОССИЙСКОГО	149
<i>Ефимова Е.В, Обьедков К.В.</i> МЯГКИЕ СЫРЫ С ПРЕБИОТИКАМИ.....	155
<i>Здитовецкая Ю.М., Обьедков К.В., Фролов И.Б.</i> ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫХОД СЫРА И ОБРАЗОВАНИЕ СЫРНОЙ ПЫЛИ. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ СТЕПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОКА	164
<i>Здитовецкая Ю.М., Обьедков К.В., Фролов И.Б.</i> НОВАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРНОЙ ПЫЛИ	175
<i>Дымар О.В., Миклух И.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА МОЛОЧНОГО БЕЛКА.....	187
<i>Ветров В.С., Анискевич О.Н.</i> РОЛЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЁНЫХ И СЫРОВАЛЕННЫХ КОЛБАС	196
<i>Кусонская Т.В., Гордынец С.А., Шалушкова Л.П.</i> НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ.....	205
<i>Кусонская Т.В., Гордынец С.А., Шалушкова Л.П.</i> СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ, НЕ СОДЕРЖАЩИЕ ГЛЮТЕНА	212
<i>Яхновец Ж.А., Гордынец С.А.</i> РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЯСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ СОРТИРОВКЕ СЫРЬЯ ПО pH.....	217

<i>Желудков А.Л., Акуленко С.В., Бренч А.А.</i> НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В КОНСТРУИРОВАНИИ НОЖЕЙ В МАШИНАХ ДЛЯ КУТТЕРОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ.....	227
<i>Жайлаубаев Ж.Д.</i> НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА И КОНДУКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВРАЩЕНИИ ЛОПАСТЕЙ.....	237
<i>Жайлаубаев Ж.Д.</i> ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ЖИРА ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ДВИЖЕНИИ СРЕДЫ В АППАРАТЕ	242
<i>Дымар О.В, Гордынец С.А., Калтович И.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ТОПЛЕННЫХ ЖИРОВ.....	247
<i>Дымар О.В, Гордынец С.А., Калтович И.В.</i> СОСТАВ, СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ТОПЛЕННЫХ ЖИРОВ	256
<i>Автомеев О.Л., Радьков С.В., Божко Л.Д.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В КОПЧЕНОЙ РЫБЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ВЭЖХ	264
<i>Корако В.Б., Шамаль Л.А.</i> ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	271
<i>Ховзун Т.В., Лобанов Ю.В., Шах А.В.</i> ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ХРАНИЛИЩ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ	275

CONTENT

<i>A. Meliashchenia</i> PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE DAIRY INDUSTRY AT THE PRESENT STAGE	9
<i>O. Dymar</i> RESEARCH OF INFLUENCE OF DESIGN DATA ON AN OVERALL PERFORMANCE OF COAXIAL HEAT EXCHANGERS	16
<i>M. Klimava, T. Savelyeva</i> QUALITY OF PRODUCTION OF ANIMAL INDUSTRIES AS THE FACTOR OF SUPPORT OF THE EXPORT DOMINANT OF THE DAIRY INDUSTRY	28
<i>S. Vasylenko , N. Petrushenia, N. Furik</i> APPLICATION OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL FEATURES OF LACTOBACILLUS FOR BIOCONSERVANT CREATING	39
<i>L. Bogdanova, S. Vasylenko, D. Bazhanov, K. Yatsevich , N. Petrushenia, L. Safronenko</i> ISOLATION OF PROPIONIC ACID BACTERIA AND CHARACTERIZATION OF THEIR PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES	48
<i>S. Borunova, N. Furik</i> FEATURES OF SELECTION OF THERMOPHILIC LACTIC MICROORGANISMS INTO COMPOSITION OF BACTERIAL CONCENTRATES FOR YOGHURT AND YOGHURT PRODUCTS	62
<i>K. Kononovich, N. Furik</i> COMPARISON OF METHODS OF STORAGE OF LACTOCOCCAL BACTERIOPHAGES	71
<i>T. Dymar, L. Bogdanova, T. Savelyeva, N. Furik</i> SELECTION OF MICROORGANISMS LACTOBACILLUS AND BIFIDOBACTERIUM FOR CREATION ON THEIR BASIS OF THE BACTERIAL CONCENTRATE FOR ENRICHMENT OF THE SUBSTITUTE OF WHOLE MILK	79
<i>S. Vasylenko, N. Furik</i> STUDYING OF BIFIDOBACTERIUM ISOLATEDTED FROM FECES OF HEALTHY PEOPLE	89
<i>T. Halavach, N. Zhabanos, V. Kurchenko</i> COMPARATIVE ANALYSIS AND ANTIGENIC PROPERTIES EVALUATION OF WHEY PROTEINS HYDROLYSATES WITH SERINE PROTEASES TRYPSIN AND ALCALASE	102
<i>O. Dymar, I. Skakun</i> PROSPECTS OF USING LACTOSE HYDROLYSIS IN MANUFACTURE OF DAIRY PRODUCTS	114

<i>O. Dymar, I. Skakun</i> PROSPECTS OF USING LACTOSE HYDROLYSIS IN MANUFACTURE OF DAIRY PRODUCTS	125
<i>T. Shuljak, J. Shevyreva</i> USE OATS FLAKES IN MANUFACTURE OF THE SOUR–MILK PRODUCT ON THE BASIS OF FERMENTED BAKED MILK	134
<i>O. Dymar, M. Zubik</i> PROSPECTS OF REVIVAL OF PRODUCTION OF COW MILK KOUMISS	141
<i>T. Shingareva, V. Velinets, D. Zubets, E. Chuprunova</i> RESEARCH OF CHARACTER OF COURSE OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES AT DEVELOPMENT CHEESES OF TYPE RUSSIAN	149
<i>E. Efimova, K. Obedkov</i> SOFT CHEESES WITH PREBIOTICS	155
<i>J. Zditovetskaya, K. Ob'edkov, I. Frolov</i> THE FACTORS WHICH INFLUENCE ON THE YIELD OF CHEESE AND THE FORMATION OF THE CHEESE DUST. ACTIONS FOR INCREASE OF THE DEGREE OF USE OF MILK COMPONENTS	164
<i>K. Ob'edkov, I. Frolov, J. Zditovetskaya</i> NEW RESOURCE–SAVING ECONOMICALLY EFFECTIVE DAIRY PRODUCTS TECHNOLOGY WITH USE OF THE CHEESE DUST	175
<i>O.V. Dymar, I.V. Mikluh</i> ULTRAFILTRATION APPLICATION BY PRODUCE OF THE DRIED CONCENTRATE OF DAIRY PROTEIN	187
<i>V. Vetrov, O. Aniskevich</i> LACTIC ACID BACTERIA ON VARIOUS PHASES OF PRODUCTION UNCOOKED SMOKED SAUSAGES	196
<i>T. Kysonskaia, S. Gordinetz, L. Shalyshkova</i> NEW DIRECTIONS IN DEVELOPMENT OF MEAT PRODUCTS FOR DIABETIC NOURISHMENT	205
<i>T. Kysonskaia, S. Gordinetz, L. Shalyshkova</i> SPECIALIZED MEAT PRODUCTS NOT CONTAINING A GLUTEN	212
<i>J. Jakchnovetz, S. Gordinetz</i> DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON USE OF MEAT RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF VARIOUS GROUPS OF MEAT PRODUCTS AT SORTING RAW MATERIAL ON pH	217
<i>A. Zheludkov, S. Akulenko, A. Brench</i> NEW DIRECTION IN DESIGNING OF KNIFES IN CARS FOR КУТТЕРОВАНИЯ MEAT RAW MATERIALS	227

<i>Zh. Zhailaubaev</i> A HYDRODYNAMICS UNSTATIONARITY OF A STREAM AND CONDUCTIVITY A HEAT EXCHANGE DURING A ROTATION OF BLADES	237
<i>Zh. Zhailaubaev</i> PECULIARITY OF HEAT EXCHANGE IN A FORCED CONVECTION OF FAT IN THE TURBULENT FLOW ENVIRONMENT IN THE APPARATUS	242
<i>O. Dymar, S. Gordinets, I. Kaltovich</i> MODERN TECHNOLOGIES AND THE EQUIPMENT FOR MANUFACTURE OF FOOD BAKED FATS	247
<i>O. Dymar, I. Kaltovich, S. Gordinets</i> STRUCTURE, PROPERTIES AND QUALITY OF FOOD BAKED FATS	256
<i>O. Avtameenka, C. Radzkou, L. Bazhko</i> INVESTIGATION OF BENZ(A)PIREN IN BLOATER MANUFACTURED BY HPLC	264
<i>V.Karaka, L. Shamal</i> EXPERIENCE OF RATIONING OF WATER CONSUMPTION IN POULTRY-FARMING BRANCH	271
<i>J. Lobanov, T. Hovzun, A. Shakh</i> DOMESTIC WORKINGS OUT IN THE FIELD OF CARRYING OUT DISINFECTION OF STOREHOUSES OF FRUIT-AND-VEGETABLE PRODUCTION	275

А.В. Мелещя, к.э.н.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В статье широкомасштабно затронуты основные проблемы и факторы, сдерживающие динамичное развитие предприятий молочной промышленности и рост эффективности их деятельности. Особую значимость работы представляют основные рациональные предложения по развитию молочной промышленности с учётом дальнейших перспектив экономически оправданного производственного потенциала и определены дальнейшие экспортные возможности.

Республика Беларусь располагает высоким производственным и экономическим потенциалом в производстве и переработке молока. Страна полностью обеспечивает свои внутренние потребности в молоке и в продуктах его переработки за счет собственного производства и имеет значительные возможности для поставок молокопродуктов на внешние рынки. В Беларуси в 2009 году произведено 1,4% мировых объемов молока. Экспорт молочных продуктов в пересчете на молоко в республике составляет более 50% от объемов его производства. В большинстве экономически развитых стран, включая страны ЕС, этот показатель не превышает 15–20%. Исключение составляют несколько стран: с особенно благоприятными условиями производства (Новая Зеландия, Австралия, Ирландия), с высокой долей импорта молочного сырья (Бельгия, Германия, Нидерланды) или гарантированным сбытом (Австрия, Литва, Франция, Дания).

Вместе с тем существует целый ряд проблем, которые не позволяют молочной промышленности развиваться более эффективно, в том числе:

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

– дефицит квалифицированного персонала, особенно технологов и инженеров в области автоматизации технологического оборудования,

обслуживания современных холодильных систем, программного обеспечения процессов на предприятиях в малых населенных пунктах. Это связано, как правило, с более низким уровнем качества жизни, стремлением молодых специалистов с современными знаниями проживать в крупных городах;

- высокие процентные ставки по кредитам банков (в 2009 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 (в Беларуси – сорт экстра), которые с учетом пересчета на содержание жира и белка являются одними из наиболее высоких в Европе;

- 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.

Государство уделяет 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 должно 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 т (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 предприятий 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 транспарентность 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.

Важно 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 оп-

ределяющую 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. Тре-

буется подготовка и повышение квалификации кадров в данной сфере, включая прохождение соответствующей учебы в странах ЕС.

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.

В связи с высоким уровнем экспорта существенно повлиять на цены реализации продукции предприятия молочной промышленности не могут, т.к. они во многом зависят от конъюнктуры мирового рынка. Важно отметить, что большинство видов молочной продукции имеет короткие сроки хранения и реализации (от 5–10 дней для молока питьевого, сметаны, йогурта, творога, до 60–90 дней для сыров, масла), в связи с чем затруднительно регулировать цены за счет закладки на хранение в пик производства молока, когда цены реализации минимальные, и продавать продукцию зимой в при максимальных ценах. В этой связи крайне важным, на наш взгляд, является формирование современной инфраструктуры хранения продукции, увлечение в структуре производства продукции с длительными сроками хранения, в том числе сухих молочных продуктов, сыров с длительными сроками созревания (3–6 мес.) и хранения (4–6 мес.). Это позволит более эффективно управлять товар-

ными потоками молочной продукции, снижая ее реализацию в летний период, когда цены на мировом рынке минимальны, и увеличивая объемы продаж в осеннее-зимний период.

Важными факторами, способствующими стимулированию экспорта молочной продукции, является создание совместных производств и крупных экспортных компаний, а также финансовая поддержка экспорта. В отношении торговли со странами СНГ, Евросоюза и другими необходимо создание совместных предприятий по производству и торговле молочной продукцией. С учетом динамичного развития отечественного производства необходимо рассматривать различные регионы стран дальнего зарубежья для дальнейшей диверсификации рынков сбыта, учитывая трудности транспортного и социального (предпочтения и возможности потребителей) характера в этих регионах.

Необходимо осуществить меры по развитию системы информационного обеспечения и международного маркетинга. Данный подход следует реализовывать с учетом формирования единого бренда «Белорусские продукты питания», который в соответствии с установленными критериями будет присваиваться только лучшим продуктам. В этом случае уменьшится доля затрат каждого предприятия на продвижение продукции на внешних рынках. При этом важно сформировать у потребителей устойчивое понятие о преимуществах продукции белорусских предприятий, в том числе делая акцент на натуральности кормов, экологической чистоте области, возможно, проведении медицинских исследований по качеству и полезности отдельных видов питания и пропаганде через СМИ. Необходимо определять целевые регионы в России, а также отдельные страны и целенаправленно работать на данных рынках, в том числе с использованием региональных и местных СМИ. Возможно выявление надежных региональных дилеров (как крупнооптовых, так и относительно мелких покупателей), проводить с ними систематические встречи-форумы с целью выявления наиболее острых проблем на рынках, формировать перспективную структуру производства под конкретные регионы.

A. Meliashchenia

**PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE DAIRY INDUSTRY
AT THE PRESENT STAGE**

Summary

In article широкомасштабно the basic problems and the factors constraining dynamical development of the enterprises of the dairy industry and growth of efficiency of their activity are mentioned. The special importance of work is represented by the basic rational offers on development of the dairy industry with the account of the further prospects of economically defensible industrial potential and the further export possibilities are defined.

О.В. Дымар, к.т.н.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОАКСИАЛЬНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

В работе приведены результаты исследования влияния конструктивных параметров на эффективность работы коаксиальных теплообменных аппаратов. Выполненные расчеты показали, что при объединении нескольких теплообменников в одну установку целесообразно их подключать последовательно по продукту.

Введение. Эффективность технологических процессов переработки молока напрямую связана с тепловыми процессами. Непосредственно после дойки молоко, для максимального сохранения биологических свойств, охлаждается до температуры 4 ± 2 °С. В дальнейшем, для придания стойкости при хранении, продукт подвергают пастеризации или стерилизации. Ряд продуктов, таких как сыр, творог, казеин, в процессе своего производства требует нагрева сырья до определенной температуры. В этой связи актуальным вопросом является разработка новых и совершенствование конструкций известных теплообменных аппаратов. РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработан концептуально новый тип теплообменных аппаратов – коаксиальные. От существующих их отличает коаксиальное расположение теплообменных поверхностей. Разрабатываемые теплообменные аппараты предназначены для использования в молочной промышленности.

Объектами исследований данной работы являются теплообменные аппараты коаксиального типа. Предметом исследований являются конструктивные и технологические параметры исследуемых устройств.

В натурных испытаниях основными исследуемыми параметрами являлись расходы, начальные и конечные температуры взаимодействующих сред, гидравлические сопротивления каналов теплообменных аппаратов с целью определения их взаимосвязи. В ходе теоретических исследований основной задачей являлось определение рациональных

конструктивных и технологических параметров. Основные из них – диаметры используемых труб, толщина кольцевого зазора, варианты подключения взаимодействующих жидкостей к устройству и варианты подключения теплообменников в одну установку.

Материалы и методы исследования. Молоко и молочные продукты по своим физическим и реологическим свойствам достаточно разнообразны. Вместе с тем можно выделить основные группы, характеризующиеся достаточно схожими свойствами. Прежде всего это группа маловязких продуктов – собственно молоко, обезжиренное молоко, сыворотка, промывная вода и др. Они характеризуются вязкостью до $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, плотностью до $1035 \text{ кг}/\text{м}^3$. Отдельные продукты (сыворотка, промывная вода) могут содержать твердые включения. Группа продуктов средней вязкости до $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ делится на две подгруппы: первая – сливки, их плотность ниже плотности воды, вторая – сгущенные продукты, их плотность до $1300 \text{ кг}/\text{м}^3$. Высоковязкие продукты в рамках этой работы не рассматриваются, так как теплообменное оборудование для их обработки имеет специфические технические решения.

В качестве тепло и хладоносителя в молочной промышленности применяются: раствор пропиленгликоля или рассол с температурой – $4 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже, ледяная вода с температурой $0,5\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C}$, холодная вода с температурой $6\text{--}12 \text{ }^\circ\text{C}$, горячая вода с температурой до $98 \text{ }^\circ\text{C}$, пар с температурой выше $100 \text{ }^\circ\text{C}$. В данной работе в качестве охлаждающих сред использованы ледяная и холодная вода. Исходя из того, что основной областью применения разрабатываемых аппаратов является их использование при охлаждении маловязких продуктов, то в качестве модельных жидкостей для расчета основных технических характеристик и проверки адекватности математических моделей выбираем молоко и воду.

Определение конечных температур при проведении теплообменных процессов в коаксиальных теплообменных аппаратах. На первом этапе экспериментальной работы проверяли адекватность применяемых при расчетах математических моделей для оценки конечных температур взаимодействующих жидкостей на основании данных, полученных при проведении заводских испытаний устройства охлаждения из состава «Комплекса оборудования для охлаждения молока» Я23-ОХА.

В расчетах принимаем, что каналы коаксиального теплообменника для охлаждения/нагрева молочных продуктов имеют кольцевое сечение. В целях компактности и хорошего теплообмена каналы выбираются тонкими, поэтому типичным является отношение внешнего и внутреннего радиусов ограничивающих цилиндрических поверхностей близкое к единице. В этих условиях можно пренебречь эффектами кривизны поверхностей и считать, что теплообмен происходит в эквивалентном плоском канале.

Числа Рейнольдса, построенные по эквивалентному диаметру канала D , имеют различный порядок для течения воды и молока, поскольку вязкость молока примерно в четыре раза превосходит вязкость воды, а плотности близки. Оценка чисел Рейнольдса при течении воды по каналам теплообменника свидетельствует, что они принадлежат интервалу переходных и неразвитых турбулентных режимов: $Re = 3000-15000$. Следовательно, числа Нуссельта для течения молока находятся в интервале ламинарных и переходных режимов. Данная оценка позволяет поставить задачу выбора из литературы [1–4] таких аппроксимаций чисел Нуссельта (2)...(6), которые позволяли бы рассчитывать теплообмен в ламинарном, переходном и турбулентном режимах.

Фактор цилиндрической геометрии является, как уже говорилось, малозначащим. Более существенным является фактор наличия входных участков гидравлического сопротивления и теплообмена. На входе в теплообменник либо после разворота потоки имеют профили скорости, близкие к стержневым, что задает локальное увеличение коэффициентов теплообмена. Длина теплового входного участка, согласно Г. Шлихтенгу [1], оценивается следующей формулой (1):

$$\frac{L}{D} = 0,02 Re Pr. \quad (1)$$

При переходном режиме течения существует значительное количество эмпирических формул для определения критерия Нуссельта. Поэтому в разработанной расчетной программе были реализованы несколько формул для определения числа Нуссельта, из которых и осуществлялся выбор наиболее подходящей. Исходя из значения входного параметра программы nNu выбираются следующие функциональные зависимости [5]:

nNu = 1:

$$\text{Nu} = \max(0,001 \text{ Re}^{1,18} \text{ Pr}^{0,5}; 3,5) \quad (2)$$

nNu = 2:

$$\text{Nu} = \max(0,023 \text{ Re}^{0,8} \text{ Pr}^{0,4}; 3,5) \quad (3)$$

nNu = 3:

$$\text{Nu} = \max\left(\frac{0,023 \text{ Re}^{0,8} \text{ Pr}}{1 + 2,14 \text{ Re}^{-0,1} (\text{Pr}^{2/3} - 1)}; 3,5\right) \quad (4)$$

nNu = 4:

$$\text{Nu} = \max(0,026 \text{ Re}^{0,8} \text{ Pr}^{1/3}; 3,5) \quad (5)$$

nNu = 5:

$$\text{Nu} = F_{x/d} 0,032 \text{ Re}^{0,8} \text{ Pr}^{0,33},$$

где $F_{x/d} = \frac{4}{3} \max\left(\frac{x^{-0,064}}{D}, 1\right)$, если $10000 < \text{Re}$,

$$\text{Nu} = F_{x/d} \frac{1}{300} \text{ Re} \text{ Pr}^{0,37}, \quad (6)$$

где $F_{x/d} = 1$, если $2300 \leq \text{Re} \leq 10000$

$$\text{Nu} = F_{x/d} 1,86 (\text{Re} \text{ Pr})^{0,33},$$

где $F_{x/d} = \frac{x^{-0,33}}{D}$, если $2300 < \text{Re}$.

Анализ полученных данных (табл. 1) показал, что использование при расчетах зависимости (6) позволяет достичь высокой точности конечных температур при обеспечении сходимости расчетов практически во всех случаях. Наибольшее отклонение от результатов опытов не превышает 1 °С, что является допустимым при проведении инженерных расчетов, так как полученная ошибка на практике в большинстве случаев может быть компенсирована изменением кратности тепло- или хладоносителя. Частично эта ошибка может быть объяснена недостаточной точностью определения производительности устройства, выборочный стандарт для которой составляет $3,13 \cdot 10^{-3}$ л/с. Остальные зависимости обладают плохой сходимостью при низких расходах, ошибка расчетов достигает 6 °С, при этом она во всех случаях превосходит ошибку расчетов с использованием зависимости (6).

Таблица 1 – Данные опытов и результаты расчетов конечных температур

Группа данных	Расход, л/с	$T_{\text{нач}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{кон}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Результаты расчетов с использованием зависимостей (2)–(6), $^{\circ}\text{C}$					$T_{\text{кон}} - 2,30, \text{ }^{\circ}\text{C}$
				(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
1	0,288	15,5	4,8	1,8	–	–	5,1	4,5	0,3
	1,014	0,4	3,6	4,4	–	–	2,9	3,6	0
2	0,310	36,3	9,3	3,1	3,6	–	–	9,1	0,2
	1,028	0,4	8,8	10,6	10,4	–	–	8,8	0
3	0,125	36,3	16,2	–	14,1	–	–	16,8	–0,6
	0,317	10,0	18,3	–	18,9	–	–	18,0	0,3
4	0,285	45,2	29,0	–	–	–	–	29,9	–0,9
	0,245	16,7	35,1	–	–	–	–	34,6	0,5
	0,285	29,0	8,0	3,1	–	3,2	–	8,9	–0,9
	0,807	1,0	8,4	10,3	–	10,1	–	8,2	0,2
5	0,286	36,3	20,8	19,5	18,4	–	18,8	21,5	–0,7
	0,310	10,0	24,3	25,8	26,7	–	26,1	23,8	0,5
	0,286	20,8	6,4	2,5	2,1	–	–	5,8	0,6
	1,014	0,4	4,2	5,0	5,1	–	–	4,6	–0,4
6	0,286	36,3	15,3	–	–	–	–	15,3	0
	0,762	10,0	17,9	–	–	–	–	18,0	–0,1
	0,286	15,3	4,8	1,8	–	–	–	4,5	0,3
	1,014	0,4	3,1	4,3	–	–	–	3,5	–0,4

Примечание – $T_{\text{нач}}, T_{\text{кон}}$, – начальная и конечная температура взаимодействующей среды соответственно

Так как на предыдущем этапе исследования мы выбрали наиболее подходящую математическую модель и доказали адекватность, получаемых при ее использовании данных, то на *втором этапе* работы исследование производилось численными методами. При этом определяли зависимости основных характеристик работы теплообменного аппарата – конечной температуры охлаждаемой жидкости и гидравлического сопротивления в канале охлаждающей жидкости – от основных режимных и конструктивных параметров (7), (8).

$$T_{\text{мк}} = f(\Delta, n, T_{\text{ох}}), \quad (7)$$

$$\Delta P = f(\Delta, n, T_{\text{ох}}), \quad (8)$$

где $T_{\text{мк}}$ – конечная температура охлаждаемой жидкости, $^{\circ}\text{C}$;

ΔP – гидравлическое сопротивление, МПа;

Δ – зазор в теплообменнике, мм;

n – кратность охлаждающей жидкости;

$T_{\text{ох}}$ – начальная температура охлаждающей жидкости, $^{\circ}\text{C}$.

В качестве объекта исследования выбран модельный «виртуальный» 8-канальный коаксиальный теплообменный аппарат с диаметром вытеснителя 75 мм, толщиной стенки труб 1 мм, площадью теплообмена 3 м². Процесс – охлаждение воды с начальной температурой $T_{\text{мн}} = 36$ °С и расходом 0,278 л/с (1 м³/ч). Предельные уровни варьирования факторов (табл. 2) выбирали исходя из реальных условий работы. Исследование и обработку данных проводили на основании ортогонального рототабельного плана 2³ при помощи программы STATGRAPHICS 5.1.

Результаты расчетов (табл. 3) позволили получить функцию отклика для конечной температуры охлаждаемой жидкости (9), которая адекватна с 98%-ной доверительной вероятностью, а коэффициенты в ней с уровнем значимости не менее 5 %, независимый член и коэффициенты при переменных имеют соответствующие размерности.

$$T_{\text{мк}} = 8,55 + 2,28\Delta - 4,59n + 1,33T_{\text{ок}} + 0,5n^2 - 0,015T_{\text{ок}}^2. \quad (9)$$

Таблица 2 – Уровни варьирования факторов

Уровень	Кольцевой зазор в теплообменнике (Δ), мм	Кратность охлаждающей жидкости (n)	Начальная температура охлаждающей жидкости ($T_{\text{ок}}$), °С
-1,68	0,50	1,00	0,50
-1	1,11	1,81	3,54
0	2,00	3,00	8,00
1	2,89	4,19	12,46
1,68	3,50	5,00	15,50
Интервал варьирования	0,89	1,19	4,46

Таблица 3 – Значения факторов и результаты проведения численных опытов

Значения факторов			Функции отклика	
Зазор в теплообменнике (Δ), мм	Кратность охлаждающей жидкости, (n)	Начальная температура охлаждающей воды ($T_{\text{ок}}$), °С	Конечная температура охлаждаемой воды, °С	Гидравлическое сопротивление, кПа
1,11	4,19	3,54	5,0	83,0
2,00	3,00	0,50	3,9	16,0
2,89	1,81	12,46	17,8	2,4
1,11	1,81	12,46	16,2	19,0
2,89	4,19	3,54	8,0	11,1
2,00	1,00	8,00	17,8	2,0
2,89	4,19	12,46	15,4	10,5
2,89	1,81	3,54	12,3	2,2
3,50	3,00	8,00	13,4	3,7
1,11	4,19	12,46	13,6	81,0

Окончание табл. 3

Значения факторов			Функции отклика	
Зазор в теплообменнике (Δ), мм	Кратность охлаждающей жидкости, (n)	Начальная температура охлаждающей воды (T_{ox}), °C	Конечная температура охлаждаемой воды, °C	Гидравлическое сопротивление, кПа
2,00	5,00	8,00	9,7	38,0
2,00	3,00	15,50	17,9	14,0
0,50	3,00	8,00	9,4	145,0
1,11	1,81	3,54	8,4	18,0
2,00	3,00	8,00	11,8	14,0

Анализ значимости коэффициентов и характер кривых зависимостей функции отклика от факторов (рис. 1, 2) показывает, что влияние исследуемых факторов на функцию отклика неравнозначно. Так, при увеличении зазора и температуры охлаждающей жидкости конечная температура охлаждаемой жидкости возрастает, причем для температуры охлаждающей жидкости значимым является и эффект второй степени. Увеличение кратности приводит к падению значения функции отклика. Характер кривой предполагает асимптотическое приближение к некоторой величине. Значимые эффекты взаимодействия отсутствуют. При желаемой величине конечной температуры 4 °C оптимальные величины факторов варьирования следующие: зазор – 2,3 мм, кратность – 4, температура охлаждающей жидкости – 0,7 °C.

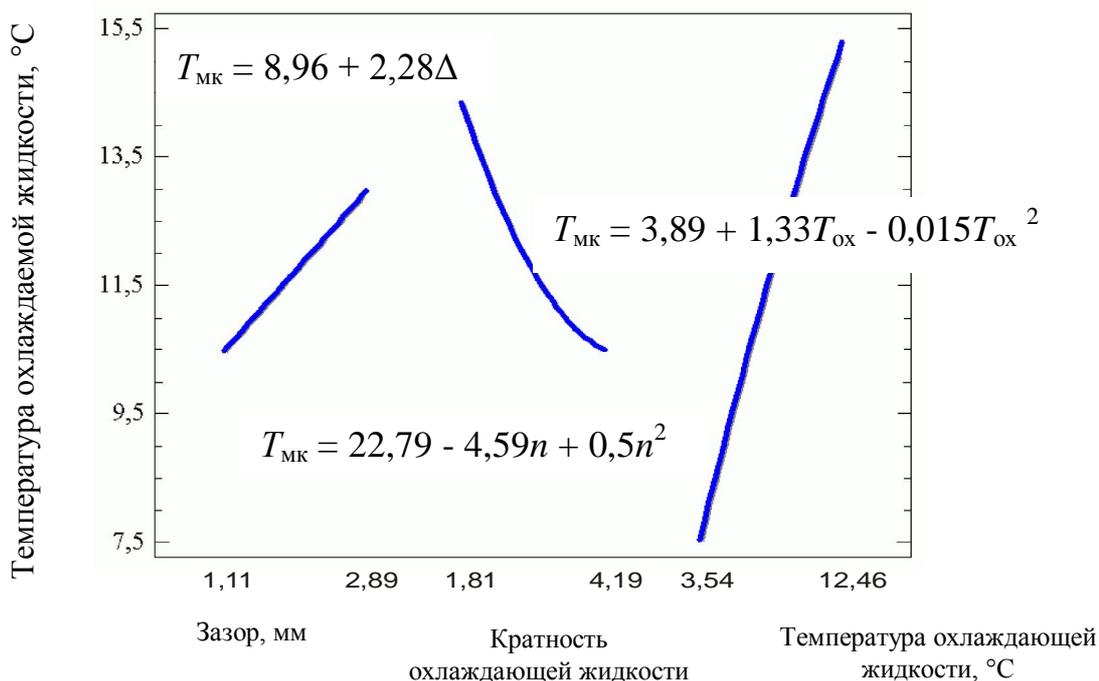


Рисунок 1 – Характер зависимости конечной температуры охлаждаемой жидкости от величины кольцевого зазора, кратности охлаждающей жидкости и ее температуры

Зависимость гидравлического сопротивления в канале охлаждающей жидкости от исследуемых факторов (11) адекватна с доверительной вероятностью 92,6%, а коэффициенты в ней с уровнем значимости не менее 5%, независимый член и коэффициенты при переменных имеют соответствующие размерности:

$$\Delta P = 0,635 - 0,93\Delta + 0,386n + 0,245\Delta^2 - 0,13\Delta n. \quad (11)$$

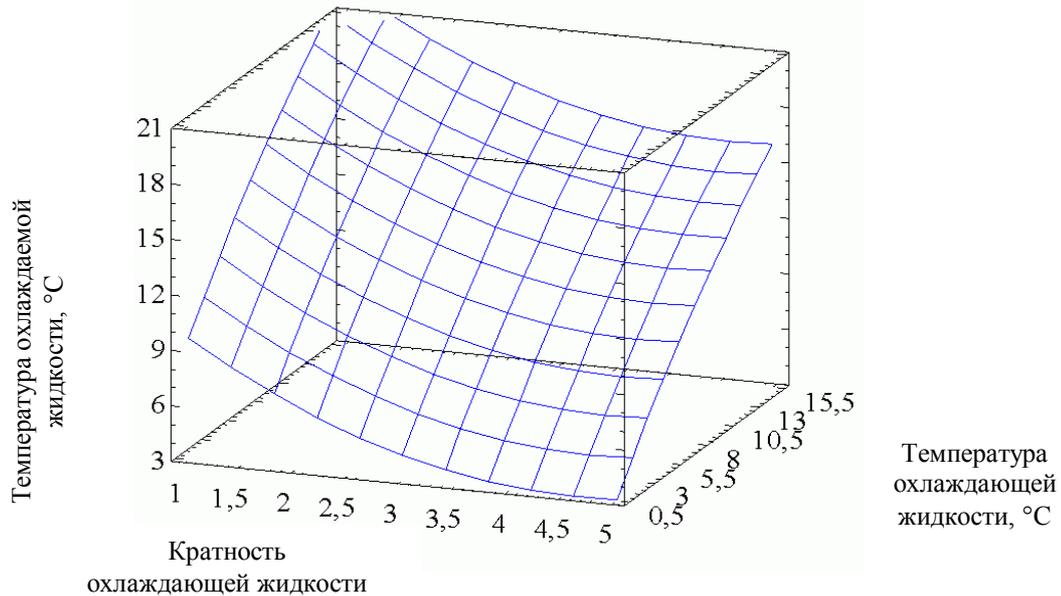


Рисунок 2 – Зависимость конечной температуры охлаждаемой жидкости от кратности охлаждающей жидкости и ее температуры при фиксированном кольцевом зазоре 2 мм

Анализ значимости коэффициентов и вид кривых зависимостей функции отклика от факторов (рис. 3) показывает, что зависимость гидравлического сопротивления от величины зазора носит ярко выраженный обратный характер и позволяет предположить логарифмический закон. Зависимость сопротивления от кратности линейная, корреляция между этими переменными положительная. Эффект взаимодействия факторов в формуле (11) значим. Это объясняется тем, что оба фактора влияют на скорость движения жидкости в канале. Исходя из уравнения Навье-Стокса, эта скорость является определяющей для общего гидравлического сопротивления, причем зависимость между скоростью движения жидкости и зазором степенная, а зависимость между скоростью и кратностью линейная, что мы и видим в уравнении (11). Уровни значимости коэффициентов при температуре ниже 5%. Для приведенных выше оптимальных условий процесса расчетное сопротивление составляет 15 кПа.

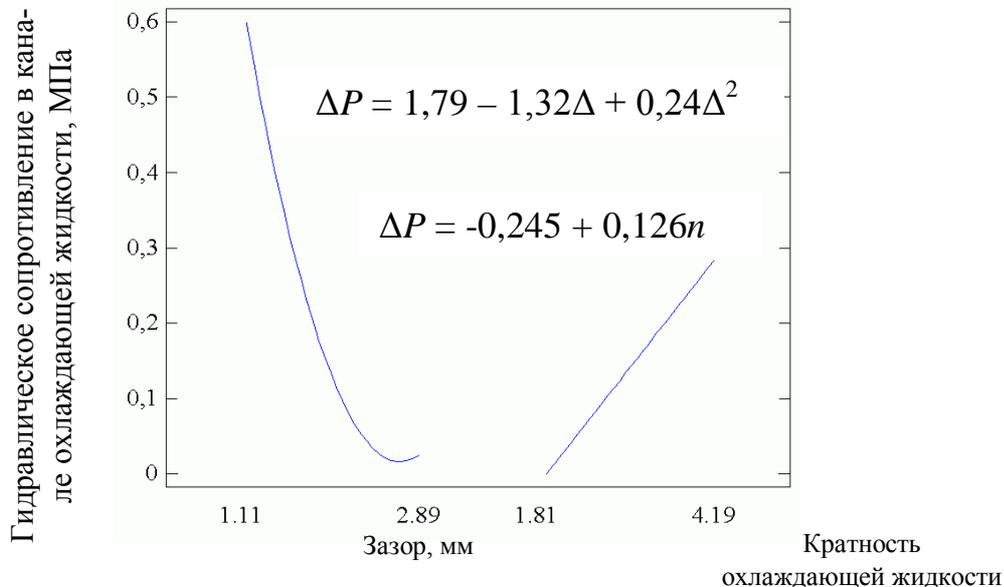


Рисунок 3 – Характер зависимости гидравлического сопротивления в канале охлаждающей жидкости от величины кольцевого зазора и кратности охлаждающей жидкости

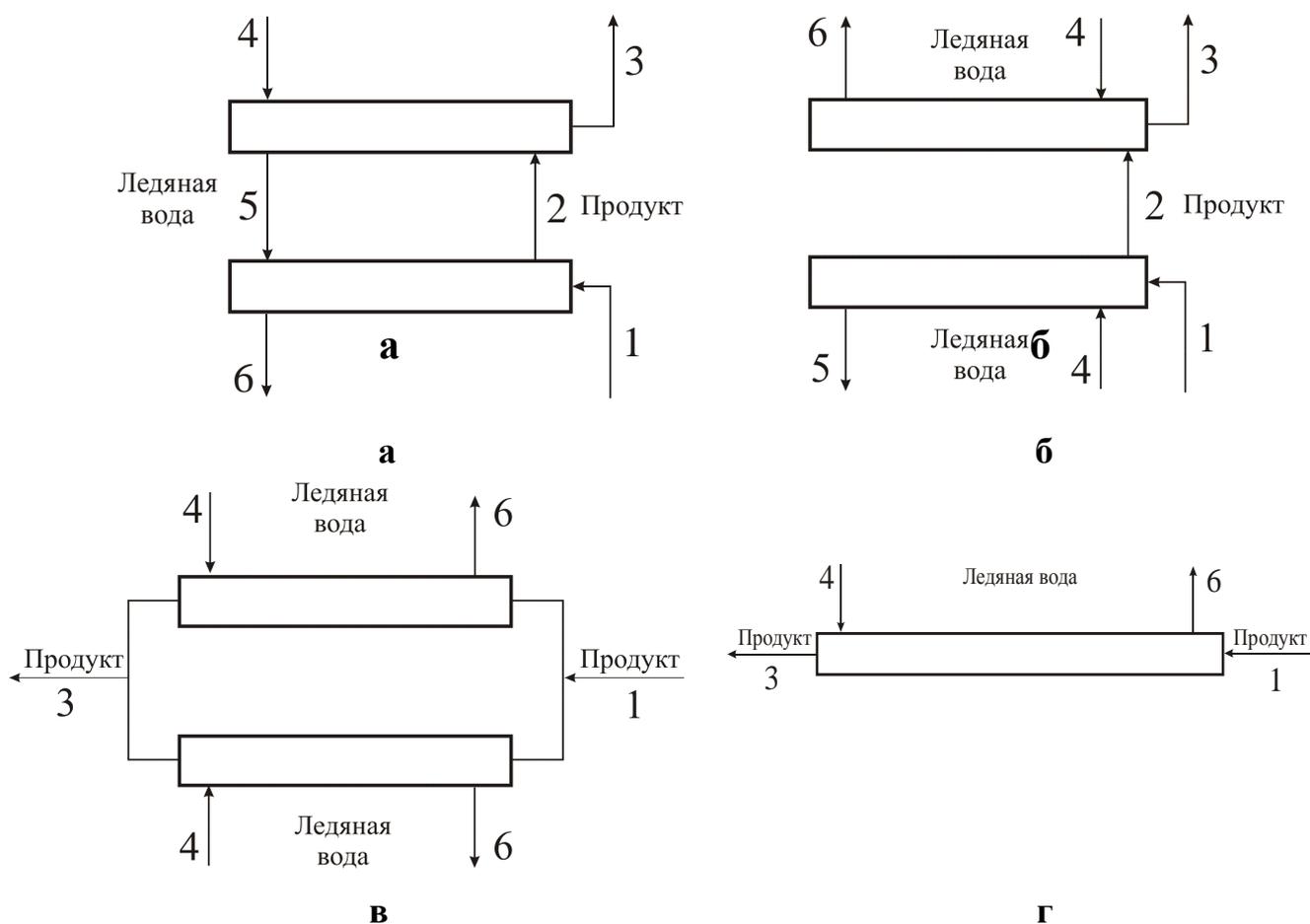


Рисунок 4 – Варианты подключения теплообменников:

а – последовательное подключение теплообменников как по продукту, так и по ледяной воде; *б* – последовательное подключение теплообменников по продукту и параллельное по ледяной воде; *в* – параллельное подключения теплообменников как по продукту, так и по ледяной воде; *г* – теплообменник увеличенной длины;

1, 2, 3, 4, 5, 6 – точки расчета температур (табл. 4)

Исследование схем объединения теплообменников в одну установку. При объединении двух теплообменников в установку для термической обработки возможны несколько вариантов подключения взаимодействующих сред (рис. 4). В качестве критерия при выборе рациональной схемы подключения используем конечную температуру продукта. Для установок охлаждения она должна быть минимальна.

Результаты расчетов (табл. 4) показывают, что при объединении нескольких теплообменников в одну установку целесообразно их подключать последовательно по продукту. Подачу тепло- или хладоносителя можно организовать как последовательно, так и параллельно. На практике параллельная подача более предпочтительна, так как значительно снижается нагрузка на циркуляционный насос. Эффективность такого подсоединения практически такая же, как и простое увеличение длины теплообменника. Вместе с тем следует понимать, что основную стоимость в конструкции обуславливают именно переходные фланцы, поэтому при конструировании следует стремиться к наибольшей возможной длине устройства.

Таблица 4 – Расчет конечных температур для различных схем подключения 2 теплообменников в установку, °С

Схема подключения	Точки расчета температур, °С					
	1	2	3	4	5	6
Экспериментальные данные* (схема рисунков 4, а)	16,30	7,10	3,90	3,00	4,10	7,70
Расчет (рис. 4, а)	16,30	7,82	4,80	3,00	4,12	7,36
Расчет (рис. 4, б)	16,30	7,81	4,83	3,00	7,34	4,52
Расчет (рис. 4, в)	16,30	–	6,35	3,00	–	5,55
Расчет (рис. 4, г) теплообменник типа Я23–ОХА.01.00.00.000 оригинальный размер – длина 1,8 м	16,30	–	7,08	3,00	–	6,54
Расчет (рис. 4, г) длина 2 м	16,30	–	6,77	3,00	–	6,66
Расчет (рис. 4, г) длина 2,5 м	16,30	–	5,94	3,00	–	6,99
Расчет (рис. 4, г) длина 3 м	16,30	–	5,55	3,00	–	7,15
Расчет (рис. 4, г) длина 3,6 м	16,30	–	4,81	3,00	–	7,44
Расчет (рис. 4, г) длина 4 м	16,30	–	4,23	3,00	–	7,66

* Экспериментальные данные получены для второй ступени установки для охлаждения молока в ходе предварительных испытаний «Комплекс оборудования для охлаждения молока Я23–ОХА», расход охлаждаемой среды – 0,291 л/с, расход ледяной воды – 0,768. При параллельном распределении производительность по охлаждаемой среде составляет 0,146 л/с, по ледяной воде – 0,576 л/с.

Заключение. Проведенные на основании ортогонального рототабельного плана 2³ исследования выявили, что при увеличении зазора и

температуры охлаждающей жидкости конечная температура охлаждаемой жидкости возрастает. Увеличение кратности приводит к снижению температуры охлаждаемой жидкости. Зависимость гидравлического сопротивления от величины зазора носит ярко выраженный обратный характер. Зависимость гидравлического сопротивления от кратности подачи хладоносителя линейная, корреляция между этими переменными положительная. Полученные уравнения регрессии позволили определить оптимальные параметры работы. При желаемой величине конечной температуры 4 °С зазор между трубами 2,3 мм, кратность охлаждающей жидкости 4, температура охлаждающей жидкости 0,7 °С, расчетное гидравлическое сопротивление 15 кПа. Исследования показали, что при объединении нескольких теплообменников в одну установку целесообразно их подключать последовательно по продукту.

Литература

1. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг – М.: Наука, 1974. – 712 с.
2. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе - М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.
3. Shah, R. K. TN Report of Harrison Radiator Division, General Motors Co., 1976.
4. Приближенное решение операторных уравнений / М. А. Красносельский [и др.]. – М.: Наука, 1969. – 455 с.
5. Дымар, О.В. Методика теплового и гидравлического расчета коаксиальных теплообменных аппаратов / О.В. Дымар, В.А. Бабенко // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. научн. тр. / РУП «Институт мясо–молочной промышленности», Минск, 2007. – с. 151–161.

O. Dymar

RESEARCH OF INFLUENCE OF DESIGN DATA ON AN OVERALL PERFORMANCE OF COAXIAL HEAT EXCHANGERS

Summary

In work results of research of influence of design data on an overall performance of coaxial heat exchangers are resulted. The carried out experimental and theoretical researches have revealed, that the increase in a backlash and temperature of a cooling liquid leads to growth of final temperature of a

cooled liquid. The frequency rate increase leads to decrease in temperature of a cooled liquid. Dependence of hydraulic resistance on backlash size has strongly pronounced return character. Dependence of hydraulic resistance on frequency rate of giving linear, correlation between these variables the positive. The received equations of regress have allowed to define optimum parameters of work. At desirable size of final temperature $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – a backlash between pipes of 2,3 mm, frequency rate of a cooling liquid 4, temperature of a cooling liquid $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, settlement hydraulic resistance 15 kPa. The executed calculations have shown, that at association of several heat exchangers in one installation it is expedient to connect them consistently on a product.

*М.Л. Климова, Т.А. Савельева, к.в.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПОРТНОЙ ДОМИНАНТЫ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрена совокупность вопросов, направленных на усовершенствование параметров качества продукции животноводства с целью определения условий получения исходного сырья для молокоперерабатывающей промышленности на качественно более высокий организационный и эффективный уровень развития, что, в свою очередь, будет способствовать развитию экспортной доминанты в отрасли.

Молочная промышленность Республики Беларусь достигла такого уровня, когда экспорто-ориентированная направленность приобретает приоритетное значение, в этой связи промышленная политика молокоперерабатывающих предприятий должна быть нацеленной на создание мощного индустриального комплекса, способного обеспечивать завоевание и удержание отдельных «ниш», сбытовой диферсификации на внутреннем и мировом рынке молока и продуктов на его основе.

Учитывая, что внутренний рынок на молоко и продукты на его основе стабилизировался, дальнейший прирост производства молока должен формировать экспортную конъюнктуру. Для обеспечения дальнейшего роста присутствия на мировом рынке белорусских молокопродуктов они должны быть конкурентоспособными как по цене, так и по качеству.

Анализ показывает, что закупаемое на переработку в республике молоко сорта «экстра» и высшего сорта, из которого производится конкурентоспособная по качеству и безопасности молочная продукция, составляет в среднем 2 и 60% соответственно.

Повышение качества молока-сырья является одним из главных векторов дальнейшего развития отечественной отрасли молочного животноводства и расценивается в настоящее время как главное условие повышения конкурентоспособности перерабатывающей отрасли. Конкурентоспособность, экспортоориентированность и устойчивость развития молочной индустрии будут возможны только при условии соответствия

в качественном отношении выпускаемой продукции уровню и требованиям стран – экспортеров молока. Решение этой задачи невозможно без опоры на отечественную техническую и сырьевую базы, развитие которых должно соответствовать требованиям эффективного функционирования молочной индустрии на каждом этапе ее развития и учитывать долгосрочную политику развития производства.

Объемы переработки сырья в пересчете на молоко базисной жирности (3,6%) на молокоперерабатывающих предприятиях системы Минсельхозпрода Республики Беларусь за 2009 год по оперативным данным составили 5011 тыс. т, что выше 2008 года (4725,4 тыс. т) на 5,7% и выше 2001 года (3143,1 тыс. т) на 59,4%. За период 2001–2009 гг. объемы молока, поступившего на переработку, увеличились на 59,4%, однако в данный период качественные характеристики молока и его составных компонентов имели разнонаправленные тенденции развития. Так, наблюдался рост поступления молока высшего сорта с 2005 (удельный вес 46,5%) по 2008 год (удельный вес 61,2%), а в 2009 году этот показатель, напротив, снизился на 7,4%. Закупки молочного сырья 2-го сорта с 2002 года снижались, но в 2009 году увеличились до 5,3%, только по молоку 1-го сорта на 5,6% и сорту «экстра» на 0,3% (рис. 1).

По итогам 2009 года на переработку поступило 4736,7 тыс. т молока базисной жирности, процент охлажденного молока составил 92,2%, что на 4,4% выше уровня 2008 года.

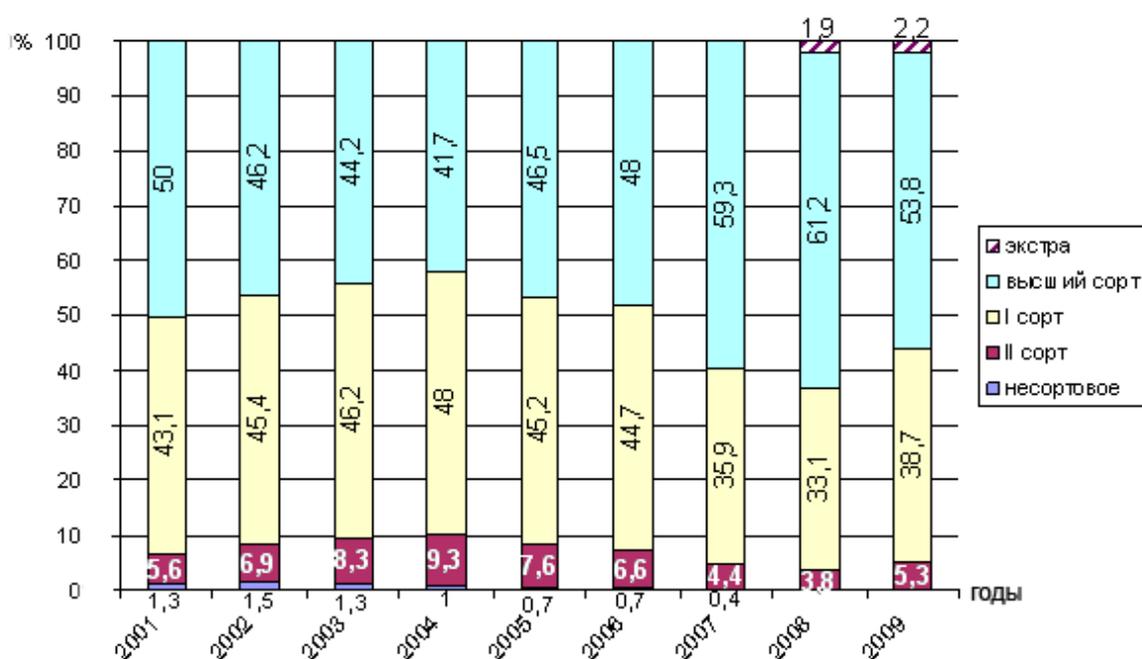


Рисунок 1 – Динамика показателей качества молока по сорту

Неконкурентоспособная как по качеству, так и по цене (учитывая дополнительные издержки заводов на технологическую доработку по сохранению качественных параметров) молочная продукция объясняется колебаниями состава и качественных параметров исходного молочного сырья.

В настоящее время одно из основных требований к поставщикам – стабильность качества и составляющих компонентов молока. Это значит, что во всех случаях качество и состав должно быть примерно одинаковое, потому что гарантированно стабильным должен быть состав и вкус конечного молочного продукта, поскольку сухие молочные продукты (основной экспортоориентированный продукт) сохраняют исходное соотношение компонентов.

Для перерабатывающей промышленности экономический эффект от повышения качества молока и стабильности его компонентов состоит в снижении расхода сырья для получения товарной продукции и получении ее дополнительных объемов, а для сельскохозяйственных производителей – в более высокой денежной выручке:

В сырьевых зонах, где преобладает более низкий уровень массовой доли белка в молоке (Могилевская – 2,99%, Гомельская – 3,01% при среднереспубликанском показателе – 3,02%), развитие сыроделия не является экономически целесообразным по сравнению с сыропригодными сырьевыми зонами.

Сырье с более высоким содержанием доли белка, как в Гродненской (3,04%), Минской (3,03%) областях, более востребовано в сыроделии, так как данное молоко должно обладать определенными свойствами сыропригодности. В то же время превышение белка в исходном сырье и, соответственно, в выпускаемых сырах приводит к недополучению товарной продукции по отношению с объемами выпуска сыров из того же количества молока, но с содержанием белка в соответствии со стандартами.

Аналогичная ситуация наблюдается и с жирностью молока: параметры наибольшего содержания характерны для Витебской области (3,70%) при массовой доле жира в целом по республике в 2008–2009 годах – 3,65%.

Вместе с тем по содержанию жира и белка Республика Беларусь уступает многим развитым странам, что отражается на конкурентоспособности конечного продукта, выводимого на мировой рынок.

Лидерами по высокому содержанию жира и белка в молоке являются Новая Зеландия, Финляндия, Швеция, Дания, Австралия, Австрия. В среднем по странам, входящим в Евросоюз, за октябрь 2009 года было поставлено на переработку молока с содержанием жира 4,04%, и содержанием белка 3,41%.

В этой связи необходимо создание в республике региональных специализированных зон с доминированием производства молока определенных параметров по жирности и белку, имеющих основной статус сырьевых зон для масло- и сыроделия с последующим развитием их в этом направлении.

Повышение анализируемых составляющих молока в специализированных зонах молочной индустрии достижимо путем совершенствования кормообеспечения и сбалансированности рационов, а также породного состава стада молочных коров и повышением уровня специализации производства.

При этом необходимо помнить, что специализация как способ реализации конкурентных преимуществ в большей степени стабильно-актуальна для сельскохозяйственного производства.

Для молокоперерабатывающей отрасли актуален баланс диверсификации и специализации в условиях резкого снижения цен на молочные продукты, нужна более активная политика по диверсификации производства и экспорта, что обеспечит снижение рисков. В условиях роста экспортных цен нужна более активная политика по специализации производства, что обеспечит конкурентоспособность на мировых рынках. Хотя имеется прогресс в продуктовой диверсификации производства и экспорта, ускоренный рост цен на сырье перевешивает, и диверсификация снижается.

В ближайшие годы перед животноводами и молочной промышленностью республики, для успешной конкуренции на мировом рынке молочной продукции и внешнеэкономической экспансии, стоит задача выйти большим объемом производимого в основном производственном секторе молока на уровень качества стран ЕС (сорт «экстра» в Беларуси).

В молочной отрасли именно в технологии доения, условиях охлаждения и транспортировки заключаются наибольшие резервы по обеспечению и сохранению качества молока и продуктов из него.

Чтобы в процессе доения, хранения и доставки на переработку сберечь молочное сырье с показателями высокого качества, необходимо учитывать ряд основных факторов, влияющих на изменение качества молочного сырья:

1. Эксплуатационно-технологические факторы:

- соблюдение технологических регламентов на выполнение основных процессов производства молока, включая доение и охлаждение, приготовление и раздачу кормов, удаление и утилизацию навоза;
- техническое совершенство и техническое состояние технологического оборудования, в первую очередь доильного и холодильного;
- эффективность эксплуатации и технического обслуживания средств механизации-автоматизации процессов.

Проблема обновления и модернизации **доильного и холодильного оборудования** на нынешнем этапе развития животноводства становится очень важной задачей в молочном скотоводстве.

Сегодня уже просматривается тенденция, когда некоторые перерабатывающие предприятия повышают закупочную цену молока на 20-30%, если знают, что молоко производят на современном качественном оборудовании. Пока, правда, такой подход практикуется крайне редко. В общей картине поставок молочного сырья все осталось по-прежнему: как принимали молоко 15 лет назад, ориентируясь на показатели жирности и кислотности, так делают и сейчас. Вопросы улучшения качества, замены морально устаревшего доильного оборудования, применения современных моющих средств и прочее для большинства хозяйств не являются первоочередными.

Большую тревогу вызывает и техническое состояние работающих в хозяйствах машин и оборудования. В настоящее время созданная в прежние годы материально-техническая база молочного животноводства морально и физически устарела, что приводит к частым ремонтам и увеличению эксплуатационных затрат, нарушению рациональных режимов доения, снижению продуктивности животных.

В результате проведения реконструкции ферм и комплексов в республике в настоящее время предпочтение отдается беспривязному содержанию коров и доению их в доильных залах, оборудованных современными доильными установками. В Беларуси при привязном содержании скота наиболее распространенным является доение в стойлах в молокопровод. Соответствующим этой технологии оборудованием оснащено около 95% молочно-товарных ферм. Процессы доения выполняются, но некачественно. Устаревшее и изношенное оборудование в большей степени подвержено микробиальному загрязнению, так как нет возможности начисто промыть большое количество стыков и соединений. При этом часто используется не специальное промывочное средство, а привычная кальцинированная сода. Вымываемая при доении микробиальная флора увеличивается в геометрической прогрессии. В результате происходит разрушение и слипание жировых шариков, усиливается окисление, а качество продукта ухудшается.

Мировой опыт показывает, что наибольшую перспективу с точки зрения производительности доения, качества молока и сохранности дойного стада имеют автоматизированные установки для доения коров в зале, которые отличаются высокой производительностью и удобством обслуживания животных. Однако приобретать импортное оборудование такого типа затруднительно по причине его высокой стоимости.

Молоко после доения должно быть профильтровано и охлаждено в хозяйстве не позднее чем через 2 ч после дойки. От эффективности способа охлаждения напрямую зависит качество всей молочной продукции. Специалистами установлено, что если парное молоко охладить в течение получаса после дойки до 4 °С, оно будет храниться на 2–3 сут дольше. При этой температуре не развиваются микроорганизмы, вызывающие повышение кислотности и другие процессы, ведущие к быстрой порче молока. Только быстро охлажденное молоко пригодно по качеству для высокотехнологичных продуктов, таких как йогурты, детское питание и др.

Молоко от коровы поступает с температурой 37–39 °С и должно охлаждаться до 4 °С. Для быстрого охлаждения нужен мощный и дорогой компрессор: для охлаждения 1 т молока за один час требуется

36 кВт. Чтобы сэкономить, некоторые хозяйства применяют предварительное охлаждение противотоком холодной воды, за счет чего температура молока снижается до 18–20 °С. Например, для этого используются пластинчатые теплообменники. С помощью первичного охлаждения проточной водой в отечественных пластинчатых теплообменниках температура молока снижается до 8–9 °С, что позволяет в 2,5 раза снизить затраты электроэнергии.

2. Человеческий фактор – это в первую очередь уровень подготовки и ответственность операторов машинного доения, их добросовестность и честность в выполнении всех технологических операций при доении коров. Молоко не должно быть фальсифицированным. В молоке не допускается наличие ингибирующих веществ – моющих, дезинфицирующих, консервирующих веществ, а также соды.

3. Ветеринарный фактор – один из основополагающих при получении молока высокого качества. Это, в первую очередь, неукоснительное соблюдение общехозяйственных и ветеринарно–санитарных требований при выполнении технологического процесса получения молока, а также своевременное выявление больных маститом коров [Маститы – воспаление молочной железы (вымени) – сопровождаются снижением молочной продуктивности, увеличением количества бесплодных коров и их выбраковкой.], их строжайшая изоляция и лечение.

Анализ зарубежных научных публикаций свидетельствует о широком распространении маститов в странах с развитым молочным скотоводством. Так, в США заболевание коров маститами составляет около 43%, Англии – 39, Финляндии – до 20, Болгарии – 12–18, Польше – 15, в России – 25–30%. В Республике Беларусь маститы регистрируются у 17,5% животных, из них до 37% – субклинические, т.е. скрытые, «незамеченные». Суммарный годовой экономический ущерб в Англии составляет около 100 млн фунтов стерлингов, в Канаде – 700 млн долларов, в Германии – 45 млн евро. В Голландии ежегодно выбраковывают около 5% коров, из них 18% по причине маститов.

Снижение молочной продуктивности коров является ведущим звеном в сумме экономического ущерба, причиняемого маститами. Даже после успешного лечения у больного животного наблюдается гипоагалактия или агалактия пораженной доли вымени, уменьшение удоев прямо пропорционально тяжести поражения. Установлено, что потери мо-

лочной продуктивности в период заболевания составляют 47–62%, а натуральные потери молока на одну корову – в среднем 226,85 кг, или 4,53 кг/сут.

Молочное сырье, полученное от больных животных, не соответствует установленным санитарно–гигиеническим стандартам. Жирность молока из пораженной доли вымени снижается в среднем на 5–10%, уровень лактозы – на 10–20%, уменьшается также количество казеина, активность молочных ферментов, титруемая кислотность, увеличивается микробная обсемененность и содержание соматических клеток, ухудшается питательная ценность, снижается сортность молока. Такое молоко утрачивает технологические свойства и не件годно для промышленной переработки. Даже незначительная примесь молока, полученного от больного животного, к сборному молоку гарантирует нарушение технологического процесса изготовления сметаны, творога, кефира, а также приводит к появлению пороков указанных продуктов.

Маститное молоко может явиться причиной заболевания человека: возможно возникновение кожного дерматита, эндокардита, менингита, детских болезней, отравлений. По данным ВОЗ, ежегодно регистрируются миллионы случаев заболеваний среди людей, обусловленных потреблением сырого молока. Международный симпозиум по инфекционным заболеваниям животных в Варне проблему мастита коров по опасности для здоровья людей и убыточности для скотоводства определил как первостепенную.

Поэтому важным звеном в получении молочного сырья высокого качества является организация плановой системы мероприятий по борьбе с маститами, которая включает: кормление коров по индивидуально разработанным рационам, условия содержания, направленные на предупреждение травмирования и инфицирования вымени; генетическую селекцию животных, обладающих устойчивостью к заболеванию маститами, подбор коров, пригодных к машинному доению; строгое соблюдение технологии машинного доения, контроль режимов работы доильной установки (стабильный вакуум, частота пульсаций), регулярную обработку доильной аппаратуры и преддоильную санацию вымени; ежемесячное диагностическое обследование коров с применением экспресс-методов выявления маститов, своевременную изоляцию и лечение больных животных, контроль эффективности лечения, своевременную выбраковку

из стада не подающихся лечению и часто болеющих коров, постоянный контроль содержания соматических клеток в сборном молоке и его микробной обсемененности.

Значимой составной частью системы обеспечения качества продукции в любом пищевом производстве является производственная гигиена. Лидерство на рынке ведущих производителей молочных продуктов – это результат многих факторов, к важнейшим из которых относятся следующие: соответствие жестким международным и белорусским стандартам в области гигиены производства молочного сырья, использование современных методов мойки и очистки технологического оборудования, уборка производственных помещений, строгое соблюдение персоналом норм гигиены. Так, вход посторонних лиц на территорию молокопроизводящего предприятия ограничен и осуществляется через санитарный пропускник с обязательной заменой верхней одежды и обуви на спец-одежду и спецобувь, специальный транспорт пропускают только через постоянно действующий дезбарьер. На животноводческих предприятиях (в коровниках, на прифермских территориях и выгульных площадках) организуется проведение комплекса санитарных работ – механическая очистка и мойка, санитарный ремонт ограждений, станков, боксов, клеток, дезинфекция, побелка и др.

Обязательным условием получения безопасного молочного сырья является соблюдение принципа «все свободно – все занято» на всех молочно-товарных фермах и комплексах с санацией помещений в течение 2–3 дней.

Пренебрежительное отношение к санитарно-гигиеническому состоянию на предприятии практически всегда имеет крайне нежелательные последствия, ведущие к значительным потерям. Более того, несоответствие молочной продукции установленным санитарно-гигиеническим стандартам может нанести вред здоровью потребителей.

4. Соблюдение условий транспортировки, сдачи-приемки, временного хранения молочного сырья.

Особое внимание должно уделяться эффективной и регулярной мойке, очистке и дезинфекции оборудования, молокохранительных танкеров, посуды, тары, транспортных средств и т.п. Указанные процессы должны обеспечивать в первую очередь безопасность изготавливаемой продукции, предотвращать возможность ее загрязнения извне. С этой

целью применяют экологически безопасные реагенты, в состав которых входят действующие вещества, разрешенные для контакта с пищевым оборудованием. Основные критерии выбора дезинфектанта – безопасность и эффективность.

После доения коров полученное сырое молоко должно быть охлаждено в течение 2 ч до температуры 4 °С и отправлено на молокоперерабатывающие предприятия. В случае, если перевозка сырого молока невозможна, в условиях сельскохозяйственного предприятия организуется его временное хранение в молокохранительных танкерах, изготовленных из карбоустойчивых (разрешенных для контакта с молочными продуктами) материалов и обеспечивающих температуру хранения не выше 4 °С. Во время перевозки охлажденного сырого молока на молокоперерабатывающие предприятия рекомендуется поддержание температуры продукта не выше 10 °С. Такие условия обеспечиваются холодильными установками, которыми должны быть укомплектованы транспортные средства.

Соблюдение ветеринарно-санитарных и санитарно-гигиенических требований к состоянию оборудования на предприятиях-изготовителях сырого молока, транспортировке, временному хранению молочного сырья позволит производить качественный и безопасный продукт, востребованный как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Выводы

Перспективными направлениями развития молочной промышленности являются следующие: повышение качества животноводческого сырья до уровня стран ЕС, максимальное использование всех его компонентов с развитием специализированных сырьевых зон с доминированием производства молока определенных параметров по жирности и белку и имеющих основной статус сырьевых зон для маслоделия и сыроделия, регулирование пород скота в зонах сыро- и маслоделия.

Необходима ежедневная планомерная работа с поставщиками сырья в направлении улучшения микробиологических показателей качества молока, улучшения санитарно-гигиенических условий его получения.

Вышеназванные меры будут способствовать улучшению качества молока и повышению конкурентоспособности и внешнеэкономической экспансии молочной промышленности Республики Беларусь на мировом пространстве.

M. Klimava, T. Savelyeva

**QUALITY OF PRODUCTION OF ANIMAL INDUSTRIES AS THE
FACTOR OF SUPPORT OF THE EXPORT DOMINANT OF THE
DAIRY INDUSTRY**

Summary

Set of the questions directed on improvement of parametres of quality of production of animal industries for the purpose of a conclusion of conditions of reception of initial raw materials for the dairy industry on qualitatively higher organizational and effective level of development is considered, that in turn, will assist development of an export dominant in branch

*С.Л. Василенко, к.б.н., Н.И. Петрушеня, Н.Н. Фурик, к.т.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ БАКТЕРИЙ р. LACTOBACILLUS ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОКОНСЕРВАНТА НА ИХ ОСНОВЕ

Анализ физиолого-биохимических особенностей бактерий р. Lactobacillus позволил разработать критерии отбора микроорганизмов для создания с их использованием консорциумов для биологического консерванта для силосования. Выбраны перспективные для использования в составе биоконсерванта «Биоплант» штаммы Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei, удовлетворяющие разработанным критериям отбора.

Введение. В настоящее время важнейшей проблемой сельскохозяйственной науки и практики является сокращение потерь питательных веществ при консервировании зеленых растений и получение из них кормов, незначительно отличающихся по кормовым достоинствам от исходного сырья, пригодных для длительного хранения без значительных потерь питательных веществ и снижения качества [1].

В последние годы наряду с применением химических консервантов, ингибирующих ферментацию в силосуемой массе, ведется поиск новых экологически чистых, безвредных, простых в обращении добавок, которые регулируют и стимулируют микробиологические процессы, протекающие при силосовании кормов. Большой интерес в этом отношении представляют биологические препараты на основе молочнокислых бактерий, поскольку именно данные микроорганизмы за счет молочнокислого брожения наиболее эффективно трансформируют углеводы из растительной массы в молочную кислоту [2].

Спектр биоконсервантов, представленный на белорусском рынке, весьма ограничен [3]. Как видно из табл. 1, в Республике Беларусь производятся только четыре вида биологического консерванта, причем только в жидкой форме, все сухие биоконсерванты импортируются. Таким образом, создание нового биологического консерванта на основе молочнокислых микроорганизмов является актуальной задачей, поскольку

ку позволит сократить ввоз импортных аналогов и заготавливать силос с высокой концентрацией питательных веществ.

Таблица 1 – Биоконсерванты, зарегистрированные в Республике Беларусь

Биоконсервант	Фирма-изготовитель	Микроорганизмы, входящие в состав биоконсерванта	Форма выпуска
Лаксил	Институт микробиологии НАН Беларуси	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Жидкий
Силлактим	Институт микробиологии НАН Беларуси	<i>Lactobacillus sp.</i>	Жидкий
Лактофлор	Витебская биофабрика	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactococcus lactis ssp.</i>	Жидкий
Биоконсервант для силосования растительной массы (ТУ РБ 00028493.476–99)	РУП «Институт мясомолочной промышленности»	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactococcus lactis ssp.</i>	Жидкий
Биотроф (закваска)	ООО «Биотроф», Россия	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Жидкий
Биомакс 5	«Христиан Хансен», Дания	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Сухой
BonSilage	Schaumann, Германия	<i>Lactobacillus ramnosus</i> , <i>Enterococcus faecium</i>	Сухой
Bio–Sil	EPER Tech., Германия	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Сухой
Микробелсил	«Медиофарм», Словакия	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Enterococcus faecium</i>	Сухой

Цель работы – разработка критериев селекции микроорганизмов для биоконсерванта, обеспечивающего оптимальное соотношение органических кислот и высокую сохранность питательных веществ при заготовке растительных кормов.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись штаммы лактобацилл (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei*), из которых 10 штаммов из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий (364 LA–AVF, 2389 TL–AV, 1186 LA–AVF, 1190 ML–AF, 2593 ML–AF, 1964 ML–F, 1180 ML–OF, 1157 ML–AF, 1188 ML–OF, 1189 ML) и 29 штаммов лактобацилл, предназначенных для пополнения коллекции (a1, a4, a9, a12, a16, a11, a14, pl 1, pl 2, pl 3, pl 4, pl 5, pl 6, pl 7, pl 8, pl 9, pl 10, pl 12, pl 14, pl 15, pl 16, pl 21, pl 22, pl 27, pl 30/2, cas3, cas4/1, cas4/2, cas 6).

Культивирование микроорганизмов осуществляли в MRS-среде [4], содержащей 0,15% агара (в пробирках) и 1,5% агара (в чашках Петри). Инкубировали в термостате при 32 ± 2 °С (для мезофильных лактобацилл) и при 37 ± 2 °С (для термофильных лактобацилл).

Измерение pH проводили по ГОСТ 26781–85.

Для определения антагонистической активности бактерий использовали метод отсроченного антагонизма. Для этого на поверхность агаризованной MRS-среды в чашке Петри штрихом высевали испытуемый штамм бактерий, который инкубировали в течении 24 ч при 37 °С, после чего перпендикулярным штрихом наносили (16±2)-часовые тест-культуры условно-патогенных микроорганизмов (*Escherichia coli*) и/или маслянокислых микроорганизмов (*Clostridium tyrobutyricum*), которые инкубировали в термостате в течении 48 ч. Об уровне антагонистической активности исследуемых штаммов судили по зонам задержки роста тест-культур [5].

Способность бактерий расти при различной pH-среде определяли следующим образом. Бактериальные культуры лактобацилл выращивали в течении 16±2 ч в среде MRS, после чего по 100 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды MRS с pH 3,8, 4,0 и 4,2. Инкубировали в течении 48–72 ч при оптимальной температуре.

Для определения осмолоерантности по 30 г измельченного растительного материала помещали в 2 стерильные емкости и заливали 100 мл 10%-ным раствором хлорида калия с добавлением 0,5–1% сахарозы (для имитации провяливания массы до содержания 45% сухого вещества). В одну емкость добавляли 3% (16±2)-часовой культуры исследуемых микроорганизмов, вторая – контрольная. Сразу после внесения бактериальной культуры и через 24 ч инкубирования при 28 ± 2 °С измеряли pH полученной суспензии. Эффективность штаммов молочнокислых бактерий оценивали по разнице активной кислотности между опытом и контролем [6].

Результаты и их обсуждение. Силосование – это биологический способ консервирования кормов растительного происхождения, в основе которого лежит процесс молочнокислого брожения. Получаемый в результате высококачественный корм пригоден для длительного хранения без значительных потерь питательных веществ и снижения качества. Обогащение растительной массы специально подобранными культурами

молочнокислых бактерий создает в силосе благоприятную для его хранения активную кислотность, вызывает быстрое накопление молочной кислоты и обеспечивает низкое содержание летучих кислот.

Анализ литературных данных свидетельствует, что в последние годы для силосования кормов в качестве консервантов все активнее применяют сухие биоконсерванты [1–3]. Микроорганизмы, используемые в биоконсервантах, относятся к разным видам молочнокислых бактерий, но в основном – к лактобациллам.

Одной из особенностей лактобацилл является наличие антагонистической активности к маслянокислым, спорообразующим бактериям и бактериям группы кишечной палочки (БГКП).

Известно, что из общего количества эпифитной микрофлоры на зеленых кормах молочнокислые бактерии составляют только 0,5–0,7%, а подавляющее большинство микроорганизмов представлено технически вредной флорой, в первую очередь клостридиями и бактериями *E. coli*. При разработке консорциума молочнокислых микроорганизмов для нового биоконсерванта «Биоплант» особое внимание уделено штаммам, обладающим высокой степенью ингибирования роста возбудителей маслянокислого брожения, поскольку споры из силоса вместе с частицами корма зачастую попадают в молоко. При производстве ферментированных молочных продуктов, в частности сыров, некоторые виды маслянокислых бактерий (*Clostridium tyrobutyricum*) при определенных условиях могут размножаться до конца созревания, вызывая пороки вкуса, рисунка, консистенции, цвета и внешнего вида. Спорами маслянокислых бактерий может быть загрязнен любой ферментированный корм. Размножение в силосе маслянокислых бактерий сопровождается снижением его кормовой ценности: если при сбраживании углеводов молочнокислыми бактериями потери энергии составляют 4%, то при *Clostridium tyrobutyricum* они повышаются до 24%.

При изучении антагонистической активности лактобацилл к бактериям *Clostridium tyrobutyricum* (табл. 2) установлено, что наибольшим уровнем антагонистической активности в отношении клостридий обладали штаммы 1186 LA–AVF, a12, pl 5, 2593 ML–AF, 1964 ML–F, 1157 ML–AF, pl 30/2, 1180 ML–OF, cas3, cas4/2, 1188ML–OF, 1189 ML, при этом зона задержки роста маслянокислых микроорганизмов составила 6–7 мм, а, размер зоны задержки роста бактерий *E. coli* варьировал от

3 мм (для штамма 2389 TL-AV, обладающего наименьшей антагонистической активностью) до 16 мм (для штаммов pl 3, 1157 ML-AF, 2593 ML-AF, обладающих максимальной антагонистической активностью в отношении БГКП). Следует отметить, что 49,7% штаммов исследованных лактобацилл проявляли высокий уровень антагонизма в отношении БГКП.

Таблица 2 – Изучение антагонистической активности бактерий р. *Lactobacillus*

Культура	Штамм	Размер зоны задержки роста, мм	
		<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	364 LA-AVF	5	7
	1186 LA-AVF	6	9
	a1	5	5
	a4	4	6
	a9	4	5
	a11	4	8
	a12	6	8
	a16	5	6
	a14	2	6
<i>Lactobacillus helveticus</i>	2389 TL-AV	2	3
<i>Lactobacillus plantarum</i>	pl 1	3	12
	pl 2	4	10
	pl 3	4	16
	pl 4	5	9
	pl 5	6	15
	pl 6	3	9
	pl 7	5	9
	pl 8	3	8
	pl 10	5	10
	pl 12	3	10
	pl 14	5	6
	pl 15	3	10
	pl 16	3	6
	pl 21	5	9
	pl 22	7	15
	1190 ML-AF	5	15
	2593 ML-AF	7	16
	pl 27	5	4
	1964 ML-F	7	6
	1157 ML-AF	7	16
	pl 30/2	7	6
	pl 9	5	7
	1180 ML-OF	6	15
	<i>Lactobacillus casei</i>	cas3	6
cas4/1		5	6
cas4/2		6	10
1188ML-OF		7	9
1189 ML		6	8
cas6		5	7

Еще одной особенностью лактобацилл является их устойчивость к высокому содержанию солей [7]. Особой популярностью пользуются препараты, созданные на основе гомоферментативных осмоотолерантных штаммов молочнокислых бактерий, способных активно размножаться и функционировать при повышенной водоудерживающей силе растительных клеток. К настоящему времени их высокая эффективность доказана как научными исследованиями, так и производственными испытаниями [8–12]. При силосовании трав с высоким содержанием сухого вещества (30–45%) молочнокислое брожение протекает слабо из-за дефицита осмоотолерантных штаммов молочнокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры. Поэтому эффект от использования биологических консервантов, содержащих осмоотолерантные штаммы молочнокислых бактерий, за счет сокращения в 1,5–2,0 раза потерь питательных веществ и повышения на 15–20% энергетической питательности сухого вещества существенно увеличивается.

При изучении осмоотолерантности лактобацилл установлено, что при культивировании штаммов лактобацилл с добавлением 10%-ного раствора KCl разница активной кислотности за 24 ч культивирования варьировала от 1,03 (для штамма p1 15) до 2,25 (для штамма 2593 ML-AF). При этом 54% штаммов обладали средним уровнем осмоотолерантности (изменение рН составило от 1,50 до 1,79) и 33% высоким уровнем осмоотолерантности (изменение рН – более 1,80) (табл. 3) [13, 14].

Известно, что размножение маслянокислых микроорганизмов прекращается при снижении активной кислотности в силосе до 4,2 и ниже. Как видно из табл. 3, все исследуемые нами штаммы способны активно развиваться в среде с указанной кислотностью.

Таким образом, для дальнейшего изучения с целью составления консорциумов для использования в составе биоконсерванта «Биоплант» были выбраны штаммы *Lactobacillus acidophilus* (a12, 1186 LA-AVF), *Lactobacillus plantarum* (2593 ML-AF, 1157 ML-AF, 1180 ML-OF) и *Lactobacillus casei* (cas3, 1188 ML-OF), которые обладали высоким уровнем антагонистической активности по отношению к технически вредной микрофлоре, а также максимальной осмоотолерантностью среди микроорганизмов своего вида (табл. 2, 3).

Таблица 3 – Изучение осмотолерантности бактерий р. *Lactobacillus*

Культура	Штамм	Изменение pH среды при культивировании с 10%-ного раствора KCl	Рост в среде с pH		
			4,2	4,0	3,8
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	364 LA–AVF	1,75	+	+	+
	1186 LA–AVF	1,91	+	+	+
	a1	1,50	+	+	+
	a4	1,52	+	+	+
	a9	1,51	+	+	+
	a11	1,63	+	+	+
	a12	1,97	+	+	+
	a16	1,80	+	+	+
	a14	1,41	+	+	+
<i>Lactobacillus helveticus</i>	2389 TL–AV	1,84	+	+	+
<i>Lactobacillus plantarum</i>	pl 1	1,81	+	+	+
	pl 2	1,67	+	+	+
	pl 3	1,79	+	+	+
	pl 4	1,69	+	+	+
	pl 5	1,76	+	+	+
	pl 6	1,71	+	+	+
	pl 7	1,67	+	+	+
	pl 8	1,90	+	+	+
	pl 10	1,77	+	+	+
	pl 12	1,74	+	+	+
	pl 14	1,7	+	+	+
	pl 15	1,03	+	+	+
	pl 16	1,69	+	+	+
	pl 21	1,63	+	+	+
	pl 22	1,31	+	+	+
	1190 ML–AF	1,84	+	+	+
	2593 ML–AF	2,25	+	+	+
	pl 27	1,55	+	+	+
	1964 ML–F	1,05	+	+	+
	1157 ML–AF	2,20	+	+	+
pl 30/2	1,07	+	+	+	
pl 9	1,68	+	+	+	
1180 ML–OF	2,24	+	+	+	
<i>Lactobacillus casei</i>	cas3	1,61	+	+	+
	cas4/1	1,82	+	+	+
	cas4/2	1,90	+	+	+
	1188ML–OF	1,93	+	+	+
	1189 ML	1,77	+	+	+
	cas6	1,55	+	+	+

В ходе выполнения работы разработаны критерии отбора микроорганизмов для создания с их использованием консорциумов для биологического консерванта для силосования. Штаммы должны:

- обладать выраженной антагонистической активностью к условно-патогенной и технически вредной микрофлоре;
- являться осмоотолерантными (способными активно размножаться при повышенной водоудерживающей силе растительных клеток);
- стимулировать естественный процесс молочного брожения с образованием молочной кислоты, снижая рН силоса до 4,2–4,0.

Заключение. В результате проведенных исследований разработаны критерии отбора микроорганизмов в состав биоконсерванта. Выбраны штаммы, перспективные для силосования растительной массы, для использования в составе биоконсерванта «Биоплант»: *Lactobacillus acidophilus* (a12, 1186 LA-AVF), *Lactobacillus plantarum* (2593 ML-AF, 1157 ML-AF, 1180 ML-OF) и *Lactobacillus casei* (cas3, 1188 ML-OF), обладающие высоким уровнем антагонистической активности по отношению к технически вредной микрофлоре, максимальной осмоотолерантностью среди микроорганизмов своего вида и удовлетворяющие разработанным критериям отбора.

Литература

1. Попков, Н.А. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков, Н.А. Фисинин [и др.]. – Минск, 2005. – с. 8.
2. McDonald, P. The biochemistry of silage / P. McDonald. – Toronto, 1985. – с. 18–45.
3. Романюк, Г. Консерванты при силосовании кормов / Г. Романюк // «Белорусская нива». – 2008. – 10 окт. – С. 5.
4. 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.
5. Гудков, А.В. Взаимодействие молочнокислых палочек и маслянокислых бактерий, вызывающих порчу сыра / А.В. Гудков, К.П. Алексеева // Молочная промышленность. – 1970. – № 1. – С. 25.
6. Способ определения эффективности препаратов молочнокислых бактерий при силосовании провяленных трав: пат. № 2173060 Респ. Беларусь, RU, С2 А23 К3/02. / Победнов, Ф. Вайсбах; заявитель Победнов Ю.А. заявл. 01.12.1998; опубл. 10.09.2001г. – С. 4.
7. Hammes, W. P. The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. / W.P. Hammes, N. Weiss, W. Holzapfel // The Prokaryotes. / A. Balows,

H.G. Troper, M. Dworkin, W. Harder, K.-H. Schleifer (Eds.), – New York, 1992. – P. 1535–1594.

8. Jones, B.A. Influence of bacterial inoculant and substrate addition to lucerne ensiled at different dry matter contents / B.A. Jones, L.D. Satter, R.E. Muck // *Grass Forage Sci.* – 1992. – Vol. 47. – P. 19–27.

9. Kung, L. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage / L. Kung, N.K. Ranjit // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84. – P. 1149–1155.

10. Банникова, Н.А. Микробиологические основы молочного производства / Н.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина // М. – 1987. С. 148–157.

11. Фурик, Н.Н. Определение оптимальных условий культивирования *Lactobacillus helveticus* / Н.Н. Фурик, Е.В. Калиновская // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы междунар. науч. конф. ГНУ «Институт микробиологии», Минск, 2008. – С. 45–48.

12. Егоров, Н.С. Взаимоотношения микроорганизмов в естественных условиях / Егоров Н.С. – М.. 1978. – С. 322.

13. Петрушеня, Н.И. Критерии отбора молочнокислых бактерий для нового биоконсерванта «Биоплант» / Н.И. Петрушеня // Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов: сб. тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2008. – С.133–135.

14. Петрушеня, Н.И. Подбор оптимального консорциума молочнокислых бактерий для создания нового биологического консерванта / Н.И. Петрушеня // Техника и технология пищевых производств: сб. тр., VI Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, – Могилев, 2008. – С. 124–125.

S. Vasylenko, N. Petrushenia, N. Furik

**APPLICATION OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL
FEATURES OF *LACTOBACILLUS*
FOR BIOCONSERVANT CREATING**

Summery

Analysis of physiological and biochemical features of *Lactobacillus* allowed to develop the criterions of microorganism choice for biological conserving agent creating. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei* were selected on developing criterions and used in bioconservant «Bioplant».

Л.Л. Богданова¹, С.Л. Василенко¹, Д.П. Бажанов², К.К. Яцевич², Н.И. Петрушеня¹, Л.В. Сафроненко³

¹РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,

²ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

³Министерство сельского хозяйства и продовольствия

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЦЕННЫХ СВОЙСТВ

*Из различных молочных продуктов выделено 24 штамма пропионовокислых бактерий, изучены их морфологические и физиолого-биохимические особенности. Установлена таксономическая принадлежность бактериальных культур, из которых 3 штамма определены как *Propionibacterium freudenreichii*. Принадлежность штамма Pr 106 к виду *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* подтверждена на основании определения сходства нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК и их филогенетического анализа. Изучены производственно-ценные, медико-биологические свойства и антибиотикоустойчивость трех штаммов *Propionibacterium freudenreichii*.*

Введение. Пропионовокислые бактерии – аэротолерантные анаэробные микроорганизмы, которые широко используются в различных отраслях АПК, в частности, для получения пропионовой кислоты, используемой в пищевой промышленности и сельском хозяйстве в качестве антисептика, витамина В₁₂ (являются его активными продуцентами) и в составе бактериальных концентратов для производства твердых и полутвердых сыров с высокой и средней температурой второго нагревания (типа Маасдам, Радамер, Швейцарский). Наиболее часто в составе бактериальных концентратов для производства сыров используют штаммы *Propionibacterium freudenreichii* ssp., которые ферментируют молочную кислоту, образованную молочнокислыми бактериями в процессе сбраживания лактозы, в пропионовую и уксусную кислоты, пролин и диоксид углерода. Эти вещества придают сырам острый вкус, а образующийся в процессе брожения диоксид углерода формирует рисунок сыра [1].

Пропионовокислые бактерии обладают уникальными иммуностимулирующими и антимуtagenными свойствами, они приживаются в ки-

шечнике человека, стимулируют рост собственных лакто- и бифидобактерий и способны к снижению мутагенного действия ряда химических соединений и ультрафиолетовых лучей [2]. Под влиянием пропионово-кислых бактерий и их антигенов заметно повышается противовирусная и антибактериальная защита организма, так как они синтезируют широкий спектр антибактериальных компонентов активных в отношении энтеробактерий, анаэробных микроорганизмов, грибов [3-5]. Поэтому в последние годы для увеличения профилактического, оздоровительного воздействия кисломолочных продуктов на организм человека для ферментации молочного сырья стали использовать консорциумы пробиотических микроорганизмов, в состав которых кроме лакто- и бифидобактерий введены и штаммы пропионовокислых бактерий [6].

Целью данного исследования являлось выделение промышленно-ценных штаммов пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii* ssp., в связи с чем последовательно решали следующие задачи: выделение штаммов пропионовокислых микроорганизмов; изучение физиолого-биохимических, производственно-ценных и медико-биологических свойств выделенных штаммов, необходимых для использования культур в составе БК, применяемых для ферментации молока.

Материалы и методы. Объект исследования. 24 культуры бактерий рода *Propionibacterium*, выделенные из молока, молочной сыворотки и молочных продуктов.

Среды и реактивы. В работе использовали коммерческую среду ГМС (по ТУ 10-02-02-789.192), MRS-среду [4] и ее модификации – mMRS [8], MRS+1% фруктозы, MRS+2% фруктозы, MRS+2% дрожжевого экстракта, MRS+1% мальтозы, MRS+2% мальтозы [9], лактатную среду – стандартную [10] и модифицированную (молочная кислота заменена на L-лактат кальция), тиогликолевую среду (по ТУ 9398-040-78095326) и среду МСА [11].

Агаризованные среды содержали 0,15% агара (полужидкая, для инкубирования бактерий в пробирках) или 1,5% агара (плотная, для выращивания микроорганизмов на поверхности чашек Петри).

Для приготовления физиологического раствора в 1000 см³ дистиллированной воды растворяли 8,5 г хлористого натрия. Стерилизовали при (121±1)°С в течение 20 мин.

Основные методы исследования. *Культивирование бактерий* проводили в термостате при $32\pm 2^\circ\text{C}$.

Для создания анаэробных условий использовали анаэростат GENbox Jar7L REF96128 и генератор анаэробных условий GENbox anaer (BIOMERIEUX, Франция).

Выделение исходных культур пропионовокислых бактерий проводили из молока, молочной сыворотки и молочных продуктов, взятых для исследований у населения, реализующего продукцию собственного производства, на рынках г. Минска (Комаровском рынке, Чижовском рынке, ТД «Ждановичи»).

Чистые культуры получали путем трехкратного рассева исходных культур до получения изолированных колоний на агаризованной среде ГМС.

Определение грампринадлежности проводили согласно [12].

Определение наличия каталазы проводили согласно [13].

Определение способности бактерий ферментировать углеводы. Бактериальные культуры выращивали в течение 16 ± 2 ч, после чего 100 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды ГМС, где единственным источником углерода и энергии являлся исследуемый углевод. В качестве индикатора использовали бромкрезоловый пурпурный в концентрации 0,02%. Инкубировали в течение 5–7 сут.

Устойчивость штаммов к химическим агентам – NaCl, желчи определяли путем внесения 100 мкл 16 ± 2 ч бактериальных культур, выращенных в ГМС-среде, в ту же среду, содержащую исследуемое вещество в определенной концентрации. Инкубировали в течение трех-пяти суток.

Определение антагонистической активности бактерий. Использовали метод отсроченного антагонизма. Для этого на поверхность агаризованной ГМС -среды в чашке Петри штрихом высевали испытуемый штамм бактерий, инкубировали в течение 48 ч при 37°C , после чего перпендикулярным штрихом наносили 16 ± 2 часовые тест-культуры условно-патогенных (*Escherichia coli*) и технически-вредных микроорганизмов (маслянокислых бактерий *Clostridium tyrobutyricum*), инкубировали в термостате в течение 48–72 ч. Об уровне антагонистической активности исследуемых штаммов судили по зонам задержки роста тест-культур [5].

Определение чувствительности пропионовокислых бактерий к антибиотикам проводили методом дисковой диффузии.

При определении активности β -галактозидазы пропионовокислых бактерий к 1,75 мл 0,2 М Na-фосфатного (pH 7,0) или Na-цитратного (pH 4,2) буфера добавляли 0,25 мл синтетического хромогенного субстрата (ОНФГ) и 0,5 мл культуральной среды. Реакцию проводили при 40°C в течение 15 мин, после чего останавливали добавлением 0,5 мл 1М раствора Na₂CO₃ и быстрым охлаждением, затем осаждали клетки при 8000 об/мин в течение 10 мин и измеряли оптическую плотность надосадочной жидкости при 420 нм против контроля. В качестве последнего служила реакционная смесь вышеназванного состава, все ингредиенты которой были добавлены одновременно. За единицу активности фермента принимали такое его количество, которое гидролизует 1 мкмоль субстрата за 1 мин в описанных выше условиях.

Предельную титруемую кислотность, °Т определяли по ГОСТ 3624 [15] после внесения 3% культуры в стерильное обезжиренное молоко и культивировании при 32°C в течение 7 суток.

Образование сгустка определяли по наличию четкого края, повторяющего контур сосуда, в котором проводилось сквашивание, образуемого при наклоне емкости со сквашенным молоком на 45 °С.

Определение нуклеотидной последовательности гена *16S rPHK* и филогенетическую идентификацию проводили в соответствии с методиками, изложенными в [16].

Результаты исследований и обсуждение. Выделение штаммов пропионовокислых бактерий проводили из молока, молочной сыворотки, молочных продуктов. Отбор проб проводили на Комаровском рынке у предпринимателей, реализующих продукцию из частных хозяйств.

Для получения изолированных колоний образцы продуктов ресуспендировали в физиологическом растворе и из последовательных разведений осуществляли высевы проб в трубки Буре с модифицированной лактатной средой, содержащей в качестве источника углерода L-лактат кальция. После инкубирования в течение 8 суток для дальнейших расщеплений отбирали колонии дисковидной формы диаметром 6 мм и более, желтовато-коричневой пигментации, поскольку именно такая форма,

размер и окраска колоний характерна для пропионовокислых бактерий [17]. Путем трехкратного посева выделено 24 чистые культуры.

Полученные штаммы исследованы по культурально-морфологическим свойствам. Установлено, что при выращивании на поверхности агаризованной среды выделенные бактерии образовывали блестящие, округлые колонии желтовато-коричневого цвета. При инкубировании в толще питательной среды с содержанием агара 1,5 %, колонии имели вид гречишного зерна. При анализе микроскопических препаратов бактериальных культур показано, что при культивировании штаммов на разных питательных средах (MRS, ГМС, тиогликолевая среда) форма и размер клеток выделенных культур варьирует. При выращивании на MRS и ГМС среде клетки культур были кокковидной формы. На среде MRS клетки были гораздо крупнее и образовывали короткие цепочки. На среде ГМС клетки имели вид рисовых зерен. В аэробных условиях или в анаэробных при низких значениях рН клетки штаммов имели тенденцию к рудиментарному ветвлению, образуя местами небольшие утолщения, отростки и вздутия.

Для идентификации выделенных культур исследовали их физиолого-биохимические свойства, характеристика которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. – Физиолого-биохимические свойства пропионовокислых бактерий

№ бактериальной культуры	Грампринадлежность *	Наличие каталазы**	Образование кислоты из: ***										
			маннита	мальтозы	арабинозы	галактозы	сахарозы	маннозы	лактозы	фруктозы	трегалозы	глицерина	сорбита
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pr 3с-4	+	-	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Pr 3с-5	+	-	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Pr 3с-6	+	-	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Pr 3с-7	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Pr 14/1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Pr 14/2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Pr 13/3	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-

Pr 13/4	+	-	н/о										
Pr 13/5	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Pr 13/6	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Pr 13/7	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-
Pr 10 8	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-
Pr 106	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-
Pr 110	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Pr 1c-4	+	-	н/о										
Pr 1c-5	+	-	н/о										
Pr 2c-3	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Pr 2c-6	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Pr Or	+	-	н/о										
Pr 123/1	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Pr 123/2	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Pr 9	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Pr 2	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-
Pr 3	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-

Примечание: «н/о» - не определяли
 * «+» - бактерии грамположительные
 «-» - бактерии грамотрицательные
 ** «+» - бактерии каталазоположительные
 «-» - бактерии каталазоотрицательные
 *** «+» - положительный тест (изменение окрашивания среды)
 «-» - отрицательный тест (нет изменения окрашивания среды)

Как видно из табл. 1, все выделенные микроорганизмы были грамположительными, однако для семи штаммов было установлено отсутствие каталазы. Поскольку бактерии *Propionibacterium freudenreichii*, используемые в промышленности для производства бактериальных концентратов для сыров, каталазоположительные, то указанные штаммы были исключены из дальнейших исследований.

Известно, что способность ферментировать углеводы видоспецифична. Так, бактерии *Propionibacterium freudenreichii* ферментируют фруктозу, галактозу, глицерин, маннозу и не ферментируют мальтозу, сорбит, сахарозу, трегалозу [17]. Как видно из табл. 1, такими свойст-

вами обладают только три штамма – Pr 2, Pr 3 и Pr 106. Таким образом, на основании физиолого-биохимических свойств и с учетом морфологических особенностей из 24 выделенных культур к виду *Propionibacterium freudenreichii* были отнесены только три штамма: Pr 2, Pr 3 и Pr 106, которые и отобраны для дальнейшего изучения.

Известно, что пропионовокислые бактерии относятся к трудно идентифицируемым культурам. В связи с этим для проверки правильности определения таксономической принадлежности проводили филогенетическую идентификацию штамма Pr 106 с помощью сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК.

Нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК штамма Pr106 была определена на протяженности 1417 п.о. и депонирована в GenBank (номер доступа HM626365). Поиск в базе данных GenBank показал, что ген 16S рРНК штамма Pr 106 имеет наибольшее сходство с гомологичными генами бактерий рода *Propionibacterium*. При попарном сравнении нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК максимальное (99,7%) сходство штамма Pr106 было выявлено с типовым штаммом *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* DSM 4902^T (номер доступа последовательности Y10819) и значительно меньшее (98,5%) - с типовым штаммом *P. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* DSM 20271^T (номер доступа последовательности X53217). Сходство гена 16S рРНК исследуемой бактерии и гомологичных генов типовых штаммов других видов рода *Propionibacterium* находилось на уровне менее 95,5%. Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК показал, что штамм Pr 106 входит в состав единой, обособленной от типового штамма *P. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ветви, которая была образована типовым штаммом *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* и относящемуся к этому же подвиду референтным штаммом CIRM-B1A1 (рис. 1).

Дерево построено с помощью программы MEGA4 [18] по алгоритму объединения соседей. Блок выравнивания содержит 1347 нуклеотидов. Значения бутстрапа вычислены на основании анализа 1000 деревьев. В скобках приведены номера доступа последовательностей в GenBank. Линейка соответствует 0,01 замене на нуклеотидную позицию.

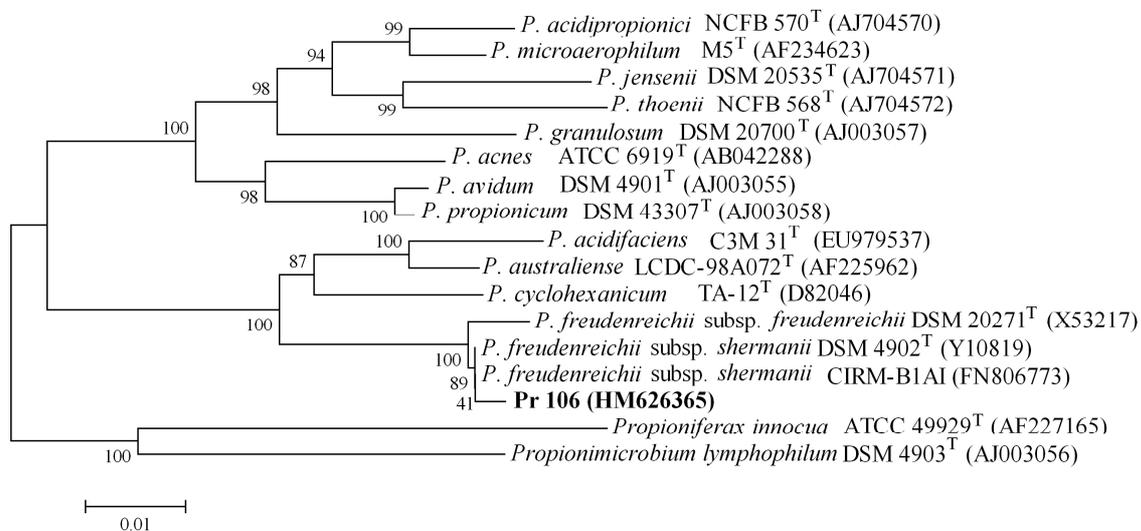


Рисунок 1 – Дендрограмма филогенетического родства штамма Pr 106 и бактерий рода *Propionibacterium*

Высокий показатель бутстрапа свидетельствовал об устойчивости этой ветви и возможности дифференциации подвидов *P. freudenreichii* (рис. 1). Таким образом, результаты определения сходства нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК и их филогенетического анализа свидетельствуют о принадлежности штамма Pr 106 к *P. freudenreichii* subsp. *shermanii*.

Таблица 2 – Рост штаммов пропионовокислых бактерий на питательных средах

Штамм	Рост на среде											
	MRS			mMRS			MRS+1% фруктозы			MRS+2% фруктозы		
	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч
Pr 2	++	+++	+++	-	-	-	++	+++	+++	-	+++	+++
Pr 3	++	++	++	-	-	-	++	++	+++	-	+++	+++
Pr 106	+++	+++	+++	-	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Штамм	Рост на среде											
	MRS+2% дрожжевого экстракта			MRS+1% мальтозы			MRS+2% мальтозы			MCA		
	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч
Pr 2	++	++	++	-	++	+++	-	-	-	++	+++	+++
Pr 3	++	++	++	-	++	+++	-	-	-	++	++	++
Pr 106	++	++	++	-	++	++	++	++	++	++	+++	+++
	+	+	+		+	+	+	+	+			

Примечание: «-» - отсутствие роста; «+» - слабый рост;
«+++» - нормальный рост; «++++» - интенсивный рост

Для выявления возможности использования штаммов Pr 2, Pr 3 и Pr 106 в составе бактериальных концентратов для производства ферментированных молочных продуктов исследовали производственно-ценные свойства выделенных культур. Как видно из таблицы 3, все штаммы обладали низкой кислотообразующей способностью – на стерильном молоке формировали невязкий, неплотный сгусток кисломолочного вкуса со сладковатым привкусом через 6-7 сут. Предельная титруемая кислотность для исследуемых штаммов составила 92-100°Т. Установлено, что минимальная температура роста штамма Pr 106 – 15°С, максимальная – 37°С. Штаммы Pr 2 и Pr 3– обладали способностью к росту в более широком диапазоне температур – от 10°С до 40°С.

Таблица 3 – Основные производственно-ценные свойства пропионовокислых бактерий

Штамм	Температура роста, °С			Время образования сгустка, ч	Предельная титруемая кислотность, °Т	Органолептические характеристики продукта
	минимальная	оптимальная	максимальная			
Pr 2	10	30	40	168	92	Сгусток невязкий, неплотный, вкус чистый кисломолочный, сладкий
Pr 3	10	30	40	152	100	Сгусток невязкий, неплотный, вкус чистый кисломолочный, сладкий
Pr 106	15	30	37	160	98	Сгусток невязкий, неплотный, вкус чистый кисломолочный, сладкий

Таким образом, из-за низкой кислотообразующей способности штаммы пропионовокислых бактерий необходимо использовать в составе поливидовых бактериальных концентратов для производства ферментированных молочных продуктов только совместно со штаммами лактобактерий, являющихся активными кислотообразователями.

При изучении антагонистической активности культур пропионовокислых бактерий было установлено, что выделенные штаммы проявляют среднюю антагонистическую активность в отношении бактерий группы кишечной палочки (зона задержки роста штаммов *E. coli* на среде МПА составила 9-13 мм), и низкую – к маслянокислым микроорганизмам (зона задержки роста штаммов *C. tyrobutiricum* на среде МПА составила 1-5 мм) (рис. 3, 4).

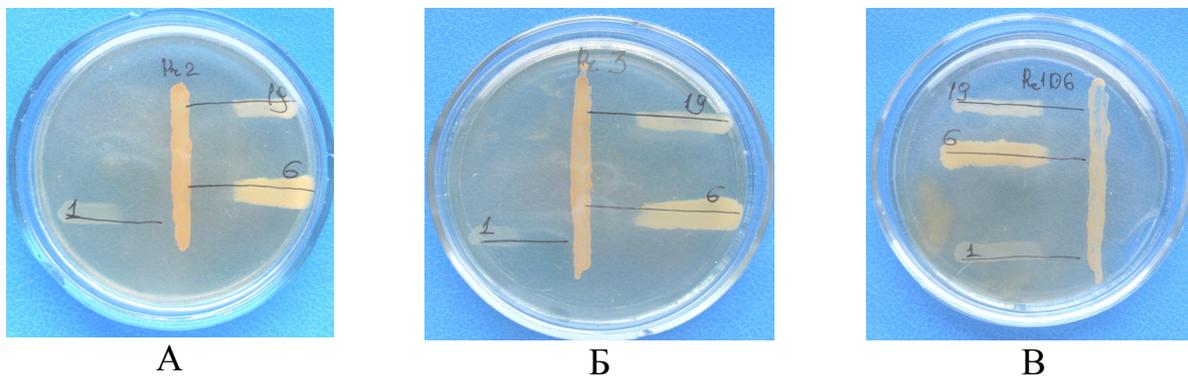


Рисунок 3 – Изучение антагонистической активности штаммов пропионовокислых бактерий (А – штамм Pr2, Б – штамм Pr3, В – штамм Pr106) по отношению к условно-патогенным микроорганизмам *E. coli*. 1 – штамм *E.coli* J5/3R16, 6 – штамм *E.coli* J5/3R446_b, 19 – штамм *E.coli* 1019.

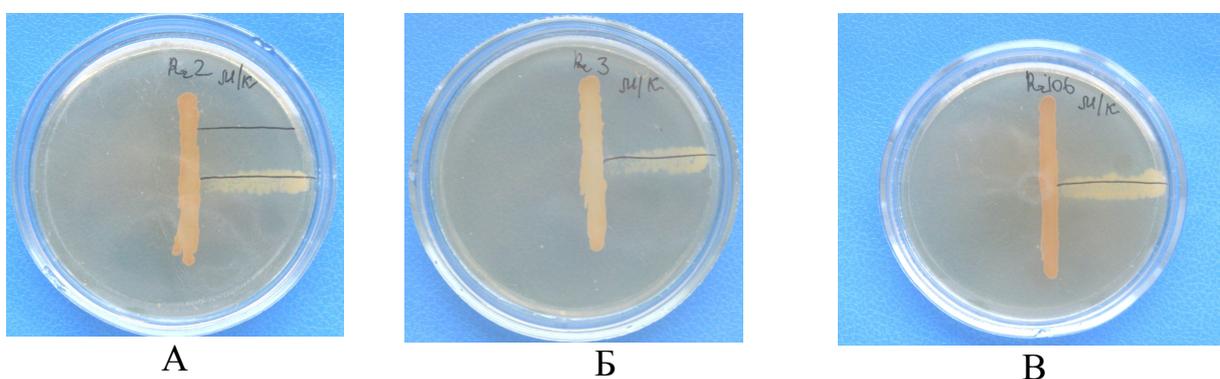


Рисунок 4 – Изучение антагонистической активности штаммов пропионовокислых бактерий (А – штамм Pr2, Б – штамм Pr3, В – штамм Pr106) по отношению к технически-вредным микроорганизмам *Clostridium tyrobutyricum*.

Как видно на рис. 4, у культуры Pr 2 размер зоны задержки роста маслянокислых бактерий составил 3 мм, у Pr 3 – 5 мм, поэтому их целесообразно использовать в составе БК для твердых и полутвердых сычужных сыров с высокой и средней температурой второго нагревания.

В последние годы доказано, что пропионовокислые бактерии имеют иммуностимулирующее и антимуtagenное действие, они ингибируют активность ферментов, образуемых кишечной микрофлорой и вовлекаемых в образование мутагенов, канцерогенов и промоторов роста опухолей [3, 19]. Поэтому кисломолочные продукты и пробиотические препараты, содержащие в том числе и пропионовокислые бактерии, рекомендуется применять на фоне антибиотикотерапии для более эффективного восстановления нормальной микрофлоры кишечника [20].

Для оценки возможности использования выделенных штаммов пропионовокислых бактерий в качестве пробиотиков, они протестирова-

ны по медико-биологическим свойствам – устойчивости к условиям среды пищеварительного тракта (резистентности к NaCl, желчи), а также на антибиотикорезистентность (табл. 4).

Таблица 4 – Медико-биологические свойства пропионовокислых бактерий

штамм	Устойчивость к						Диаметр зоны задержки роста (мм) при использовании антибиотика в концентрации (мкг, МЕ)																
	2 % NaCl	4 % NaCl	6 % NaCl	10% желчи	20% желчи	40 % желчи	оксацилин	тетрацилин	амикацин	стрептомицин	рифампицин	канамицин	ампициллин	ванкомицин	линкомицин	клиндамицин	эритромицин	левомицетин	пенициллин	цефалотин	цефокситин	хлорамфеникол	неомицин
							10	30	30	30	10	30	10	30	10	30	15	30	10	30	30	30	30
Pr 2			–				0	15	0	0	0	0	19	10	13	0	0	0	0	0	0	13	0
Pr 3			–				0	10	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Pr 106	–						7	7	0	3	0	6	0	8	0	0	0	0	8	6	7	12	7

Как видно из табл. 4, пропионовокислые бактерии обладают высокой устойчивостью к антибиотикам, при этом резистентностью к наибольшему количеству исследуемых антибактериальных веществ обладал штамм Pr 3, который проявлял чувствительность только к тетрациклину, хлорамфениколу и канамицину. Штаммы Pr 2 и Pr 106 также обладали высокой популяционной устойчивостью к большинству исследованных антибиотиков: амикацину, стрептомицину, рифампицину, клиндамицину и эритромицину (табл. 4).

Штаммы Pr 2 и Pr 3 устойчивы к содержанию в среде 4% NaCl и 20% желчи, штамм Pr 106 устойчив к содержанию в среде 2% NaCl и 10% желчи (табл. 4), что является косвенным подтверждением возможности достижения исследуемыми культурами предполагаемой зоны колонизации – приэпителиальной зоны кишечника.

Высокий уровень метаболической активности и пластичности и, как следствие, конкурентоспособности микроорганизмов, в том числе и пропионовокислых бактерий, обусловлен генетически детерминированной продукцией ими широкого набора вне- и внутриклеточных ферментов, участвующих в утилизации крайне разнообразных по химической структуре субстратов. Особое место среди производимых в промышлен-

ных масштабах биокатализаторов занимают ферменты, участвующие в метаболизме углеводов, в том числе и лактозы [21]. Изучение β -галактозидазной активности исследуемых культур показало, что выделенные штаммы пропионовокислых бактерий проявляют невысокую активность нейтральной и кислой β -галактозидазы (от 0,114 до 0,3 ед/мл и от 0,016 до 0,355 ед/мл соответственно), при этом активность кислой и нейтральной β -галактозидазы культур была практически одинаковой, за исключением штамма Pr 106, у которого преобладала активность нейтральной β -галактозидазы. Следовательно, высока вероятность того, что β -галактозидазы пропионовокислых бактерий, оставаясь активными в кислой среде, могут образовывать из мономеров лактозы олигосахариды различной степени полимеризации, что приведет к обогащению ферментированных кисломолочных продуктов этими важными для человека биологически активными соединениями.

Заключение. Из различных источников выделено 24 культуры, из которых на основании изучения морфологических и физиолого-биохимических особенностей три штамма идентифицированы как *Propionibacterium freudenreichii*, которые широко применяются в молочной промышленности при производстве твердых и полутвердых сыров и пробиотических кисломолочных продуктов. С использованием метода секвенирования последовательности ДНК гена 16S рРНК подтверждена принадлежность штамма Pr 106 к виду *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*. У выделенных штаммов пропионовокислых бактерий изучены производственно-ценные и медико-биологические свойства, определена β -галактозидазная активность.

Литература

1. Степаненко, П. П. Микробиология молока и молочных продуктов. / П. П. Степаненко. — М.: Колос, 1996. — С. 231-235.
2. Воробьева, Л. И. Антимутагенность пропионовокислых бактерий / Л. И. Воробьева [и др.] // Микробиология. — 1991. — Т. 60. — № 6. — С. 83-89.
3. Волосовец, А. П. Пробиотики в современной педиатрии: перспективы клинического использования и оптимизация выбора / А. П. Волосовец, С. П. Кривоустов // Здоров'я України. — 2009. — №1. — С.41-45.

4. Воробьева, Л. И. Десмутагенное действие культуральной жидкости, полученной в результате пропионовокислого брожения на химически индуцированный мутагенез у *Salmonella typhimurium* TA 100 / Л. И. Воробьева [и др.] // Микробиология. — 1993. — Т. 62. — № 6. — С. 1093-1100.
5. Воробьева, Л. И. Антимутагенное действие супероксиддисмутазы на индуцированный азидом натрия и нитрозогуанидином мутагенез у *Salmonella typhimurium* / Л. И. Воробьева // Генетика. — 1993. — Т. 62. — № 5. — С. 760-767.
6. Хамагаева, И. С. Биотехнология заквасок пропионовокислых бактерий / И. С. Хамагаева, Л. М. Казанина, С. Н. Тулизрова // Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ. — 2006. — С.3-10.
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. Dal Bello, F. Inducible gene expression in *Lactobacillus reuteri* LTH5531 during Type II sourdough fermentation / F. Dal Bello, J. Walter, S. Roos, H. Jonsson, C. Hertel // Appl. Environ. Microbiol. — 2005. — Vol. 71. — № 10. — P. 5873-5878.
9. De Vuyst, L. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria / L. De Vuyst, M. Vancanneyt // Food Microbiol. — 2007. — Vol. 24. — P. 120-127.
10. Peltola, E. Effect of salt on bacteria of importance in Emmental cheese-making / E Peltola // Meijerit Aikkaus. — 1940. — Vol. 2. — № 1. — P. 11-21.
11. Masco, L. Culture-dependent and culture-independent qualitative analysis of probiotic products claimed to contain bifidobacteria / L. Masco, G Huys, E. De Brandt, R. Temmerman, J. Swings // Int. J. Food Microbiol. — 2005. — Vol. 102. — P. 221– 230.
12. Герхардт, Ф. Методы общей бактериологии. Том 3. / Ф. Герхардт — М: Мир. — 1984. — С. 67-70.
13. Герхардт, Ф. Методы общей бактериологии. Том 3. / Ф. Герхардт — М: Мир. — 1984. — С. 16.
14. Гудков, А. В. Взаимодействие молочнокислых палочек и маслянокислых бактерий, вызывающих порчу сыра / А.В. Гудков, К.П. Алексеева // Молочная промышленность. — 1970, № 1. — С. 25.

15. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы. Определение кислотности: ГОСТ 3624-92. — Введ. 01.01.94. — Минск: Гос. Комитет по стандартизации Республики Беларусь: Госстандарт. — 2007. — 13 с.

16. Бажанов, Д. П. Филогенетическая идентификация трех штаммов ризосферных бактерий на основании анализа нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК и генетического типирования / Д. П. Бажанов, К. К. Яцевич, А. А. Бажанова // Микробиология. — 2010. — Т.79. — №3. — С. 394-404.

17. Воробьева, Л. И. Пропионовокислые бактерии / Л. И. Воробьева. — М.: МГУ. — 1995. — 288 с.

18. Tamura, K. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0 / K. Tamura, J. Dudley, M. Nei, S. Kumar // Mol. Biol. Evol. — 2007. — V. 24. — P. 1596-1599.

19. Краева, Н. И. Супероксиддисмутаза, каталаза и пероксидаза пропионовокислых бактерий / Н. И. Краева, Л. И. Воробьева // Микробиология. — 1981. — Т.50. — №5. — С.813-817.

20. Bellisle, F. Functional Food science and behavior and psychological functions / F. Bellisle [et al.] // Brit. J. Nutr. — 1998. — Vol. 80. — Suppl. 1. — P. s173-s193.

21. Fuller, R. Modulation of intestinal flora by probiotics, other nutritional factors, and intestinal microflora / R. Fuller // Nestle Nutrition Workshop Series. — 1997. — V. 42. — P. 33-46.

*L. Bogdanova, S. Vasylenko, D. Bazhanov, K. Yatsevich ,
N. Petrushenia, L. Safronenko*

**ISOLATION OF PROPIONIC ACID BACTERIA AND
CHARACTERIZATION OF THEIR PHYSIOLOGICAL,
BIOCHEMICAL AND BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES**

Summary

24 propionic acid bacteria were isolated from different milk products. These bacteria were studied on morphological, physiological and biochemical properties. Three bacterial strains were determined as *Propionibacterium freudenreichii*. Strain Pr 106 was identified as *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* based on similarities of 16S rRNA gene sequences and their phylogenetic analysis. Three bacterial strains *Propionibacterium freudenreichii* were tested for producing and medico-biological properties and drug resistance.

С.Б. Борунова, Н.Н. Фурик, к.т.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ТЕРМОФИЛЬНЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОСТАВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ДЛЯ ЙОГУРТА И ЙОГУРТНЫХ ПРОДУКТОВ

Проведен подбор молочнокислых микроорганизмов в состав поливидового концентрата, предназначенного для изготовления йогурта и йогуртных продуктов. Отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и 5 штаммов болгарской палочки и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. Составлено 76 комбинаций и проведено изучение их стабильности при многократных пассажированиях в молоке.

Введение. Современная технология производства ферментированных молочных продуктов предусматривает использование сухих и замороженных бактериальных концентратов молочнокислых бактерий. Технология производства йогурта основана на сквашивании подготовленного молочного сырья специальными классическими «йогуртными» культурами молочнокислых бактерий: болгарской палочкой и термофильным стрептококком [1]. Болгарская палочка *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* обладает высокой биологической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов кишечника, ускоряет их гибель и обеспечивает тем самым быстрое и эффективное заселение кишечника нормальной микрофлорой (бифидобактериями и ацидофильными лактобактериями). Термофильный стрептококк *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* образует внеклеточные полимеры – полисахариды, являющиеся углеводбелковыми комплексами, в состав углеводной части входят глюкоза, галактоза, рамноза, белковой части – ряд аминокислот, что обеспечивает консистенцию продукта и предупреждает синерезис [2].

В настоящее время в зарубежных странах йогурт является самым популярным напитком среди кисломолочных продуктов. Для улучшения его вкусовых качеств и расширения рынка используются различные фруктовые добавки, подсластители, ароматизаторы [3]. Для усиления ле-

чебно-профилактических свойств йогуртов в зарубежных странах в состав заквасок дополнительно стали вводить пробиотические культуры лактобацилл и бифидобактерий различной видовой принадлежности [4, 5].

Цель работы – изучение производственно-ценных свойств заквасочных культур для йогурта и йогуртных продуктов, определение критериев их отбора в состав поливидового бактериального концентрата для йогурта, получение стабильных йогуртных комбинаций.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись штаммы термофильного стрептококка, болгарской палочки из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо–молочной промышленности» и штаммы лактобацилл, планируемые для пополнения коллекции.

Микроскопический препарат определяли по ГОСТ 9225–85.

Определение титруемой кислотности проводили по ГОСТ 3624–92.

Активность кислотообразования штаммов. 3% исследуемой культуры вносили в пастеризованное молоко, тщательно перемешивали и термостатировали при температуре $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$ до образования сгустка. Об активности кислотообразования штамма судили по времени образования сгустка. После образования сгустка пробы оставляли при комнатной температуре на 1–2 ч, после чего помещали в холодильник (температура $2\text{--}4^\circ\text{C}$), выдерживали в течение 16–18 ч, а затем определяли характер сгустка, вкус и консистенцию. В момент образования сгустка определяли титруемую кислотность (по ГОСТ 3624–92) титрометрическим методом. Предельную кислотность микроорганизмов определяли после внесения 3% культуры в стерильное обезжиренное молоко и выдержки при температуре $42\text{--}45^\circ\text{C}$ в течение 7 сут.

Активную кислотность (рН) измеряли по ГОСТ 26781–85.

Устойчивости к химическим агентам – NaCl, желчи определяли путем добавления соответствующих концентраций используемых агентов к среде М17 и культивирования в ней в течение 48 ч.

Определение антагонистической активности лактобацилл к *E. coli*. На чашки Петри с агаризованной средой MRS–1,5 (среда MRS с добавлением 1,5% агара) в лунку засеивали 16 часовую исследуемую культуру. Чашки термостатировали в течение 48 ч при температуре 42°C . Затем в пробирку с полужидкой средой ГО–0,7 (гидролизованное молоко с до-

бавлением 0,7% агара) вносили 0,3 мл 16 часовой тесткультуры *E. coli* и засекали сплошным газоном на чашки с исследуемыми штаммами. Чашки термостатировали при 37 °С в течение 16–24 ч. О наличии антагонистической активности исследуемых штаммов судили по зонам задержки роста тест–культур.

Результаты и их обсуждение. Для разработки схем подбора молочнокислых микроорганизмов в состав устойчивых поливидовых консорциумов для изготовления йогурта исследовали производственно ценные свойства штаммов. Исследовано 104 культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо–молочной промышленности».

Культуры исследовали по активности сквашивания молока, реологическим данным белковых структур, создаваемым в молоке, органолептическим показателям, пределу кислотообразования.

Время сквашивания молока исследуемыми штаммами при 3% инокуляции находилось в пределах 2,5 – 4 ч (рис. 1). Установлено, что 29% штаммов сквашивали молоко за 2,5 ч, 66% – за 3 ч, у 5% культур время сквашивания составляло 3,5 и 4 ч.

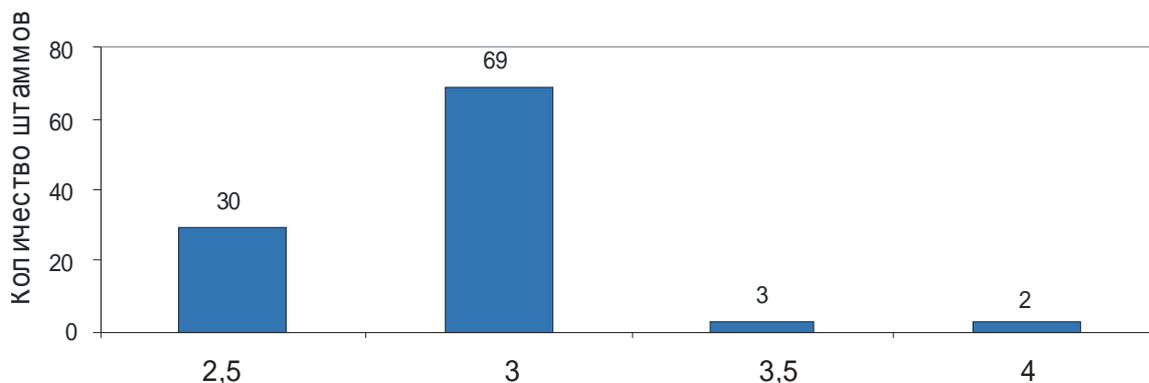


Рисунок 1 – Время сквашивания пастеризованного цельного молока культурами *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*

По вязкости сгустков, степени разрушения их структуры, культуры разделили на три типа:

- первый тип – культуры, образующие сгусток с очень вязкой консистенцией (13,5% от всех исследуемых культур);
- второй тип – культуры, образующие консистенцию сгустка средней вязкости (15,4%);

- третий тип – культуры, образующие сгустки невязкой консистенции (71,1%).

Для формирования консистенции при производстве йогуртов предпочтительнее использовать культуры термофильного стрептококка, которые образуют сгустки первого и второго типов. Использование штаммов, обладающих вязкостью, позволяет повысить влагоудерживающую способность сгустков и получить продукт прочной, однородной, вязкой консистенции, т.е. исключить синерезис продукта. Остальные штаммы термофильного стрептококка более пригодны для приготовления творога ускоренным способом, а также ряженки и подобных ей кисломолочных напитков.

Определение предельной кислотности культур показало, что она находилась в диапазоне 95–145 °Т. Так как при производстве йогуртов предпочтительнее использовать культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, имеющие невысокую предельную кислотность, отбирали культуры с предельной кислотностью до 120 °Т (49% от исследуемых штаммов).

Таким образом, для работ по созданию поливидовых консорциумов для производства йогурта и йогуртных продуктов отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, сквашивающих молоко за 2,5–3 ч, образующих очень вязкие или средневязкие сгустки с предельной кислотностью 95–120 °Т.

Для включения в состав поливидовых консорциумов для йогурта исследовали свойства 7 культур термофильных лактобацилл: 2 культуры болгарской палочки из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо–молочной промышленности» и 5 культур *Lactobacillus delbrueckii* (3 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*), планируемых для пополнения коллекции. Культуры исследовали по активности сквашивания молока, характеру белковых сгустков, органолептическим показателям, активности кислотообразования и предельной кислотности.

Результаты исследований производственно-ценных свойств исследуемых штаммов лактобацилл приведены в табл. 1. Время образования исследуемыми штаммами лактобацилл молочного сгустка варьировало в пределах 3,16–5,5 ч. Сформированные сгустки были не вязкой консистен-

ции, имели выраженный кисломолочный вкус и запах. Образование белкового сгустка при ферментации молока отдельными штаммами лактобацилл происходило при различной титруемой кислотности (от 52 до 85 °Т, предельная титруемая кислотность штаммов колебалась от 181 до 255°Т).

Таблица 1– Производственно–ценные свойства штаммов *Lactobacillus delbrueckii*

Род, вид культуры	Исследуемый штамм	Время образования сгустка в молоке, ч	Титруемая кислотность в момент образования сгустка, °Т	Предельная кислотность, °Т	Органолептические показатели (характер сгустка, запах, вкус)
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 6	3,5	73	255	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 8	4,5	65	224	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 18/2	4,0	52	197	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	L32/2	3,5	67	194	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	L33/1	3,16	63	181	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	б 10	4,5	69	225	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	L39/4	3,5	85	246	Невязкий, чистый кисломолочный

Дополнительно изучены медико-биологические свойства лактобацилл и их антагонистическая активность. Все культуры развивались в среде, содержащей 2% NaCl, некоторые росли при содержании соли в среде 3% (б 8, L32/2, L33/1, б 10, L39/4). Роста штаммов при содержании в питательной среде 4% NaCl не обнаружено. Изучена способность культур расти в среде с желчью в количестве 20 и 40%.

Устойчивость к содержанию в среде 20% желчи проявили все культуры. Установлено, что при содержании в среде 40% желчи исследуемые штаммы лактобацилл не росли. Исследования по изучению антагонистической активности культур показали, что у штаммов наблюдалась средняя антагонистическая активность по отношению к кишечной палочке (размер зоны задержки роста составлял от 4–8 мм).

Таким образом, все исследуемые штаммы лактобацилл обладают близкими по своим характеристикам производственно-ценными (за исключением предельного значения образуемой молочной кислоты), меди-

ко-биологическими свойствами и невысокой антагонистической активностью по отношению к *E. coli*. Для использования в составе комбинаций для йогуртов были отобраны 5 штаммов *L. bulgaricus*: b6; b8; b18/2; L32/2; L33/1, устойчивых к продуктам метаболизма кишечной микрофлоры, и обладающих антагонистической активностью к кишечной палочке, и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*.

Как известно, йогурт изготавливается путем ферментации молочной основы специально подобранной комбинацией культур *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (*Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*) и *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Термофильный стрептококк, снижая окислительно–восстановительный потенциал и pH (от 6,55 до 5,7), стимулирует болгарскую палочку, создавая более благоприятные условия для ее развития, вследствие чего уменьшается время сквашивания молока до 2,5–3 ч. Симбиотические взаимоотношения между болгарской палочкой и термофильным стрептококком можно объяснить особенностями их обмена веществ, потребностями в питании и условиях развития [6].

С использованием отобранных штаммов составлено 76 комбинаций заквасочных культур для производства йогуртов. Изучены активность сквашивания и органолептические показатели продуктов, получаемых с их использованием.

Из рис. 2 видно, что время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями йогуртных культур составило 2,5–4,5 ч. Сформированные сгустки (рис.3) имели консистенцию различной вязкости (20% – вязкие, 42% – средневязкие, 38% – невязкие), обладали кисломолочным вкусом и запахом. 46 образцов имели сбалансированный «йогуртный» вкус.

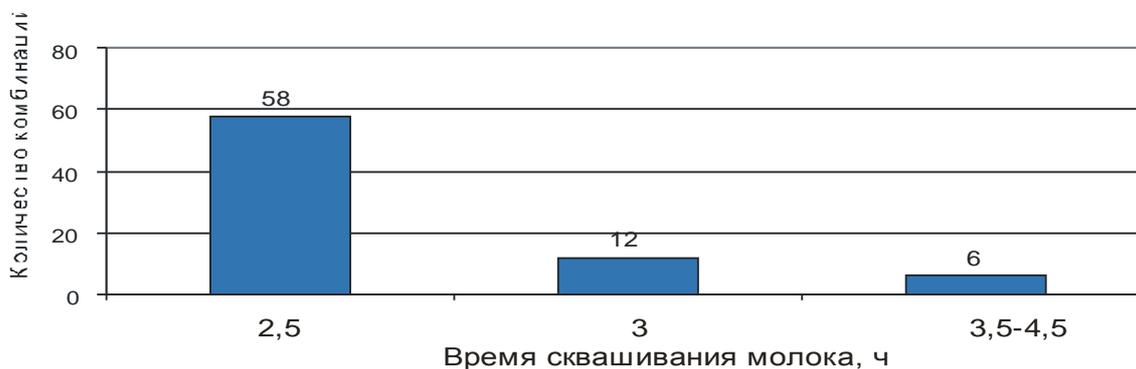


Рисунок 2 – Время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями молочнокислых микроорганизмов

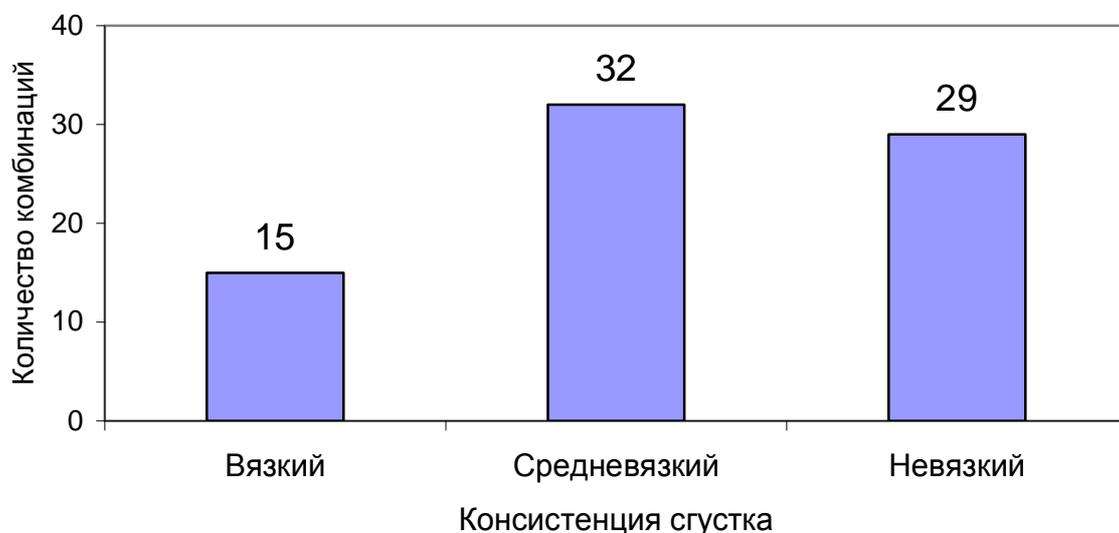


Рисунок 3 – Консистенции молочных сгустков, образуемых комбинациями молочнокислых микроорганизмов

Микроскопирование образцов продуктов после первой перевивки показало, что оптимальное соотношение лактобацилл и термофильного стрептококка находится в пределах 1:5–1:10.

Изучение стабильности составленных комбинаций при многократных пассажах в молоке показало, что у 12 комбинаций йогуртных культур в процессе многократных перевивок изменилось соотношение между болгарской палочкой и термофильным стрептококком, что повлияло на органолептические показатели продуктов. 34 комбинации йогуртных лактобактерий сквашивали молоко за 3–3,16 ч, формировали вязкие или средневязкие сгустки и обладали выраженным вкусом и запахом йогурта. Из них отобрано 16 комбинаций йогуртных культур (штамм b 18/2 болгарской палочки в комбинации со штаммами термофильного стрептококка St 1; St 10/1; St 12; St 36/3; St 52; St 53; St 83/2; St 85/1; St 90/3; St 92/1; St 95/1; St 105/2; St 110/3, и штамм b 6 болгарской палочки в комбинации со штаммами термофильного стрептококка St 85/1; St 86; St 90/3), обладающих стабильными органолептическими характеристиками.

Таким образом, проведенные исследования показали, что время образования сгустка оптимальными комбинациями йогуртных культур в основном соответствовало времени образования белковой структуры термофильных лактобацилл (3–3,16 ч); в качественных йогуртных продуктах оптимальное соотношение термофильного стрептококка и бол-

гарской палочки составляло 1:5–1:10, которое в стабильных комбинациях йогуртных культур остается неизменным на протяжении многократных перевивок.

Заключение. Проведен отбор молочнокислых микроорганизмов в состав поливидового концентрата, предназначенного для изготовления йогурта и йогуртных продуктов. Исследованы производственно-ценные свойства 104 культур термофильного стрептококка, 5 штаммов болгарской палочки и 2 штаммов *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. Основными критериями для отбора культур термофильного стрептококка являлись активность сквашивания молока, реологические свойства белковых структур сформированных в молоке, органолептические показатели продуктов. Критерием для отбора штаммов болгарской палочки *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* в состав поливидового бактериального концентрата служили: сквашивающая активность молока культурами, предельная кислотность, антагонистическая активность, устойчивость культур к концентрациям поваренной соли, желчи. В результате проведенного отбора для работ по созданию поливидовых консорциумов в состав бактериальных концентратов для производства йогурта и йогуртных продуктов отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и 5 штаммов болгарской палочки и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. На основе отобранных заквасочных культур разработано 16 устойчивых комбинаций для производства йогурта.

В результате проведенных исследований разработаны стабильные комбинации йогуртных культур, определены: оптимальное соотношение культур, входящих в комбинацию, сквашивающая активность, органолептические характеристики.

Литература

1. Тамим, А.И. Йогурты и другие кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.И. Тамим, Р.К. Робинсон – Профессия, С–Пб., 2003. – С. 20.
2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. – М., 2003. – С. 184.
3. North European Dairy Journal / Abies R.– 1977.–43.–P.257.

4. The effect of supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* DN-114001, on acute diarrhoea in children attending day care centers / C.A. Pedone [et al.] // Intern. J. Clin. Pract.– 1999.– Vol. – 53. – P. 179–184.

5. Коровина, Н.А. Роль пребиотиков и пробиотиков в функциональном питании детей / Н.А. Коровина [и др.] // Лечащий врач.–2005. – № 2. С. 17–23.

6. Королева, Н.С. Симбиотические закваски термофильных бактерий в производстве кисломолочных продуктов / Н.С. Королева, М.С. Кондратенко. – М.; София, 1978, – С. 27.

S. Borunova, N. Furik

**FEATURES OF SELECTION OF THERMOPHILIC LACTIC
MICROORGANISMS INTO COMPOSITION OF BACTERIAL
CONCENTRATES FOR YOGHURT AND YOGHURT PRODUCTS**

Summary

Selection of lactic microorganisms into composition of concentrate intended for manufacturing of yoghurt and yoghurt products conducted. It is selected 30 strains of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and 5 strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and 2 strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. 76 combinations and studying of their stability at repeated subinoculations in milk are made.

*Е.М. Кононович, Н.Н. Фурик, к.т.н.
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

*Исследована жизнеспособность бактериофагов молочнокислых бактерий р. *Lactococcus lactis* при хранении в жидком, замороженном и лиофилизированном виде. Выживаемость вирусных частиц при всех способах хранения видоспецифична. Показано, что выживаемость бактериофагов при хранении в жидком и замороженном виде снижается пропорционально временным рамкам. Выживаемость бактериофагов при хранении в лиофилизированном виде интенсивно снижается в течение первого года хранения, в течение последующих двух лет изменяется в сторону уменьшения незначительно. Выявлено, что наиболее пригодны для лиофилизации и дальнейшего хранения бактериофагов в лиофилизированном виде сложные защитные среды.*

Введение. Создание и поддержание коллекций микроорганизмов как способов сохранения биоразнообразия является актуальной экологической проблемой. В настоящее время хранение микроорганизмов в жизнеспособном состоянии осуществляется в коллекциях культур, которые создаются в большинстве микробиологических лабораторий и на биотехнологических производствах и используются как в промышленных, так и в исследовательских целях. Главной задачей консервации микроорганизмов является обеспечение их долгосрочного хранения с поддержанием высокой жизнеспособности и предупреждением мутационных изменений, т.е. в состоянии максимально близком к естественному.

В РУП «Институт мясо-молочной промышленности» поддерживается коллекция промышленных бактериофагов молочнокислых бактерий, выделенных на молокоперерабатывающих предприятиях Беларуси. В ней поддерживается 129 фагов молочнокислых бактерий. Коллекция бактериофагов используется при выделении и идентификации заквасочных культур, при тестировании коллекционных культур и их комбинаций при производстве бактериальных концентратов, для направленной селекции по получению фагоустойчивых штаммов и при проведении научно-исследовательских работ.

Цель работы. Изучить выживаемость бактериофагов лактококков при хранении в жидком, замороженном и лиофилизированном виде.

Объекты и методы исследования. Для изучения выживаемости бактериофагов лактококков (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*) были получены образцы лизатов с титром 10^9 БОЕ/см³ на основе физиологического раствора и на основе питательной среды (жидкого гидролизованного обрата) методом Грациа [2].

Фаголизаты заложены на хранение следующими способами [1]:

– в жидком виде (температуры хранения $+(4\pm 2)$ °С, $+(22\pm 2)$ °С);

– в замороженном виде (температура хранения $-(18\pm 2)$ °С);

– в лиофилизированном виде с различными защитными средами: 14%-ное сухое обезжиренное молоко (СОМ), гидролизованный обрат, сахарозо-желатиновый агар (СЖА), лактозо-желатиновый агар (ЛЖА), СЖА + 10%-ное СОМ в соотношении 1:1, 14%-ное СОМ + 5% инозита, 20%-ное СОМ, 20%-ное СОМ + 5% инозита. В качестве контрольной защитной среды использовали дистиллированную воду. Отпаянные под вакуумом ампулы закладывали на хранение при температуре $+(4\pm 2)$ °С.

В половину жидких и замороженных фаголизатов добавили по несколько капель хлороформа, чтобы изучить его влияние на выживаемость фагов (хлороформ применяют для предотвращения загрязнения фаголизата бактериальной микрофлорой) [2].

Выживаемость бактериофагов определяли по формуле (1) – отношение числа образовавшихся негативных колоний после определенного времени хранения к исходному числу колоний:

$$W = \frac{\lg N}{\lg N_0} \times 100\%, \quad (1)$$

где W – выживаемость бактериофагов, %, N – титр фаговых частиц после определенного времени хранения, БОЕ/ см³, N_0 – исходный титр фага, БОЕ/ см³.

Результаты и их обсуждение. Исследовали выживаемость бактериофагов молочнокислых бактерий в течение 12 месяцев хранения в жидком (табл. 1, рис. 1, 2) и замороженном виде (рис. 3), в течение 3 лет хранения в лиофилизированном виде.

Установлено, что выживаемость бактериофагов молочнокислых бактерий при хранении в жидком виде при температуре $+(22\pm 2)^\circ\text{C}$ через два месяца составила 29,9%, а через пять – 0%.

Таблица 1 – Выживаемость бактериофагов молочнокислых бактерий в течение 12 месяцев хранения при $+(4\pm 2)^\circ\text{C}$

Показатель	№ фаголизата		
	122/10у	127/33	129/83
Начальный титр фаголизата, БОЕ/см ³	2,7·10 ⁹	3,5·10 ⁹	5,72·10 ⁹
Выживаемость бактериофагов			
через 1 месяц	<u>99,96±0,81</u>	<u>94,56±0,76</u>	<u>98,60±0,79</u>
	100±0,71	94,02±0,73	98,71±0,75
через 3 месяца	<u>96,03±0,74</u>	<u>88,17±0,80</u>	<u>94,49±0,77</u>
	91,21±0,74	88,17±0,82	95,49±0,79
через 6 месяца	<u>94,88±0,75</u>	<u>64,27±0,77</u>	<u>87,75±0,78</u>
	90,01±0,76	73,43±0,79	87,05±0,77
через 12 месяцев	<u>88,0±0,69</u>	<u>50,3±0,67</u>	<u>67,07±0,70</u>
	87,2±0,68	53,9±0,69	65,5±0,67

Примечание: над чертой – выживаемость бактериофагов без добавления хлороформа, под чертой - выживаемость бактериофагов с добавлением хлороформа.

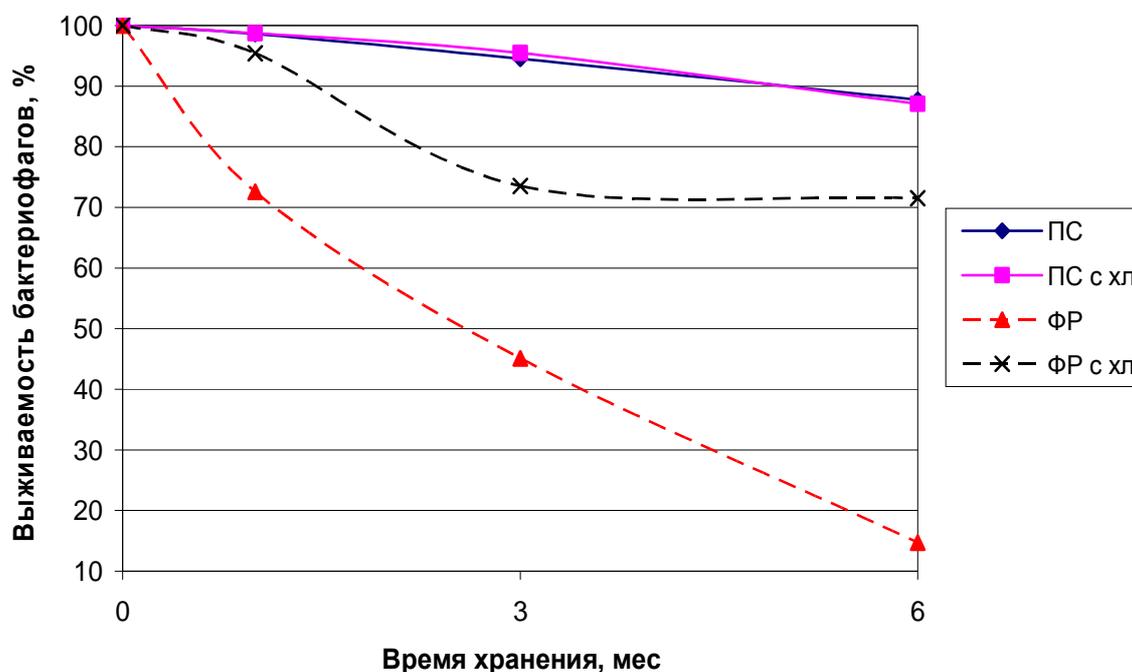


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика выживаемости бактериофага № 129, полученного на основе питательной среды (ГО) и физиологического раствора

При хранении в жидком виде титр исследуемых бактериофагов снижался равномерно в течение всего времени хранения. После шести месяцев хранения выживаемость бактериофагов, полученных на основе ГО, составила $(82,9\pm 15,3)\%$, через год – $(68,5\pm 18,8)\%$ (табл. 1). Количе-

ство фаговых частиц в контрольных лизатах, полученных с использованием физиологического раствора, снижалось более интенсивно, чем в фаголизатах, приготовленных на основе питательной среды (рис. 1). Через шесть месяцев хранения выживаемость фагов в контрольных лизатах была на 39% ниже, чем в опытных образцах.

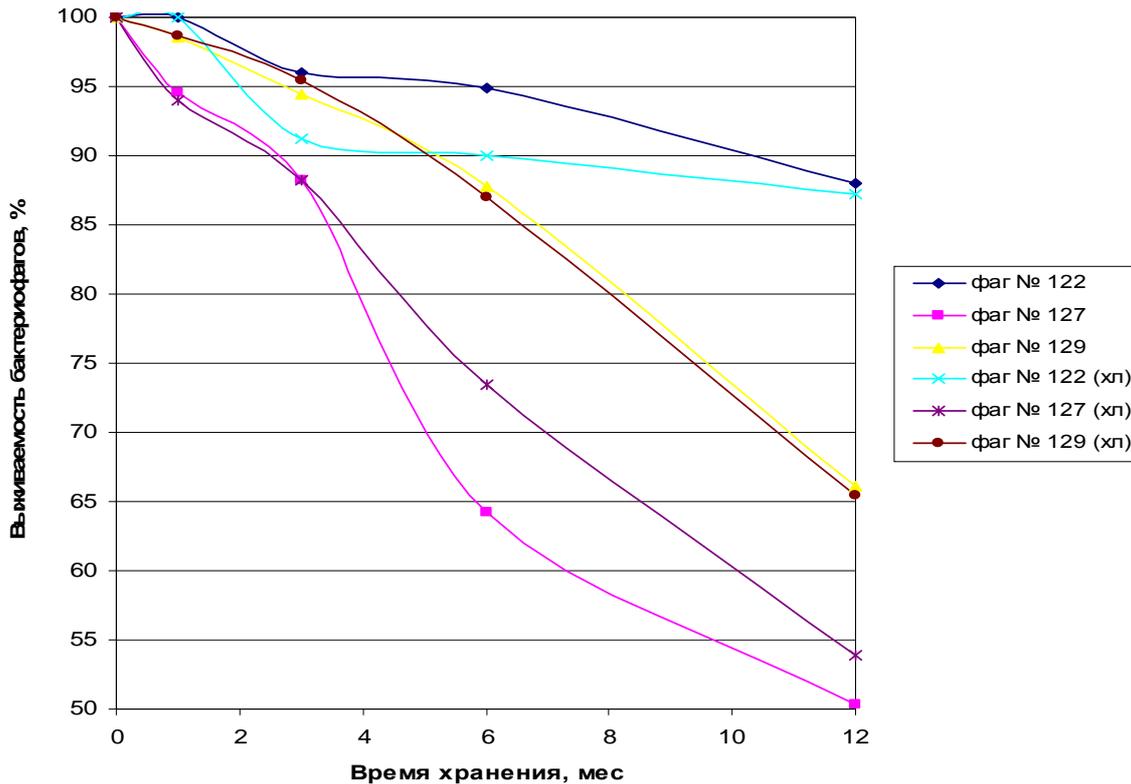


Рисунок 2 – Влияние хлороформа на выживаемость бактериофагов лактококков при хранении в виде лизатов на основе питательной среды в жидком виде при температуре $+ (4 \pm 2) ^\circ\text{C}$

На рис. 2 видно, что выживаемость бактериофагов в лизатах, полученных на основе питательной среды с добавлением или без хлороформа, практически одинакова, т.е. хлороформ в данном количестве не оказывает влияние на фаговые частицы.

Титр фаговых частиц при хранении в жидком виде зависит от стабильности температурного режима. Выживаемость фага при хранении в течение шести месяцев при температуре $+(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ составила 86,8%. В то же время выживаемость того же фага при комбинированном температурном режиме (хранение при $+(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ с периодическим кратковременным повышением температуры до $+(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$) составила 64,3%.

Таким образом определено, что при температуре $(4 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$ лизаты фагов молочнокислых бактерий могут храниться не более 12 месяцев, при использовании комбинированного температурного режима (хранение при $(4 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$ с периодическим кратковременным повышением температуры до $(18 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$ – не более 6 месяцев. Более устойчивы в хранении фаголизаты, получаемые с использованием ГО.

Изучено влияние процесса замораживания на выживаемость фаговых частиц.

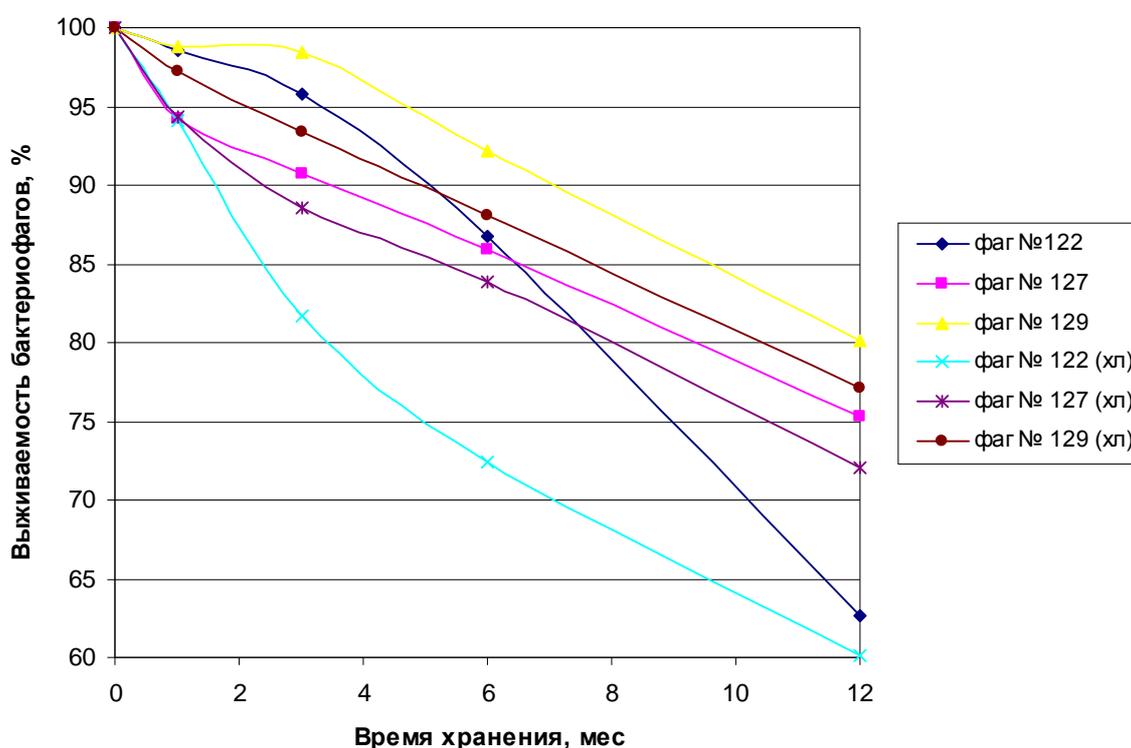


Рисунок 3 – Выживаемость бактериофагов молочнокислых бактерий при хранении в замороженном состоянии при температуре $-(18 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$

После замораживания титр бактериофагов уменьшился незначительно, выживаемость составила $(96,2 \pm 2,3)\%$. При дальнейшем хранении в замороженном виде выживаемость фагов в лизатах, полученных с использованием ГО, через шесть месяцев составила $(84,8 \pm 9,8)\%$, а через год – $(71,2 \pm 10,0)\%$. Таким образом, количество фаговых частиц в контрольных лизатах, полученных с использованием физиологического раствора, на 14% больше, чем в фаголизатах, приготовленных на ГО.

Показано, что выживаемость фагов, хранящихся при температуре $-(18 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$ на 5–7% выше, чем при использовании комбинированного

температурного режима (периодическое кратковременное повышение температуры от $-(18\pm 2)^\circ\text{C}$ до $+(18\pm 2)^\circ\text{C}$.

Использование для получения фаголизатов полноценной питательной среды (ГО или др.)

Во время процесса лиофилизации титр бактериофагов молочнокислых бактерий снижается, выживаемость фагов в зависимости от используемых защитных сред составила $(92,6\pm 6,6)\%$. Проверка жизнеспособности лиофилизированных бактериофагов, которую проводили через 0,5, 1,5 и 3 лет хранения при температуре $(+4\pm 2)^\circ\text{C}$ показала, что выживаемость зависела от вида фага и состава защитной среды. Самая высокая степень выживаемости у обоих фагов наблюдается при использовании в качестве защитной среды СЖА. Защитная среда, включающая 14% ОМ + 5% инозита, подходит не для всех фагов. При использовании вместо защитной среды дистиллированной воды (контроль) выживаемость фагов составила $(66,3\pm 7,2)\%$, что свидетельствует о эффективности использования защитных сред при лиофилизации бактериофагов.

Таблица 2 – Влияние защитных сред на выживаемость бактериофагов в процессе хранения

Защитная среда	Фаг № 122/10у				Фаг № 127/33			
	Титр фаголизата после лиофилизации, БОЕ/см ³	Выживаемость бактериофагов, %			Титр фаголизата после лиофилизации, БОЕ/см ³	Выживаемость бактериофагов, %		
		после 0,5 года хранения	после 1,5 лет хранения	после 3 лет хранения		после 0,5 года хранения	после 1,5 лет хранения	после 3 лет хранения
14% ОМ	$1,78 \cdot 10^7$	94,2	81,4	72,1	$9,0 \cdot 10^7$	75,2	66	60,5
СЖА	$3,0 \cdot 10^7$	89,8	84,3	80,6	$1,084 \cdot 10^8$	81,1	78,8	77,9
ЛЖА	$6,1 \cdot 10^7$	86,7	80	75,2	$1,15 \cdot 10^8$	79,1	77,1	75,9
СЖА+14% ОМ (1:1)	$3,5 \cdot 10^7$	89,4	80,9	76	$9,0 \cdot 10^7$	78,9	76,6	74,9
14% ОМ + 5% инозита	$3,51 \cdot 10^7$	91,6	88,5	86,2	$6,31 \cdot 10^7$	82	67,5	63,4
Дистиллированная вода	$3,51 \cdot 10^7$	72,8	66,6	61,8	$3,96 \cdot 10^7$	73,9	63,8	59,1

В течение первых шести месяцев снижение титра лиофилизированных бактериофагов происходило так же, как и при других способах хранения. Выживаемость составила $(84,8\pm 7,6)\%$. Однако при дальнейшем хранении снижение количества фаговых частиц в ампулах замедляется, и выживаемость через 1,5 года хранения составила $(78,1\pm 11,2)\%$, а через три года – $(74,3\pm 12,8)\%$, что свидетельствует о возможности про-

должительного хранения бактериофагов молочнокислых бактерий в лиофильном виде.

Заключение. Изучение влияния процесса замораживания и лиофилизации на фаговые частицы показало, что в процессе замораживания выживаемость фагов составляет $(96,2 \pm 2,3)\%$, при лиофилизации – $(92,6 \pm 6,6)\%$.

Установлено, что при хранении в жидком виде и при замораживании титр бактериофагов снижается равномерно в течение всего времени хранения. При этом количество фаговых частиц в контрольных лизатах, полученных с использованием физиологического раствора, снижается более интенсивно, чем в фаголизатах, приготовленных на основе питательной среды (ГО). Использование хлороформа в количестве 1,5% не оказывает влияние на выживаемость фаговых частиц.

Титр фаговых частиц при хранении в жидком и замороженном виде зависит от стабильности температурного режима: при использовании комбинированного температурного режима выживаемость фаговых частиц уменьшается.

При хранении лиофилизированных фагов уменьшение фаговых частиц происходит интенсивнее в течение первого года хранения, а на второй и третий год количество выживших бактериофагов практически неизменно.

Использование защитных сред повышает количество жизнеспособных фаговых частиц не только в процессе лиофилизации, но и при дальнейшем их хранении.

Литература

1. Сидякина, Т.М. Консервация генетических ресурсов. Консервация микроорганизмов / Т.М. Сидякина. – Пущино, 1985.– 48 с.
2. Адамс, М. Бактериофаги. / М. Адамс М. – 1961. С. 51–62.
3. Фурик, Н.Н. Влияние состава защитных сред на выживаемость бактериофагов молочнокислых бактерий при лиофилизации / Н.Н. Фурик, Е.М. Кононович, А.Н. Картель // Пищевая промышленность: наука и технология. – 2009. – №3(5). – С. 36–39.

K. Kononovich, N. Furik

COMPARISON OF METHODS OF STORAGE OF LACTOCOCCAL BACTERIOPHAGES

Summary

Vitality of bacteriophages of lactic acid bacterium *Lactococcus lactis* is investigated at storage in liquid, frozen and freeze-drying condition. Survival of virus particles at all ways of storage is species-specific. It was revealed that the survival of bacteriophages at storage in the liquid and frozen condition decreases to proportionally time frameworks. The survival of bacteriophages at storage in freeze-drying condition intensively decreases within the first year of storage, within the next two years changes towards reduction slightly. It is revealed that difficult protective environments are most suitable for freeze-drying process and the further storage of bacteriophages in a dried condition.

*Т.И. Дымар, Л.Л. Богданова, Т.А. Савельева, к.в.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ПОДБОР ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЛАКТО- И БИФИДОБАКТЕРИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

Подобраны штаммы лакто- и бифидобактерий, обладающие спектром производственно-ценных и ветеринарно-значимых свойств, в состав пробиотического бактериального концентрата для обогащения ЗЦМ.

Введение. Эффективное ведение животноводства неразрывно связано с выращиванием молодняка с высоким потенциалом продуктивности, так как правильное кормление является основой получения высокопродуктивного стада. Телят с рождения и до окончания молочного периода в основном кормят жидкими кормами: сначала молозивом, потом молоком или его заменителем. К сожалению, на протяжении молозивного и молочного периода из-за нарушений ветеринарно-санитарных условий содержания, снижения иммунитета при нарушении микрофлоры желудочно-кишечного тракта вследствие антибиотикотерапии у телят могут возникнуть диспепсии и энтериты, которые приводят к обезвоживанию организма и нередко к гибели. Применение антибиотиков для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний и стимуляции роста молодняка зачастую приводит также к селекции и циркуляции в хозяйствах условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, обладающих повышенной резистентностью к антибиотикам. Это обуславливает увеличение роста инфекционных заболеваний молодняка животных, при которых происходит срыв метаболических процессов, развивается дисбактериоз, снижаются темпы роста, падает сохранность поголовья. Для стабилизации здоровья телят используют как фармацевтические препараты и кормовые антибиотики, так и иммуноглобулины, пребиотики и пробиотики.

Пробиотические микроорганизмы – специально подобранные штаммы лакто- и бифидобактерий, вырабатывающие молочную кислоту

и биологически активные соединения. Пробиотики колонизируют эпителий кишечника телят, предохраняя от заселения патогенными бактериями, содействуют процессам пищеварения, регулируют обмен веществ, синтезируют витамины и некоторые незаменимые аминокислоты, обезвреживают токсические вещества и стимулируют иммунную систему, что позволяет улучшить сопротивление организма по отношению к инфекциям. Нормализация микрофлоры кишечника молодняка животных с помощью пробиотиков является самой безопасной для животных, а также и для людей, потребляющих продукцию животноводства, и одновременно самой эффективной. Поэтому использование пробиотиков в технологии выращивания молодняка крупного рогатого скота – наиболее современный способ профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Механизм действия пробиотиков, в отличие от антибиотиков, направлен не на уничтожение, а на конкурентное исключение условно-патогенных бактерий из состава микробного биоценоза и на повышение колонизации кишечника нормальной микрофлорой.

Многочисленными исследованиями показано, что включение пробиотиков в систему выращивания молодняка животных снижает заболеваемость, сокращает продолжительность выращивания, сокращает затраты кормов, повышает сохранность животных [1, 2].

Научно доказано, что ацидофильные микроорганизмы и бифидобактерии являются представителями нормальной микрофлоры кишечника. Ацидофильные палочки – активные кислотообразователи, снижающие рН питательной среды в процессе развития до 4,3–3,8. Кроме того, они способны продуцировать антибиотические вещества: ацидофилин и лактоцидин, подавляющие рост гнилостных бактерий, стрептококков и стафилококков, возбудителей брюшного тифа, паратифов, туберкулеза, дизентерии и дифтерии [3]. Антагонистическая активность бифидобактерий связана с продуцированием ими органических кислот (ацетата и лактата) и бактериоцинов с широким спектром антимикробного действия (ингибируют рост кишечных палочек, клостридий, сальмонелл, шигелл, листерий, вибрионов и др.), блокированием рецепторов на слизистой кишечника, предотвращающим фиксацию на них потенциально патогенных микроорганизмов [4–5]. Известно, что культуры *L. plantarum* образуют антибиотикоподобное вещество – лактолин, задерживающее рост

бактерий рода *Clostridia* и дрожжей р. *Candida*, а *L. casei* обладают антагонистическими свойствами по отношению к кишечной и сенной палочкам, к бактериям тифа и дизентерии и дрожжам р. *Candida* [6].

В последние годы в состав кормов для молодняка животных (ЗЦМ, комбикорм, силос) все активнее вводят пребиотики и бактериальные препараты пробиотических микроорганизмов (лакто- и бифидобактерий).

Цель настоящих исследований – является подбор пробиотических культур лакто- и бифидобактерий для создания бактериального концентрата, предназначенного для обогащения заменителя цельного молока (ЗЦМ). Важными критериями отбора являются антагонистическая активность в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры, устойчивость к применяемым в ветеринарии антибиотикам, хорошие технологические характеристики культур лакто- и бифидобактерий.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований явились штаммы лактобактерий (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei*) и бифидобактерий.

Отбор пробиотических культур лакто- и бифидобактерий в состав консорциума проводили в два этапа.

На первом этапе отобранные культуры исследованы по основным производственно-ценным свойствам, необходимым для получения бактериального концентрата, *на втором* – изучены основные ветеринарно-значимые свойства (антагонистическая активность в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры и устойчивость к применяемым в ветеринарии антибиотикам), определяющие пробиотическую ценность культур. Наряду с этим, проводились исследования по определению устойчивости лактобацилл и бифидобактерий к химическим агентам (поваренной соли и желчи) – как косвенному признаку приживаемости в кишечнике молодняка крупного рогатого скота.

Исследования проводили по общепринятым микробиологическим методикам, активность роста определяли по титрам в КОЕ/см³.

Изучение основных производственно-ценных свойств лактобацилл и бифидобактерий проводили по следующим показателям: активная ки-

слотность; предел кислотообразования в молоке; накопление биомассы (титр клеток, КОЕ/мл); микроскопический препарат.

Свойства изучали при выращивании культур в стандартных питательных средах. Для лактобацилл использовали среду *МРС*, для бифидобактерий – гидролизатно-молочную среду *ГМС*. Исследования проводили после культивирования в течение (16 ± 1) ч при инокуляции 1%-ом посевного материала. Предельную кислотность определяли после выращивания культур в стерильном обезжиренном молоке в течение 7 сут.

Изучение основных ветеринарно-значимых свойств проводили по следующим показателям: устойчивость к антибиотикам, антагонистическая активность в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, устойчивость к химическим агентам (поваренной соли, желчи).

Устойчивость к антибиотикам определяли дисковым методом. По величине зоны задержки роста судили о степени чувствительности культуры к данному антибиотику.

Исследование антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов проводили в РНИУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. Вышелесского». Антагонистическую активность определяли «чашечным методом» по зонам задержки роста тест-культуры.

Устойчивость лактобацилл и бифидобактерий к химическим агентам определяли путем выращивания культур в питательной среде, содержащей необходимую концентрацию химического агента, при оптимальной для данного вида температуре.

Результаты и их обсуждение.

I этап. Изучение основных производственно-ценных свойств проводили с целью выбора культур лакто- и бифидобактерий, обладающих хорошими технологическими характеристиками, необходимыми при производстве бактериальных концентратов. Свойства штаммов, выбранных в состав бактериального концентрата, представлены в табл. 1.

Для производства бактериального концентрата важна урожайность клеток. Из табл. 1 видно, что в состав бактериального концентрата выбраны штаммы, накапливающие в питательной среде высокое количество клеток в 1мл за 16 ч культивирования при инокуляции 1%-ом посе-

ного материала, значительно снижая активную кислотность среды. Штаммы *Lactobacillus helveticus* продуцируют максимальное количество кислоты, понижая активную кислотность питательной среды до значения рН 4,3, предел кислотообразования в молоке для этих культур составляет 320–390 Т.

Таблица 1 – Основные производственно-ценные свойства лактобацилл и бифидобактерий

№ штамма	Показатели, характеризующие рост культуры в питательной среде *		Предельная кислотность в молоке, Т	Микроскопический препарат
	титр клеток, КОЕ/мл	активная кислотность, рН		
<i>Lactobacillus acidophilus</i>				
1186 LA–AVF	8,0·10 ⁸	4,3	350	Палочки одиночные и объединенные в короткие цепочки
2649 TL–O	8,5·10 ⁸	4,4	255	Палочки одиночные и объединенные в короткие цепочки
<i>Lactobacillus helveticus</i>				
1191 TL–A	8,5·10 ⁸	4,3	390	Палочки одиночные и объединенные в короткие цепочки
2389 LA–AV	9,5·10 ⁸	4,3	320	Палочки одиночные и объединенные в короткие цепочки
<i>Lactobacillus casei</i>				
1196 ML–OFR	5,0·10 ⁸	4,8	151	Короткие тонкие палочки сгруппированные в цепочки
<i>Lactobacillus plantarum</i>				
1180 ML–OF	8,5·10 ⁸	4,7	170	Короткие тонкие палочки
<i>Bifidobacterium ssp.</i>				
432 OR	8,0·10 ⁸	5,0	82	Тонкие изогнутые палочки с ветвлением, встречаются в виде римских пятерок
1200 OR	1,5·10 ⁹	4,9	90	Тонкие прямые и изогнутые палочки в скоплениях и одиночные с бифуркациями на концах

* – Определяются после культивирования в течение (16±1) часов при инокуляции 1%–ом посевного материала.

Штаммы, производственно-ценные свойства которых приведены в табл. 1, соответствуют предъявляемым к ним требованиям и могут быть использованы для изготовления бактериального концентрата.

II этап. Изучение основных ветеринарно-значимых свойств.

Устойчивость лактобацилл и бифидобактерий к химическим агентам (поваренной соли, желчи) важна, так как является косвенным признаком приживаемости в кишечнике.

Результаты определения устойчивости лактобацилл и бифидобактерий к химическим агентам представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Устойчивость лактобацилл и бифидобактерий к химическим агентам

№ штамма	Устойчивость к			
	2% NaCl	4% NaCl	6% NaCl	20% желчи
<i>Lactobacillus acidophilus</i>				
1186 LA-AVF	+	–	–	+
2649 TL-O	+	+	–	+
<i>Lactobacillus helveticus</i>				
1191 TL-A	+	–	–	+
2389 LA-AV	+	–	–	+
<i>Lactobacillus casei</i>				
1196 ML-OFR	+	+	+	+
<i>Lactobacillus plantarum</i>				
1180 ML-OF	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium ssp</i>				
432 OR	+	–	–	+
1200 OR	+	–	–	+

Из табл. 2 следует, что все выбранные штаммы устойчивы к содержанию в питательной среде 20% желчи, штаммы *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus plantarum* – 6% поваренной соли, штаммы *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus* и *Bifidobacterium ssp.* – 2% поваренной соли, а штамм *Lactobacillus acidophilus* 2649TL-O – 4% поваренной соли.

При подборе культур для получения препаратов пробиотического действия особое внимание уделяется антагонистической активности штаммов-пробиотиков в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры, а также устойчивости к антибиотикам, применяемым в ветеринарии. Благодаря этому пробиотики не только способствуют восстановлению нормальной микрофлоры кишечника, но и подавляют постороннюю микрофлору.

Устойчивость к антибиотикам определяли дисковым методом. По величине зоны задержки роста судили о степени чувствительности культуры к данному антибиотику. Штаммы, у которых зона задержки роста составляет менее 15 мм, считаются резистентными к данному антибиотику, 15–25 мм – слабая чувствительность, больше 25 мм – чувствительность сильная.

В табл. 3 представлены результаты определения чувствительности культур к антибиотикам.

Таблица 3 –Характеристика лактобацилл и бифидобактерий по чувствительности к антибиотикам

№ п/п	Название антибиотика	Зоны задержки роста культур, мм							
		<i>Lactobacillus acidophilus</i> 1186 LA-AVF	<i>Lactobacillus acidophilus</i> TL-O	<i>Lactobacillus helveticus</i> TL-A	<i>Lactobacillus helveticus</i> 2389 LA-AV	<i>Lactobacillus casei</i> 1196 ML-OFR	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1180 ML-OF	<i>Bifidobacterium ssp.</i> 432 OR	<i>Bifidobacterium ssp.</i> 1200 OR
1	Карбенициллин	22	30	–	24	18	14	26	30
2	Оксациллин	14	20	10	18	10	–	12	16
3	Офлоксацин	– *	–	–	10	16	10	15	12
4	Цефалексин	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	–	20	26
5	Клиндамицин	30	16	24	16	24	16	30	34
6	Цефатоксим	–	–	–	30	16	–	28	28
7	Рифампицин	14	Нет данных	–	12	16	11	26	14
8	Амикомицин	8	–	–	10	–	–	–	–
9	Тетрациклин	24	28	–	30	20	12	26	20
10	Стрептомицин	14	–	–	22	–	–	–	8
11	Полимиксин	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Ампициллин	–	–	–	32	12	18	24	24
13	Норфлоксацин	–	–	–	–	–	–	–	–
14	Неомицин	10	Нет данных	–	12	–	8	–	–
15	Ципрофлоксацин	–	–	–	–	11	–	–	12
16	Линкомицин	26	35	–	20	16	–	28	28
17	Эритромицин	26	Нет данных	28	30	23	18	28	26
18	Метронидазол	–	Нет данных	–	–	–	–	12	–
19	Ципрофлоксацин	–	Нет данных	–	–	10	–	10	10
20	Ванкомицин	18	Нет данных	20	22	–	–	22	18
Среднее значение		19	25	21	21	16	13	22	20

* Прочерк «–» означает, что штамм не чувствителен к антибиотику.

В состав бактериальных концентратов выбраны штаммы резистентные либо обладающие слабой чувствительностью к содержанию в среде большинства исследованных антибиотиков.

Дальнейший выбор культур осуществляли исходя из результатов определения антагонистической активности в отношении патогенной и условно-патогенной флоры. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Антагонистическая активность лактобацилл и бифидобактерий в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

№ п/п	№ штамма	<i>Streptococcus porcinus</i>	<i>Streptococcus suis</i>	<i>Streptococcus equi</i>	<i>Staphylococcus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pasteurella multocida</i> серовариант А	<i>Pasteurella multocida</i> серовариант D	<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Haemophilus parasuis</i>	<i>Salmonella sholeraesuis</i>	<i>Bordetella bronchiseptica</i>	<i>Morganella</i>	Среднее значение
<i>Lactobacillus acidophilus</i>														
1	1186 LA-AVF	15	10,5	18	17	15	11,5	20,5	11	19,5	12,5	12,5	16	13,8
2	2649 TL-O	0	10,5	10	14,5	11,5	14	0	11	8	11	0	12	7,9
<i>Lactobacillus helveticus</i>														
3	1191 TL-A	10	11,5	13,5	12,5	22	12	0	19	12,5	13	0	13	10,7
4	2389 LA-AV	19	10	29,5	0	17,5	8,5	0	0	11	14,5	7,5	0	9,0
<i>Lactobacillus casei</i>														
5	1196 ML-OFR	17	13	22	0	10	0	0	0	22,5	0	12	13,5	8,5
<i>Lactobacillus plantarum</i>														
6	1180 ML-OF	0	14	16,5	0	21,5	13,5	0	20	16	15,5	10,5	8,5	10,5
<i>Bifidobacterium ssp.</i>														
7	432 OR	0	14	27,5	0	11,5	0	0	14	0	0	0	12,5	6,1
8	1200 OR	16	15	10	0	6,5	0	11	12	13,5	0	15,5	14,5	8,9

Примечание. Отсутствие или наличие антагонистической активности не является стабильным показателем и зависит от многих факторов: фазы роста того или иного микроорганизма, его формы (S, M, R, L-формы), степени патогенности (вирулентности), концентрации микробной взвеси, оптимума температуры (30–35°C, 37–38°C), pH среды и скорости роста (период одного деления клетки), типа дыхания клетки (аэроб, анаэроб, микроаэрофил) и много другое.

Включение штаммов с максимальной антагонистической активностью в отношении различных видов патогенной и условно–патогенной микрофлоры в состав консорциума для получения бактериального концентрата пробиотического действия, предназначенного для обогащения ЗЦМ, позволит получить кормовой продукт, обладающий пробиотическим действием в отношении ряда заболеваний молодняка крупного рогатого скота.

Заключение. В состав сухого бактериального концентрата отобраны культуры лактобацилл и бифидобактерий, резистентные к содержанию большинства антибиотиков в среде, обладающие антагонистической активностью в отношении различных видов патогенной и условно–патогенной микрофлоры. Использование этих культур обеспечит получение бактериального концентрата для обогащения заменителя цельного молока, обладающего пробиотическим действием.

Литература

1. Рябая, Н.Е. Пробиотики для животноводства и механизмы их лечебного действия / Н.Е. Рябая [и др.] // Ветеринарная наука – производству: сб. науч. тр. – Минск: РНИУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского. – 2005. – С. 448–449.

2. Бородич, Л.М. Определение антагонистической активности молочнокислых микроорганизмов к основным возбудителям субклинического мастита у коров / Л.М. Бородич [и др.] // Ученые записки, Т. 43, вып. 2 (июль–декабрь 2007). Витебск: УО «Витебская ордена «Знак Почета» Государственная академия ветеринарной медицины». – 2007. – С. 123–125.

3. Квасников, Е.И. Молочнокислые бактерии и пути их использования / Е.И. Квасников, О.А. Нестеренко – М. 1975. – С. 32–45, 58–65.

4. 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. – М., 1986. С. 32–38.

5. Бойцов, А.Г. Как победить дисбактериоз у детей и взрослых / А.Г. Бойцов, В.Г. Лифляндский – М.: Олма-Пресс, 2002.

6. Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б.А. Шендеров – Т. 2. – М.: Грант, 1998.

T. Dymar, L. Bogdanova, T. Savelyeva, N. Furik

**SELECTION OF MICROORGANISMS LACTOBACILLUS AND
BIFIDOBACTERIUM FOR CREATION ON THEIR BASIS OF THE
BACTERIAL CONCENTRATE FOR ENRICHMENT
OF THE SUBSTITUTE OF WHOLE MILK**

Summary

In structure of a dry bacterial concentrate cultures *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*, resistant to the maintenance of the majority of antibiotics in the growth medium, possessing antagonistic activity concerning various kinds of pathogenic and opportunistic–pathogenic microflora are selected. Using these cultures we will receive a bacterial concentrate for enrichment of a substitute of the whole milk having probiotic effect.

С.Л. Василенко, к.б.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»

ИЗУЧЕНИЕ БАКТЕРИЙ Р. *BIFIDOBACTERIUM*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КИШЕЧНИКА ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ

Из 40 накопительных культур выделены штаммы бифидобактерий, которые на основании культурально–морфологических и физиолого–биохимических методов идентифицированы до вида: Bifidobacterium bifidum (3 штамма), Bifidobacterium longum (2 штамма), Bifidobacterium lactis (1 штамм), Bifidobacterium adolescentis (2 штамма), Bifidobacterium infantis (1 штамм).

Введение. В настоящее время особое внимание уделяется здоровому (функциональному) питанию, направленному на нормализацию состояния пищеварительного тракта человека. Функциональное питание предусматривает систематическое употребление продуктов естественного происхождения, которые оказывают регулирующее воздействие на организм человека. Для коррекции состава кишечной микрофлоры часто применяют пробиотики – живые микроорганизмы, которые, попадая в организм при приеме пищи в определенных количествах, оказывают благотворный эффект на здоровье человека. Наиболее часто в качестве пробиотиков используют молочнокислые бактерии – грамположительные, неспорообразующие, каталаза-отрицательные микроорганизмы, которые лишены цитохромов, обитают в анаэробных условиях, являясь при этом высокоферментативными, устойчивыми к кислороду и способными расти в кислой среде [1].

Регулярное употребление пробиотиков оказывает на организм человека положительное влияние, выражающееся в:

- *регуляции кишечной микрофлоры*, благодаря адгезии бактерий на слизистой оболочке и продуцированию во внешнюю среду антибактериальных соединений и измененных жирных кислот [2];

- *продукции антимикробных веществ*, в частности бактериоцинов, имеющих бактерицидное или бактериостатическое действие на широкий круг грамположительных и грамотрицательных бактерий [3];

– *снижению непереносимости лактозы*, поскольку непосредственно обеспечивают организм β -галактозидазой и косвенно, понижая рН окружающей среды, создают преимущества для роста кишечной микрофлоры, которая продуцирует β -галактозидазу [4];

– *укреплению иммунной системы*. Пробиотические бактерии способны усиливать разные иммунные функции, такие как активирование лимфоцитов и макрофагов, стимулирование продукции антител [5, 6].

– *противоопухолевой профилактике*, поскольку обладают антимутагенными и антиканцерогенными свойствами [7, 8];

– *продукции витаминов*. Пробиотические бактерии осуществляют синтез витаминов группы В, биотина; РР, фолиевой кислоты, викасола, токоферола и аскорбиновой кислоты. Снижая рН кишечного содержимого, они создают благоприятные условия для всасывания железа, кальция и витамина D [9].

Предпочтительными для использования в качестве пробиотиков являются препараты, содержащие штаммы бифидобактерий и лактобацилл, поскольку именно данные микроорганизмы преобладают в микрофлоре желудочно-кишечного тракта здорового человека [10].

Цель данной работы – выделить и идентифицировать бактерии р. *Bifidobacterium* из кишечника здоровых людей.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали 40 накопительных культур бактерий р. *Bifidobacterium*.

В работе использовали коммерческую среду ГМК-2. Агаризованная среда содержала 0,15% агара (полужидкая, для инкубирования бактерий в пробирках) или 1,5 % агара (плотная, для выращивания микроорганизмов на поверхности чашек Петри).

Для приготовления физиологического раствора в 1000 см³ дистиллированной воды растворяли 8,5 г хлористого натрия. Стерилизовали при 121±1°C в течение 20 мин.

Культивирование бактерий проводили в термостате при 37±2°C.

Для создания анаэробных условий использовали анаэростат GENbox Jar7L REF96128 и генератор анаэробных условий GENbox anaer (BIOMERIEUX, Франция).

Приготовление фиксированного препарата. На чистое и обезжи-

ренное предметное стекло петлей наносили культуру исследуемого микроорганизма, тщательно распределяли полученную суспензию по поверхности стекла. Высушивали мазок при комнатной температуре, после чего над пламенем спиртовки осуществляли его фиксирование.

Определение грампринадлежности. Фиксированный мазок окрашивали карболовым раствором генцианового фиолетового, после чего его обрабатывали в течении 1–2 мин раствором Люголя до почернения, далее обесцвечивали 96%-ным этиловым спиртом, промывали дистиллированной водой и окрашивали в течении 1–2 мин водным раствором фуксина. При микроскопировании с иммерсионной системой грамположительные бактерии окрашивались в фиолетовый цвет, грамотрицательные – в розовый.

Наличие каталазы определяли по СТБ ГОСТ Р 51446–2001 п. 9.6.3. Для этого на предметное стекло наносили 1 каплю культуральной жидкости и 1 каплю раствора перекиси водорода массовой долей 3–5%. Сразу и через 5 мин отмечали появление пузырьков кислорода (положительная проба на каталазу) или их отсутствие (отрицательная проба на каталазу).

Определение наличия эндоспор. Фиксированный микроскопический препарат 5–7-дневной бактериальной культуры окрашивали 5%-ным раствором малахитового зеленого, нагревали 2–3 раза до появления паров, держа стекло над пламенем спиртовки. Препарат промывали дистиллированной водой и в течении 30 с докрашивали 0,5%-ным раствором сафранина. При микроскопировании с иммерсионной системой споры окрашивались в зеленый цвет, бактериальные клетки – в красный.

Определение способности бактерий разжижать желатин. Бактериальные культуры выращивали в течении 16 ± 2 ч в, после чего по 200 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды, где вместо агара в качестве уплотнителя использовали 20%-ный желатин. Бактерии инкубировали в течении 14 сут.

Определение наличия газообразования. Бактериальные культуры выращивали в течении 16 ± 2 ч в среде (содержание агара – не менее 0,15%), где единственным источником углерода и энергии является исследуемый субстрат. Об образовании газа судили по появлению на поверхности среды пены или разрывов и пузырьков в толще среды.

Определение способности бактерий расти в средах с разной ки-

слотностью. Бактериальные культуры выращивали в течении 16 ± 2 ч, после чего по 100 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды ГМК–2 с определенной кислотностью. Инкубировали в течении 48–72 ч.

Определение способности бактерий ферментировать углеводы. Бактериальные культуры выращивали в течении 16 ± 2 ч, после чего по 100 мкл бактериальной суспензии клеток вносили в 10 мл среды ГМК-2, где единственным источником углерода и энергии являлся исследуемый углеводород. В качестве индикатора использовали бромкрезоловый пурпурный в концентрации 0,02%. Инкубировали в течении 48–72 ч.

Результаты и их обсуждение. Бактерии р. *Bifidobacterium* – грам-положительные микроорганизмы, представлены палочками неправильной формы, которые встречаются одиночно, группами либо короткими цепочками. Клетки бифидобактерий не имеют капсулы, не образуют спор, неподвижны. Бактерии *Bifidobacterium* анаэробы, хотя некоторые виды устойчивы к низким концентрациям кислорода, но только в присутствии CO_2 . Они не образуют индол, не гидролизуют желатин, не обладают каталазой (за исключением *B. indicum* и *B. asteroides*, способных расти в присутствии воздуха), имеют оптимум роста при температуре $35\text{--}39$ °С и рН среды $6,5\text{--}7,0$, обладают фруктозо–6–фосфокетолазой, которая расщепляет фруктозо–6–фосфат на ацетил–фосфат и эритрозо–4–фосфат. Бифидобактерии образуют кислоту, но не газ из различных углеводов [9].

Для получения чистых культур микроорганизмов накопительные культуры бифидобактерий, полученные из Белорусского государственного медицинского университета, рассеивали до изолированных колоний на чашки со средой ГМК–2, которые инкубировали в анаэробных условиях в течении 72 ч. Выросшие одиночные колонии, различающиеся по морфологическим признакам, трехкратно пассировали на плотной среде, последовательно отбирая одиночные колонии, после чего их выделяли в чистые культуры. При этом штаммы, полученные из 14 накопительных культур, оказались неспособными к росту на синтетических средах в лабораторных условиях через 1–3 пересева. Из оставшихся 26 накопительных культур было выделено 50 чистых культур бактерий р. *Bifidobacterium*.

Для подтверждения родовой принадлежности выделенных штаммов была разработана методика, включающая основные физиолого-биохимические характеристики бактерий рода *Bifidobacterium*, позволяющая их дифференцировать от других близкородственных родов микроорганизмов (табл. 1) [9].

Таблица 1 – Физиолого-биохимические характеристики для определения принадлежности микроорганизмов к р. *Bifidobacterium*.

Тест	Характеристика микроорганизмов
Грампринадлежность	Бактерии грамположительные
Отношение к каталазе	Бактерии каталазоотрицательные
Форма клеток и расположение их на микроскопическом препарате	Палочки неправильной формы с утолщениями на одном или обоих концах, расположены по одиночке, парами, в группах или коротких цепочках.
Способность гидролиза желатины	Бактерии желатину не разжижают
Наличие спор	Бактерии спор не имеют
Способность образования газа из глюкозы	Бактерии не образуют газ из глюкозы
Способность расти в среде с пониженной кислотностью ($pH \leq 4,0$)	Бактерии не растут в среде с пониженной кислотностью
Способность расти в среде с повышенной кислотностью ($pH \geq 9,0$)	Бактерии не растут в среде с повышенной кислотностью

Установлено, что при окрашивании фиксированных микроскопических препаратов чистых культур все штаммы гомогенные, форма клеток – палочки неправильной формы с утолщениями по концам, расположенные одиночно, парами, группами либо короткими, до 4 клеток, цепочками (табл. 2).

При определении родовой принадлежности выделенных штаммов установили грампринадлежность исследуемых бактерий. Как видно из табл. 2, все исследуемые чистые культуры бактерий грамположительны. При перемешивании суспензии бактериальных клеток с 5%-ной перекисью водорода не наблюдали образования пузырьков газа, что свидетельствовало об отсутствии каталазы у изучаемых нами микроорганизмов. У выделенных бактерий не наблюдали образования спор в мазке, окрашенной специальным методом.

Все исследованные штаммы бифидобактерий не росли как в среде с низким значением pH, так и в среде с pH 9,0 (табл. 2).

При изучении способности выделенных бактерий осуществлять гидролиз желатина, установлено, что указанные микроорганизмы не способны разжижать желатину при инкубировании в течении 14 дней (табл. 2).

Таблица 2 – Физиолого–биохимическая характеристика бактерий, выделенных из фекалий людей различных возрастных групп, позволяющая идентифицировать их как бактерии р. *Bifidobacterium*.

Штамм	Грам–принадлежность	Наличие спор	Отношение к каталазе	Разжижение желатины	Рост в среде с рН:		Наличие газообразования	Характеристика бактериальных клеток в микроскопическом препарате	Общее количество штаммов
					4,0	9,0			
BF2/1, BF2/2, BF3/2, BF5/1, BF5/2, BF6/1, BF6/2, BF6/3, BF16/1, BF16/2, BF19/1, BF19/2, BF23/1, BF23/2, BF26/1, BF26/2, BF28, BF33, BF34/1, BF34/2, BF35/1, BF35/2, BF39/1, BF39/2	+	—	—	—	—	—	—	Палочки неправильной формы с утолщениями на обоих концах, расположены по одиночке и парами	24
BF7/1, BF7/2, BF8, BF9/1, BF9/2, BF13/1, BF13/2, BF14/1, BF14/2, BF15/1, BF15/2, BF15/3, BF24/1, BF24/2, BF27, BF30/1, BF30/2, BF31/1, BF31/2, BF40/1, BF40/2, BF40/3	+	—	—	—	—	—	—	Палочки неправильной формы с утолщениями на обоих концах, расположены по одиночке, парами и в группах	22
BF3/1, BF22, BF26/3, BF32,	+	—	—	—	—	—	—	Палочки неправильной формы с утолщениями на обоих концах, расположены по одиночке, парами и в коротких цепочках	4

Примечание: знак «+» – положительный тест, знак «–» – отрицательный тест

Таким образом, на основании первичной идентификации все выделенные микроорганизмы были отнесены к р. *Bifidobacterium*.

С использованием коммерческих стрип–систем для идентификации анаэробов Ari20A (основана на изменении цвета индикаторов рН в пробирках с определенными углеводами или после добавления соответствующих реактивов через 24–48 ч инкубирования) и RapidID32A (идентификации анаэробов за 4 ч с использованием 32 стандартизированных биохимических тестов) (BioMérieux, Франция) 12 штаммов бифидобактерий исследовали по физиолого-биохимическим свойствам. Интерпретацию результатов и идентификацию производили с помощью соответствующей базы данных программы АТВ-plus (BioMérieux, Франция).

Бактериальные культуры, выращенные в течении 18–24 ч в анаэробных условиях в жидкой среде ГМК-2, осаждали центрифугированием при 3000 об/мин и тщательно ресуспендировали в 1 мл стерильного физиологического раствора. Суспензию клеток вносили в стрип–тесты согласно рекомендациям фирмы–изготовителя (BioMérieux, Франция).

Как видно из таблицы 3, все исследованные штаммы не образуют индол, не обладают уреазой, желатиназой, ферментируют глюкозу, лактозу, сахарозу (за исключением штамма BF24/1), мальтозу (за исключением штамма BF15/1), раффинозу (за исключением штамма BF27). Среди исследованных микроорганизмов наибольшее количество углеводов ферментировали штаммы BF2/1 и BF40/1 (D-глюкозу, D-маннит, D-лактозу, D-сахарозу, D-мальтозу, салицин, D-ксилозу, L-арабинозу, глицерин, D-целлобиозу, D-маннозу, D-мелизитозу, D-раффинозу, D-сорбит, L-рамнозу, D-трегалозу), наименьшее – BF27 (D-глюкозу, D-маннит, D-лактозу, D-сахарозу, D-мальтозу, D-ксилозу).

Таким образом, по результатам идентификации с использованием стрип-системы Ari20A подтверждена принадлежность исследуемых микроорганизмов к р. *Bifidobacterium*, при этом вероятность идентификации составила 72,0% (для штамма BF30/1) и выше.

Таблица 3 – Биохимическая идентификация анаэробных микроорганизмов с использованием стрип-системы Api20A.

Штамм	Образование индола	Наличие уреазы	Ферментация D-глюкозы	Ферментация D-маннита	Ферментация D-лактозы	Ферментация D-сахарозы	Ферментация D-мальтозы	Ферментация-салицина	Ферментация D-кейлозы	Ферментация L-арабинозы	Гидролиз желатина	Гидролиз эскулина	Ферментация-яглицерина	Ферментация D-целлобиозы	Ферментация D-маннозы	Ферментация D-мелизитозы	Ферментация D-раффинозы	Ферментация D-сорбита	Ферментация L-рамнозы	Ферментация D-трегалозы	Наличие каталазы	Наличие спор	Грампринадлежность	Морфология клеток – кокки	Организм
BF2/1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 96,5
BF7/1	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 96,5
BF9/1	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 98,3
BF13/2	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 94,9
BF15/1	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 99,9
BF19/1	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 82,4
BF23/1	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 91,9
BF24/1	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 99,0
BF27	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 88,6
BF30/1	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 72,0
BF35/1	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 97,3
BF40/1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	<i>Bifidobacterium</i> % id = 96,5

Примечание: знак «+» – положительный тест, знак «-» – отрицательный тест

Как видно из табл. 4, все исследованные штаммы не обладают ферментами: уреазой, аргининдегидролазой, фосфо- β -галактозидазой, β -глюкуронидазой, щелочной фосфатазой, лейцинглицин-ариламидазой, пироглютамат-ариламидазой, аланинариламидазой, глутаминат-декарбоксилазой, α -фукозидазой глутаминглутамат-ариламидазой, не восстанавливают нитраты, не образуют индол; обладают α - и β -галактозидазами, α -глюкозмидазой, аргининариламидазой, пролинариламидазой, фенилаланин-ариламидазой, лейцинариламидазой, тирозинариламидазой, глицинариламидазой, гистидинариламидазой, серинариламидазой. При этом различия наблюдали лишь в наличии или отсутствии ферментов β -глюкозмидазы (обладали штаммы BF2/1, BF7/1, BF13/2, BF35/1, BF40/1), α -арабинозидазы (не обладали штаммы BF19/1, BF27, BF30/1), N-ацетил- β -глюкозаминидазы (обладали штаммы BF19/1, BF27, BF30/1).

Таким образом, биохимическая идентификация с использованием стрип-системы RapidID32A подтвердила принадлежность исследуемых микроорганизмов к р. *Bifidobacterium*, при этом вероятность идентификации составила 98,5% (для штаммов BF2/1, BF7/1, BF13/2, BF35/1, BF40/1) и выше.

Для определения видовой принадлежности бифидобактерий изучали способность исследуемых микроорганизмов образовывать кислоту из различных субстратов.

Как видно из таблицы 5, штаммы BF15/1 и BF30/1 ферментируют галактозу, раффинозу и глюкозу, штамм BF27 – галактозу и глюкозу, на основании чего их можно отнести к виду *Bifidobacterium bifidum*. Штаммы BF9/1, BF23/1 утилизируют глюкозу, L-арабинозу, D-маннозу, D-галактозу, раффинозу, мальтозу, мелзитозу, следовательно, данные штаммы относятся к виду *Bifidobacterium longum*. Штамм BF24/1, ассимилирующий глюкозу, L-арабинозу, D-галактозу, раффинозу, мальтозу, идентифицирован как *Bifidobacterium lactis*. Штаммы BF7/1 и BF13/2, ферментирующие салицин, глюкозу, L-арабинозу, D-галактозу, раффинозу, мальтозу, крахмал, были отнесены к виду *Bifidobacterium adolescentis*, штамм BF19/1, утилизирующий глюкозу, D-галактозу, раффинозу, мальтозу, идентифицирован как *Bifidobacterium infantis*.

Таблица 5. – Биохимическая идентификация бифидобактерий с использованием биохимических тестов

Штамм	Ферментация углеводов при культивировании в ГМК–2 среде										Видовая принадлежность
	салицин	L–арабиноза	D–манноза	D–галактоза	раффиноза	крахмал	мальтоза	мелизитоза	глюкоза	без источника углерода	
BF7/1	+	+	–	+	+	+	+	–	+	–	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
BF9/1	–	+	+	+	+	–	+	+	+	–	<i>Bifidobacterium longum</i>
BF13/2	+	+	–	+	+	+	+	–	+	–	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
BF15/1	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
BF19/1	–	–	–	+	+	–	+	–	+	–	<i>Bifidobacterium infantis</i>
BF23/1	–	+	+	+	+	–	+	+	+	–	<i>Bifidobacterium longum</i>
BF24/1	–	+	–	+	+	–	+	–	+	–	<i>Bifidobacterium lactis</i>
BF27	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
BF30/1	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–	<i>Bifidobacterium bifidum</i>

Примечание: «+» – положительный тест (изменение окрашивания среды)
«–» – отрицательный тест (нет изменения окрашивания среды)

Закключение. Из 40 накопительных культур выделены чистые культуры микроорганизмов, которые проверены на грампринадлежность, отношение к каталазе, наличие спорообразования, рост в среде с различной кислотностью (рН 4,0 и рН 9,0), гидролиз желатина. Показано, что при окрашивании фиксированных микроскопических препаратов штаммы гомогенные, форма клеток – палочки неправильной формы с утолщениями по концам, расположенные одиночно, парами, группами либо короткими, до 4 клеток, цепочками. Все исследуемые бактерии грамположительны, спор не образуют, а также не обладают способностью к росту как в среде с повышенной, так и в среде с пониженной кислотностью. При росте микроорганизмов в среде, содержащей 20% желатина, не наблюдали его гидролиз.

С использованием стрип-систем для идентификации анаэробов Api20A и RapidID32A) (BioMerieux, Франция) подтверждена принадлежность изучаемых микроорганизмов к р. *Bifidobacterium*. Физиолого-

биохимические исследования штаммов бифидобактерий позволили идентифицировать штаммы BF15/1, BF30/1 и BF27 как *Bifidobacterium bifidum*, штаммы BF9/1, BF23/1 – *Bifidobacterium longum*, штамм BF24/1 – *Bifidobacterium lactis*, штаммы BF7/1 и BF13/2 – *Bifidobacterium adolescentis*, штамм BF19/1 – *Bifidobacterium infantis*.

Литература

1. Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б.А. Шендеров // Пробиотики и функциональное питание. – Т. 3 – М.: ГРАНТЬ, 2001. – 288 с.
2. McFarland, G.T. The colonic flora, fermentation and large bowel digestive function / G.T. McFarland, J.H. Cummings // *The Large Intestine: Physiology, Pathophysiology and Disease*. S.F. Phillips, J.H. Pemberton and R.G. Shorter (Eds.), Raven Press. – New York, NY. 1991. – P. 51–92.
3. Yildirim, Z. Characterization and antimicrobial spectrum of bifidocin B, a bacteriocin produced by *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454 / Z. Yildirim, M.G. Johnson // *J. Food Prot.* – 1999. – Vol. 61. – P. 47–51.
4. Rambaud, C. Effect of microbial lactase activity in yogurt on the intestinal absorption of lactose / C. Rambaud // *Br. J. Nutr.* – 1990. – Vol.64. – P.71–79.
5. Hatcher, G.E. Augmentation of macrophage phagocytic activity by cell-free extracts of selected lactic acid producing bacteria / G.E. Hatcher, R.S. Lambrecht // *J. Dairy Sci.* – 1993. – Vol. 76. – P. 2485–2492.
6. Marin, M.L. Differential cytokine production in clonal macrophage and T-cell lines cultured with bifidobacteria / M.L. Marin [et al] // *J. Dairy Sci.* – 1996. – Vol. 80. – P. 2713–2720.
7. Challa, A. *Bifidobacterium longum* and lactulose suppress azoxymethane-induced colonic aberrant crypt foci in rats / A. Challa [et al] // *Carcinogenesis*. – 1997. – Vol. 18. – P. 517–521.
8. Zhang, X.B. Microorganisms in the gastrointestinal tract of the rat prevent absorption of the mutagen-carcinogen 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido-[4,3-b]-indole / X.B. Zhang, Y. Ohta // *Can. J. Microbiol.* – 1993. – Vol. 39. – P. 841–845.
9. Biavati, B. The family *Bifidobacteriaceae* / B. Biavati, P. Mattarelli // *The Prokaryotes* / Dworkin M. [et al.] (Eds.), 3rd ed., Springer-Verlag, NY. 2001. P. 315–375.

10.Rastall, R.A. Bacteria in the gut: Friends and Foes and how to alter the balance / R.A. Rastall // J. Nutr. – 2004. – Vol. 134. – № 8. – P. 2022S-2026S.

S. Vasylenko, N. Furik

STUDYING OF BIFIDOBACTERIUM ISOLATED FROM FECES OF HEALTHY PEOPLE

Summary

The *Bifidobacterium* strains were extracted from 40 accumulative bacterial cultures. With using morphological, physiological and biochemical methods they were identified as *Bifidobacterium bifidum* (3 strains), *Bifidobacterium longum* (2 strains), *Bifidobacterium lactis* (1 strain), *Bifidobacterium adolescentis* (2 strains), *Bifidobacterium infantis* (1 strain).

Т.Н. Головач^{1,2}, Н.К. Жабанос¹, к.т.н., В.П. Курченко²
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹,
Белорусский государственный университет²

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА АНТИГЕННЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ СЕРИНОВЫМИ ПРОТЕАЗАМИ ТРИПСИНОМ И АЛКАЛАЗОЙ

Исследованы степень протеолиза и антигенные свойства гидролизатов сывороточных белков, полученных с использованием сериновых протеаз: алкалазы и трипсина, а также комплекса ферментов. Методами SDS-электрофореза в ПААГ, высокоэффективной жидкостной хроматографии установлено, что при совместном использовании сериновых протеаз достигается наиболее полный гидролиз основных белковых аллергенов молока – β -лактоглобулина и α -лактальбумина, тогда как удаление высокомолекулярной фракции БСА осуществляется путем фильтрации гидролизатов. Изучение антигенных свойств гидролизата, полученного с использованием алкалазы и трипсина, методом двойной радиальной иммунодиффузии (по Ухтерлони), показало наличие в нем бивалентных антигенных детерминант; согласно результатам иммуноферментного анализа выявлено снижение способности связывать антитела на 60%. Фильтрация гидролизата привела к получению не образующей иммунные комплексы в реакции Ухтерлони пептидной фракции с $M_r \leq 10$ кДа, антигенный потенциал которой составил менее 10%.

Введение. Основные сывороточные белки, среди которых выделяют β -лактоглобулин (β -лг), α -лактальбумин (α -ла) и бычий сывороточный альбумин (БСА), составляют 20% общего белка молока и используются в качестве белкового компонента для широкого ассортимента продуктов питания [1]. Но данные белки являются основными аллергенами молока [2]. В частности, в молоке содержится относительно большое количество β -лг – 12%, а в сыворотке оно составляет 60% [3]. Этот белок выступает в качестве эффективного иммуномодулятора и является основной причиной аллергической реакции на молоко, которая возникает у 2–3% детей [4]. Ферментативный гидролиз аллергенной фракции позволяет расщепить антигенные детерминанты нативных сывороточных белков [5]. Для самих белков, а также продуктов их гидролиза показано наличие широкого спектра биологических активностей: антибактериальные

и антифунгальные свойства, гипотензивный, иммуномодулирующий эффекты и др. [6]. Для получения гипоаллергенного белкового компонента продуктов специализированного и детского питания необходим ферментативный гидролиз сывороточных белков с применением эндо- и экзопротеаз или комплексов различных протеаз для увеличения глубины протеолиза, преобладания в гидролизате короткоцепочечных пептидов [7]. Ферментативное расщепление сывороточных белков осуществляется с использованием широкого спектра протеаз микробного (алкалаза, нейтраза, термолизин), животного (пепсин, трипсин, химотрипсин) и растительного (папаин, бромелаин, фицин) происхождения [8].

Цель работы – исследование степени протеолиза и антигенных свойств гидролизатов сывороточных белков, полученных с использованием алкалазы и трипсина, а также комплекса ферментов.

Материалы и методы исследования. В работе использовали концентрат сывороточных белков, полученный методом ультрафильтрации (КСБ-УФ-70, ОАО «Щучинский маслосырзавод», ТУ ВУ 100377914.550–2008) с массовой долей белка 72,8% (концентрацию белка измеряли методом Лоури [9]). Для гидролиза сывороточных белков применяли фермент алкалазу (*Protease from Bacillus licheniformis*, 2.4 AU/g, Sigma, USA) и трипсин (*protease from bovine pancreas*, $\geq 6,000$ BAEE units/mg, Sigma, USA).

Ферментативное расщепление сывороточных белков проводили при концентрации КСБ-УФ-70 2% (по белку) и соотношении фермент: субстрат 1% (концентрации алкалазы $0,48 \cdot 10^{-3}$ AU/ml, трипсина – $\geq 1,2$ BAEE units/ml), 50 °C, pH 8,0, в течение 2 ч. При комплексном использовании ферментов вносили по 0,5% алкалазы и трипсина. pH раствора сывороточных белков доводили с использованием 1N NaOH. Фермент инактивировали прогреванием гидролизата при 90 °C в течение 10 мин, после чего пробы немедленно замораживали при –20 °C для последующего анализа. Степень протеолиза сывороточных белков контролировали с использованием SDS-электрофореза в полиакриламидном геле [10]. Электрофореграммы продуктов гидролиза сывороточных белков оценивали с помощью специализированного программного обеспечения для обсчета электрофореграмм ImageQuant 5.1. Степень протеолиза определяли как относительное количество расщепленного белка, выраженное в %.

Для изучения антигенных свойств гидролизатов сывороточных белков трипсином и алкалазой использовали иммуноферментный анализ (ИФА) [11]. Антигенность определяли как соотношение значений оптической плотности нативного белка к оптической плотности исследуемого образца, выраженное в %. Статистическую обработку экспериментальных данных и построение графиков осуществляли в программе Statistica 7.0.

Получение поликлональных антител против β -лг. Кроликов иммунизировали β -лг (варианты А и В; Sigma, USA) с интервалом 7 дней в течение 2,5 месяцев. Для инъекции использовали 1 мл раствора белка в концентрации 1 мг/мл в смеси с полным адьювантом (Freund's adjuvant; CALBIOCHEM-BEHRING CORP., USA). Забор крови осуществляли с интервалом 7 дней в количестве 20–40 мл. Специфичность отделенной от кровяного сгустка сыворотки определяли методом двойной радиальной иммунодиффузии в агарозном геле (по Ухтерлони) [12]. Далее полученные сыворотки использовали для определения аллергенных свойств модифицированного β -лг и его гидролизатов по Ухтерлони.

ВЭЖХ анализ белкового и пептидного состава КСБ и гидролизатов сывороточных белков проводили на хроматографе Agilent 1100 (США) с использованием колонки Zorbax-300SB C18 (4,6×250 мм). Колонку уравнивали 0,1%-ным водным раствором ТФУ. Элюцию белков осуществляли с использованием линейного градиента ацетонитрила от 0 до 50% в течение 40 мин при комнатной температуре в потоке 1,0 мл/мин. Детекцию проводили при 214 и 280 нм.

Результаты и их обсуждение. Данное исследование направлено на изучение особенностей протеолиза сывороточных белков, являющихся основными аллергенами молока, сериновыми протеазами: алкалазой и трипсином, а также при комплексном их использовании. Известно, что преобладающими компонентами фракции сывороточных белков являются β -лактоглобулин (β -лг), α -лактальбумин (α -ла) и бычий сывороточный альбумин (БСА) в соотношении 10 : 4 : 1 [1]. Из 25 белков молока, способных вызвать аллергическую реакцию у человека, наибольшим аллергенным потенциалом обладают β -лг > казеин > α -ла > БСА [13]. Ферментативный гидролиз белкового компонента направлен на расщепление

антигенных детерминант, а также получение продукта с повышенной питательной ценностью [14].

Лактоглобулин – основной белок сыворотки, имеющий глобулярную структуру, представленную цепью из 162 аминокислотных остатков; молекулярная масса β -лактоглобулина составляет 18,4 кДа [15]. Белок содержит два стабилизирующих дисульфидных мостика и три тиольных группы. В нейтральных условиях происходит агрегация мономеров с образованием димера, диссоциирующего на субъединицы при $\text{pH} < 3,5$ и $\text{pH} > 6,5$ [16]. Лактальбумин – глобулярный белок, образованный цепью из 123 аминокислотных остатков, с молекулярной массой 14,2 кДа; в структуре глобулы выявлено наличие четырех дисульфидных мостиков и связанных ионов кальция [17]. БСА представлен одной полипептидной цепью, которая сформирована 583 аминокислотными остатками и при $\text{pH} 5\text{--}7$ содержит 17 дисульфидных мостиков и 1 сульфгидрильную группу; молекулярная масса белка составляет 66,4 кДа [18].

Для получения гидролизатов описанных выше белков использовали ферменты класса сериновых протеаз: алкалазу и трипсин. Алкалаза (3.4.21.62) – протеолитический фермент, полученный глубинной ферментацией штамма *Bacillus licheniformis*. Расщепление субстрата указанным ферментом происходит преимущественно по Phe, Trp, Tyr, Glu, Met, Leu, Ala, Ser, Lys-аминокислотным остаткам при $\text{pH} 6,5\text{--}8,5$. Трипсин (3.4.21.4) катализирует гидролиз пептидных связей, образованных остатками основных аминокислот – аргинина и лизина. Фермент проявляет каталитическую активность в диапазоне $\text{pH} 7,0\text{--}9,0$ [20]. В активном центре указанных ферментов содержатся три аминокислотных остатка: у алкалазы – Ser₂₂₁, His₆₄ и Asp₃₂, трипсина – Ser₁₉₅, His₅₇ и Asp₁₀₂, образующие систему переноса заряда [19–20]. Механизм гидролиза сериновыми протеазами включает нуклеофильную атаку Ser₂₂₁ (алкалазы):Ser₁₉₅ (трипсина) карбонильной группы субстрата с образованием ацилфермента, который затем гидролизуется водой. В трипсине участок активного центра, отвечающий за специфическое связывание субстратов, содержит фиксированный отрицательный заряд, обусловленный карбоксильной группой боковой цепи Asp₁₈₉. Этим объясняется тот факт, что трипсин расщепляет только пептидные связи, к которым примыкают остатки Arg и Lys, несущие в нейтральной среде положительный заряд [20].

На первом этапе исследования проводили гидролиз сывороточных белков трипсином, алкалазой, а также в присутствии обоих ферментов.

Ферментативное расщепление 2%-ного раствора сывороточных белков трипсином осуществляли в течение 2 ч при концентрации фермента 1%, рН 8,0 и температуре 50 °С. На рис. 1, а приведены средние значения трех экспериментов, а на рис. 1, б представлена типичная электрофореграмма продуктов гидролиза трипсином. Установлено, что в первые 30 мин ферментативной реакции на пептиды расщепляются около 90% β -лг и 55% α -ла, а также 30% БСА (рис. 1). При увеличении продолжительности протеолиза до 120 мин количество расщепленного белков β -лг возрастает незначительно и по результатам SDS-электрофореза составляет менее 95%, тогда как степень протеолиза α -ла увеличивается до 90%, а БСА – до 35% (рис. 1).

Таким образом, наиболее интенсивный гидролиз белковых субстратов β -лг и БСА трипсином установлен в первые 30 мин, а α -ла – до 90 мин ферментативного процесса (рис. 1). Кроме того, в данных условиях гидролиза трипсин наиболее эффективно расщепляет β -лг, что связывается с конформационными состояниями указанных белков [15–18], а также субстратной специфичностью фермента [20]. Анализ пептидной фракции гидролизата КСБ трипсином показал образование промежуточных пептидов с $13 < M_r \leq 6$ кДа, количество которых уменьшается на протяжении всего ферментативного процесса (рис. 1).

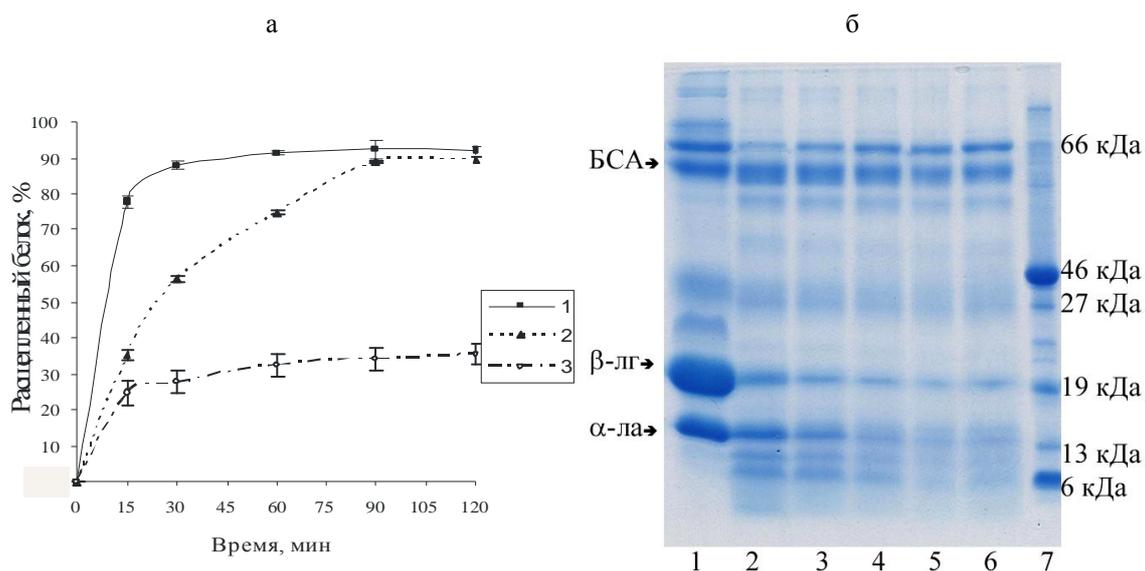


Рисунок – 1 Зависимость степени расщепления β -лг, α -ла и БСА трипсином от времени: а – β -лг (кривая 1), α -ла (кривая 2), БСА (кривая 3); б – электрофореграмма продуктов гидролиза КСБ трипсином: 1 – контроль, 0 мин; 2 – 15 мин; 3 – 30 мин; 4 – 60 мин; 5 – 90 мин; 6 – 120 мин; 7 – маркер молекулярных масс

В случае алкалазы протеолиз проводили в аналогичных условиях. Показано, что основная часть белковых субстратов подвергается гидролизу в течение 60 мин и составляет около 90% β -лг, 70% α -ла и 10% БСА (рис. 2), а после 120 мин на промежуточные продукты расщепляются около 15% БСА, более 95% β -лг и практически весь α -ла (рис. 2). В случае гидролиза БСА степень его протеолиза возрастает от 10 до 15% в течение 2-го ч ферментативной реакции, что указывает на низкую эффективность гидролиза данного субстрата алкалазой (рис. 2). Следует отметить, что значительное возрастание степени протеолиза α -ла алкалазой наблюдается вплоть до 120 мин ферментативного процесса (рис. 2). Анализ пептидного состава гидролизата КСБ алкалазой показал образование дискретной пептидной фракции с $M_r < 6$ кДа, количество которой значительно уменьшается с 90 до 120 мин на протяжении всего протеолиза (рис. 1).

Таким образом, в данных условиях гидролиза алкалаза достаточно эффективно расщепляет β -лг и α -ла, кроме БСА, что можно связать как с конформационными состояниями белковых субстратов [15–18], так и широкой субстратной и сайт-специфичностью алкалазы [19].

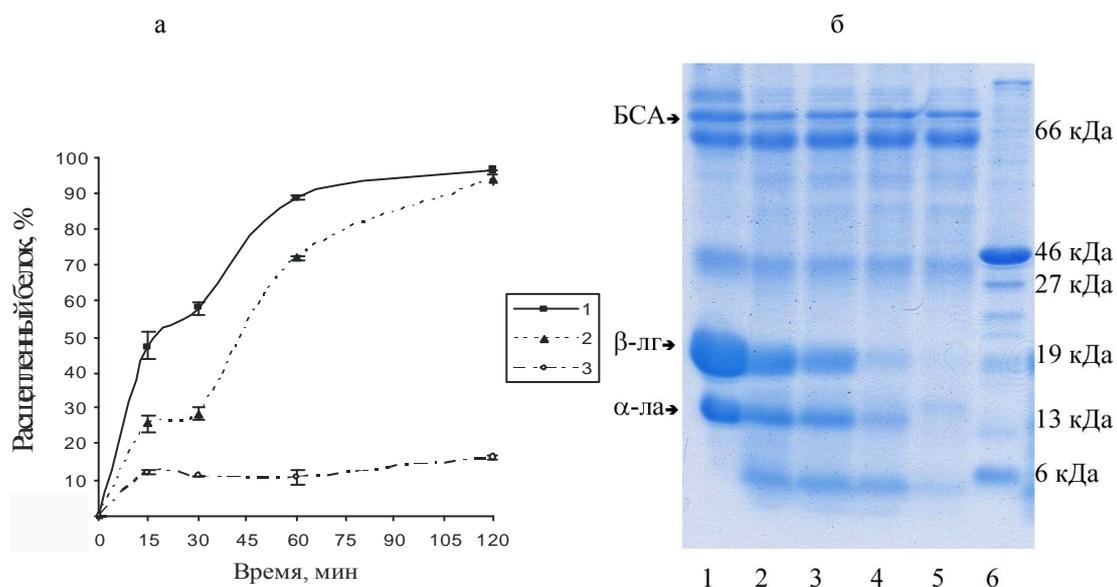


Рисунок – 2 Зависимость степени расщепления β -лг, α -ла и БСА алкалазой от времени: а – β -лг (кривая 1), α -ла (кривая 2), БСА (кривая 3); б – электрофореграмма продуктов гидролиза КСБ алкалазой: 1 – контроль, 0 м; 2 – 15 мин; 3 – 30 мин; 4 – 60 мин; 5 – 90 мин; 6 – 120 мин; 7 – маркер молекулярных масс

Сравнительный анализ гидролизатов, полученных с использованием алкалазы и трипсина, показал невысокую степень расщепления БСА трипсином и алкалазой, что составляет 15 и 35% соответственно. Но ука-

занные ферменты эффективно гидролизуют β -лг, являющийся главным аллергеном молока, и α -ла, однако трипсин обладает большей субстратной специфичностью к β -лг, чем алкалаза (рис. 1, 2). Кроме того, в гидролизате КСБ, полученном с использованием алкалазы, обнаружено меньшее количество высокомолекулярной белковой фракции β -лг (рис. 1, б, 6; 2, б, 5).

В связи с этим ферментативное расщепление основных сывороточных белков проводили при комплексном воздействии двумя протеазами и других аналогичных условиях. Показано, что в первые 15 мин протеолизу подвергается основная часть β -лг (около 80%) и 25% БСА (рис. 3), тогда как по истечении 2 ч расщепляются около 35% БСА и установлен практически полный гидролиз β -лг на промежуточные пептиды (рис. 3). В случае α -ла в первые 15 мин протеолизу подвергаются около 55% белка, в течение 60 мин – около 90%, а через 2 ч ферментативного процесса практически весь α -ла расщепляется на пептиды с $M_r < 14$ кДа. Очевидно, что с 30 по 120 мин наблюдается дальнейшее расщепление пептидной фракции с $M_r < 6$ кДа (рис. 3, б). Сравнительный анализ гидролизатов КСБ алкалазой и трипсином показал, что при комплексном использовании ферментов характерные для трипсинового гидролизата продукты промежуточного гидролиза с $13 < M_r \leq 6$ кДа расщепляются уже по истечении 60 мин и не обнаруживается специфичная для гидролизата алкалазой фракция с $M_r < 6$ кДа (рис. 3, б).

Таким образом, при совместном гидролизе КСБ алкалазой и трипсином установлено, что уже при 15 мин ферментативной реакции гидролизуется большая часть белкового субстрата β -лг, тогда как α -ла расщепляется комплексом протеаз вплоть до 120-й минуты гидролиза. Кроме того, комплексный протеолиз приводит к практически полному расщеплению как β -лг, так и α -ла на промежуточные пептиды; а также к образованию отличной от наблюдаемой у гидролизатов трипсином и алкалазой пептидной фракции: на поздних стадиях протеолиза алкалазой и трипсином не обнаруживаются характерные пептиды с $M_r < 6$ и $13 < M_r \leq 6$ кДа (рис. 1, б, 2, б, 3, б). В случае гидролиза БСА использование данных сериновых протеаз, а также их комплекса неэффективно. В связи с этим возникла необходимость дополнительной стадии удаления из гидролизатов БСА – фильтрации с использованием фильтров с пропускающей спо-

способностью ≤ 10 кДа. Получены фильтраты гидролизатов КСБ трипсином, алкалазой, а также комплексом протеаз.

Согласно результатам ВЭЖХ, для гидролизатов алкалазой и трипсином характерны специфические профили элюции, а совместное использование сериновых протеаз приводит к наиболее полному удалению высокомолекулярной белковой фракции – БСА и к дальнейшему расщеплению пептидной фракции.

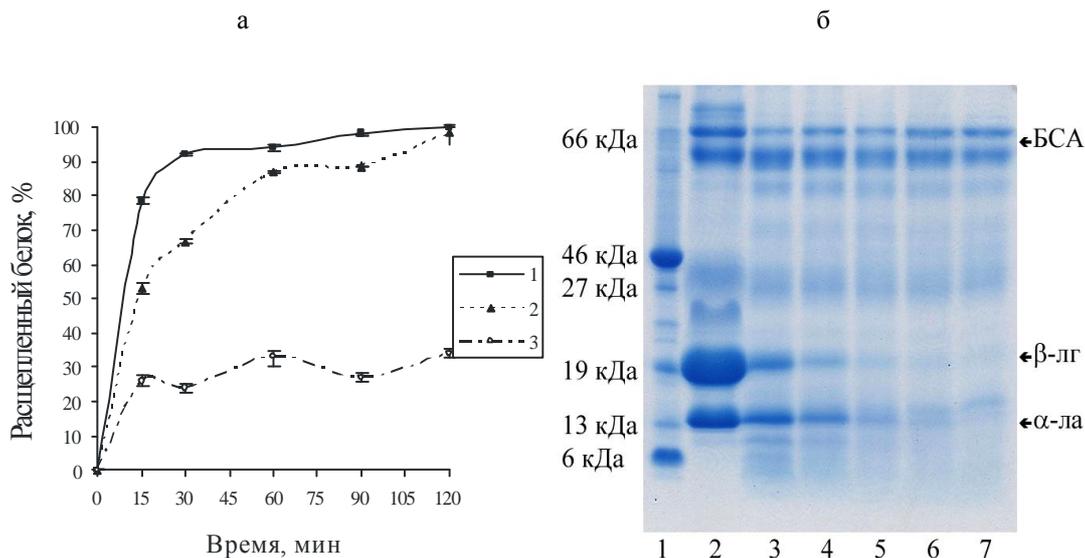


Рисунок – 3 Зависимость степени расщепления β -лг, α -ла и алкалазой и трипсином от времени: а – β -лг (кривая 1), α -ла (кривая 2), БСА (кривая 3); б – электрофореграмма продуктов гидролиза КСБ алкалазой и трипсином: 1 – контроль, 0 м; 2 – 15 мин; 3 – 30 мин; 4 – 60 мин; 5 – 90 мин; 6 – 120 мин; 7 – маркер молекулярных масс

На втором этапе исследования оценивали аллергенный потенциал полученных гидролизатов. В связи с тем, что ферментативный гидролиз белковых субстратов [5] должен приводить к изменению их антигенных свойств [22], был проведен качественный анализ иммунореактивности как нативного КСБ, так и его гидролизатов трипсином, алкалазой, а также при комплексном воздействии протеаз. Анализ проведен методом двойной радиальной иммунодиффузии в агарозном геле (по Ухтерлони) [12] с использованием кроличьих антител против основных сывороточных белков.

Возникновение преципитата предполагает сохранение у продуктов гидролиза по меньшей мере двух эпитопов, которые при связывании с бивалентными антителами образуют гетеромерный комплекс -[антиген-антитело]-. Сравнительный анализ гидролизатов и их фильтратов трипсином и алкалазой показал наличие остаточного количества не-

расщепленного β -лг и/или сохранившихся бивалентных антигенных детерминант среди продуктов гидролиза, однако в гидролизате, полученном при комплексном гидролизе протеазами, преципитат практически не выявлялся; исследование фильтратов показало, что полученные продукты не способны к образованию иммунных комплексов $-\beta$ -лг-антитело-.

Последующий анализ был направлен на обнаружение иммунных комплексов $-\alpha$ -ла-антитело- и $-\text{BCA}$ -антитело-. Полученные результаты подтвердили сохранение нерасщепленного BCA во всех гидролизатах и необходимость его удаления фильтрацией, тогда как пептидная фракция α -ла на поздних стадиях протеолиза не обладала антигенными свойствами. Согласно реакции иммунопреципитации (по Ухтерлони) получены фильтраты гидролизатов, не содержащие бивалентных антигенных детерминант α -ла и BCA, способных вызвать образование иммунных комплексов.

Для количественной оценки антигенности нативного КСБ и его гидролизатов проведен иммуноферментный анализ, направленный на выявление моновалентных антигенных детерминант. По итогам ИФА установлено, что гидролиз КСБ трипсином, алкалазой и комплексом ферментов позволяет снизить антигенные свойства продуктов гидролиза до $\approx 40\%$; достоверных различий между способностью связывать антитела указанными гидролизатами не выявлено. Однако в результате фильтрации с пропускающей способностью фильтра ≤ 10 кДа была получена пептидная фракция, у которой способность связывать антитела против основных сывороточных белков была снижена в 10–12 раз. В связи с этим фильтраты гидролизатов КСБ представляют собой гипоаллергенный белковый компонент, содержащий фракцию пептидов с $M_r \leq 10$ кДа, для которой методом иммунопреципитации не выявлена способность к образованию иммунных комплексов.

Заключение. Полученные данные о степени протеолиза белковых субстратов при воздействии алкалазой, трипсином, а также комплексом протеаз методами SDS-электрофоретического анализа и ВЭЖХ, иммунохимические исследования ферментативных гидролизатов показали, что совместное использование указанных протеаз приводит к наиболее полному расщеплению высокомолекулярной фракции, содержащей основные аллергены молока – β -лг и α -ла, тогда как удаление негидролизован-

ного БСА достигается последующей фильтрацией ферментативных гидролизатов.

Литература

1. Smithers, G.F. Advances in dairy foods processing and engineering: symposium / G.F. Smithers [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 1996. – Vol. 79. – P. 1454–1459.
2. Cavagni, G. Allergy to cow's milk proteins in childhood: the author's personal experience and new diagnostic and therapeutic proposals / G. Cavagni [et al.] // *Pediatr. Med. Chir.* – 1994. – Vol.16. – № 5. – P. 413–419.
3. Foegeding, E. A. Advances in modifying and understanding whey protein functionality / E. A. Foegeding [et al.] // *Trends in Food Science and Technology*. – 2002. – Vol. 13. – P. 151–159.
4. Wal, J.M. Bovine milk allergenicity / J.M. Wal // *Annals of Allergy, Asthma, and Immunology*. – 2004. – Vol. 93. – P. 2–11.
5. Nakamura, T. Production of low antigenic whey protein hydrolysates by enzymatic hydrolysis and denaturation with high pressure / T. Nakamura, H. Sado, Y. Syukunobe // *Milchwissenschaft*. – 1993. – Vol. 48. – № 3. – P. 141–144.
6. Mullally, M.M. Angiotensin-converting enzyme inhibitory activities of gastric and pancreatic proteinase digest of whey proteins / M.M. Mullally, H. Meisel, R.J. Fitzgerald // *International Dairy Journal*. – 1997. – Vol. 7. – P. 299–303.
7. Korhonen, H. Impact of processing on bioactive proteins and peptides / H. Korhonen [et al.] // *Trends in Food Science and Technology*. – 1998. – Vol. 9. – P. 307–319.
8. Bertrand-Harb, C. Thermal modifications of structure and co-denaturation of a-lactalbumin and b-lactoglobulin induce changes of solubility and susceptibility to proteases / C. Bertrand-Harb [et al.] // *Nahrung*. – 2002. – Vol. 46. – P. 283–289.
9. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 1951. – P. 265–275.
10. Остерман, Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование: практ. пособие / Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1981. – 288 с.

11. Kim, S.B. Peptic and tryptic hydrolysis of native and heated whey protein to reduce its antigenicity / S.B. Kim [et al.] // *J. Dairy. Sci.* – 2007. – Vol. 90. – P. 4043–4050.
12. Иммунологические методы / под ред. Х. Фримеля. – М.: Мир, 1979. – 518 с.
13. Gjesing, B. Allergen-specific IgE antibodies against antigenic components in cow milk and milk substitutes / B. Gjesing [et al.] // *Allergy.* – 1986. – Vol. 41. – P. 51–56.
14. Haddad, Z.H. IgE antibodies to peptic and peptic-tryptic digest of β -lactoglobulin: significance in food hypersensitivity Z.H. Haddad, V. Kalra, S. Verma // *Ann. Allergy.* – 1979. – Vol. 42. – P. 368–371.
15. Wong, D.W.S. Structures and functionalities of milk proteins / D.W.S. Wong; W.M. Camirand; A.E. Paviath // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 1996. – Vol. 36. – P. 807–844.
16. Papiz, M. Z. The structure of β -lactoglobulin and its similarity to plasma retinol-binding protein / M.Z. Papiz // *Nature.* – 1986. – Vol. 324. – P. 383–385.
17. Brew, K. α -lactalbumin / K. Brew, J.A. Grobler // P. Fox, Editor, *Advances in Dairy Chemistry-1.* – Elsevier. – Amsterdam, 1992. – P. 191–229.
18. Peters, T.Jr. Serum albumin / T.Jr. Peters // *Adv. Protein Chem.* – 1985. – Vol. 3. – P. 161–245.
19. Doucet, D. Gel formation of peptides produced by extensive enzymatic hydrolysis of β -lactoglobulin / D. Doucet, E.A. Foegeding // *Biomacromolecules.* – 2005. – Vol. 6. – P. 1140–1148.
20. Диксон, М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб; пер. с англ. – М., 1982. – С. 370–376.
21. Besler, M. Stability of food allergens and allergenicity of processed foods / M. Besler, H. Steinhart, A. Paschke // *J. Chromatogr. Biomed. Sci. Appl.* – 2001. – Vol. 756. – P. 207–228.
22. Restani, P. Evaluation by SDS-PAGE and immunoblotting of residual antigenicity in hydrolysed protein formulas / P. Restani [et al.] // *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology.* – Vol. 25. – P. 651–658.

T. Halavach, N. Zhabanos, V. Kurchenko
**COMPARATIVE ANALYSIS AND ANTIGENIC PROPERTIES
EVALUATION OF WHEY PROTEINS HYDROLYSATES WITH
SERINE PROTEASES TRYPSIN AND ALCALASE**
Summary

Degree of proteolysis and antigenic properties of whey proteins hydrolysates with application of serine proteases (alcalase and trypsin) and their complex were investigated. At application of both proteases by SDS-PAGE and high performance liquid chromatography the most complete proteolysis of β -lg and α -la to peptides was demonstrated, while deleting of high molecular BSA fraction was achieved by filtration of hydrolysates. By double-immunodiffusion methods for products received with both serine proteases antigenic properties were detected; by ELISA reduction of ability to bind antibodies on 60% was reported. Filtration of hydrolysate provided obtaining of peptide fraction with $M_r \leq 10$ kDa that wasn't able to form immune complexes and had antigenic potential <10%.

*О.В. Дымар, к.т.н., И.Н. Скакун
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В статье рассмотрены вопросы усвоения в организме человека лактозы, ее биологической ценности, а также проблема недостаточной выработки в организме некоторых людей фермента лактазы. Обоснована необходимость изучения путей применения гидролиза лактозы, выявления дальнейших перспектив его использования при производстве безлактозных и низколактозных молочных продуктов, а также при производстве концентратов молочной сыворотки.

Лактоза – молочный сахар, как и все углеводы, служит в организме человека источником энергии, необходимой для осуществления биохимических процессов. Энергетическая ценность лактозы составляет 3750 ккал/кг, т.е. примерно равноценна энергетической ценности сахарозы и белковых веществ, поступающих в организм человека. Лактоза, поступающая в организм, практически полностью (99,7%) усваивается. Ей, как углеводу животного происхождения, присущи специфические функции. Считается, что лактоза является в большей степени структурным углеводом, тогда как другие – энергетическими [1].

Благодаря медленному поглощению в организме потребление лактозы не приводит к значительному повышению уровня сахара в крови, обеспечивает организм энергией на длительное время. Достигая отдела толстого кишечника, лактоза стимулирует жизнедеятельность полезной микрофлоры. Учитывая, что лактоза, имея высокую пищевую, биологическую и лечебную ценность, оказывает незначительное влияние на уровень сахара в крови, она может быть использована в качестве подсластителя в производстве продуктов для диабетиков.

Биологическая ценность лактозы обусловлена тем, что она способствует усвоению кальция, а также магния и фосфора, она препятствует декальцинированию костей, вследствие чего предупреждается развитие рахита у детей, что особенно важно для растущего организма, также ей

присуща бифидогенная активность и способность оказывать остеогенное и гепатозащитное действие.

Известно, что некоторая часть взрослого населения Земли страдает лактазной интолерантностью, что обусловлено низкой кишечной активностью лактазы, поэтому не все люди способны одинаково легко переваривать лактозу молока. Процентное соотношение лактозной интолерантности у представителей европеоидной расы варьируется от 2% (датчане) до 19% (белые американцы). Непереносимость лактозы может проявляться в следующих случаях.

Из-за *очень редких врожденных болезней* некоторые люди испытывают недостаток активности лактазы – фермента, расщепляющего лактозу с самого рождения. Это приводит к серьезным нарушениям нормальной работы желудочно-кишечного тракта, которые могут стать фатальными.

Преждевременное рождение может стать причиной ненормально низкой активности лактазы. Однако активность лактазы почти полностью *восстанавливается* в пределах одного или двух месяцев.

У *сильно недокормленных детей*, у которых есть нарушение всасываемости белковых калорий, временно активность лактазы может полностью отсутствовать.

Из-за нарушения работы кишечника активность лактазы может быть временно потеряна. В этом случае стоит либо отказаться от молочных и молочносодержащих продуктов, либо снизить потребление молочного сахара до 4–5 г в день. Однако существует и не столь кардинальное решение. Речь идет о безлактозных молочных продуктах, которые получают путем гидролиза лактозы.

В настоящее время при производстве различных видов молочной продукции используется целенаправленный процесс гидролиза лактозы, который способствует получению продуктов с заданными органолептическими и физико-химическими свойствами.

Актуальность получения продуктов на основе гидролиза лактозы обусловлена их востребованностью в производстве продуктов обычного, детского и лечебно-профилактического питания, медицине, а также при микробиологических и биохимических исследованиях. В этой связи считаем целесообразным изучить пути применения гидролиза лактозы, выявить дальнейшие перспективы его использования при производстве

безлактозных и низколактозных молочных продуктов, а также при производстве концентратов молочной сыворотки. Рассмотреть особенности гидролиза лактозы при производстве вареного сгущенного молока с сахаром.

Необходимость гидролиза лактозы обусловлена ее низкой сладостью и растворимостью. Процесс гидролиза лактозы способствует решению еще одной проблемы – технологической, которая возникает при производстве продуктов, в которых лактоза, при определенных условиях, выпадает в осадок в виде кристаллов. Это наблюдается при производстве мороженого и сгущенных молочных консервов и приводит к значительному ухудшению товарного вида и качественных показателей продуктов. В данном случае гидролиз лактозы используют для предотвращения указанных пороков и создания возможности получения ряда новых продуктов с заданными функциональными свойствами: сладость, растворимость, стойкость при хранении.

Известно несколько способов гидролиза лактозы. Теоретически гидролиз лактозы в модельных системах растворов молочного сахара и молочном лактозосодержащем сырье может быть осуществлен термическим, химическим (кислотным), безреагентным (с использованием электрохимически активных водных растворов и ионообменных смол) и ферментативным способами [2].

Гомогенный способ. Использование преимуществ гомогенного кислотного способа гидролиза лактозы в сочетании с методами ультрафильтрации и электродиализа позволяет создать рентабельную технологию глюкозо-галактозного сиропа пищевых кондиций. На практике данный способ гидролиза лактозы может быть осуществлен при температуре 60–140 °С и рН 1–2 с использованием депротеинизированного лактозосодержащего сырья: растворов молочного сахара различной доброкачественности, осветленной молочной сыворотки, ультрафильтратов обезжиренного молока и молочной сыворотки.

Гетерогенный способ. Использование этого способа позволяет регулировать величину рН гидролизатов, проводить достаточно глубокую их деминерализацию и получать в итоге глюкозо-галактозный сироп пищевых кондиций. Гетерогенный способ осуществляют при высоких температурах (97–150 °С) с помощью сильнокислых ионообменных смол.

Ферментативный гидролиз лактозы с использованием дрожжевой и грибной β -галактозидаз. Для осуществления данного способа используют ферментные препараты β -галактозидазы, которые в зависимости от оптимального для их действия рН делят на две группы: кислые и нейтральные. К первым относят β -галактозидазы с оптимумом рН 3,0–5,0 продуцируемые промышленными штаммами мицелиальных грибов *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*. К промышленно ценным продуцентам нейтральных лактаз относят дрожжи *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis*, бактериальные культуры *Escherichia coli*, *Lactobacillus thermophilus*, *Leuconostoc citrovorum*. При использовании дрожжевых лактаз проводят нейтрализацию среды до рН 6,4–7,2 путем внесения пищевой соды динатрийфосфата. Действия этих реактивов аналогичны и не оказывают заметных влияний на процесс гидролиза. Существенными факторами являются: температура, количество вносимого фермента и продолжительность его воздействия.

Ферментативный гидролиз лактозы с использованием иммобилизованного фермента. Перспективным направлением применения метода иммобилизации при получении гидролизатов лактозы является использование неразрушенных иммобилизованных клеток микроорганизмов с высокой лактазной активностью. Подбор подходящего иммобилизующего агента позволяет свести к минимуму снижение лактазной активности клеток продуцента. Проблемами, ограничивающими широкое применение данного метода в технологии гидролизатов лактозы, являются значительные капитальные затраты на аппаратное оформление и системы контроля биореакторов, а также сложность поддержания стабильности биокаталитической системы и стерильности процесса в условиях длительной непрерывной ферментации.

В настоящее время гидролиз лактозы осуществляется с использованием ферментов, данный способ находит все более широкое применение в странах с развитой молочной промышленностью. Так, например, обработка молочной сыворотки ферментом β -галактозидазой (лактазой) позволяет получить продукты, обогащенные более сладкими по сравнению с лактозой, легко растворимыми усваиваемыми монозами – глюкозой и галактозой. Процесс гидролиза лактозы представлен на рис.1.

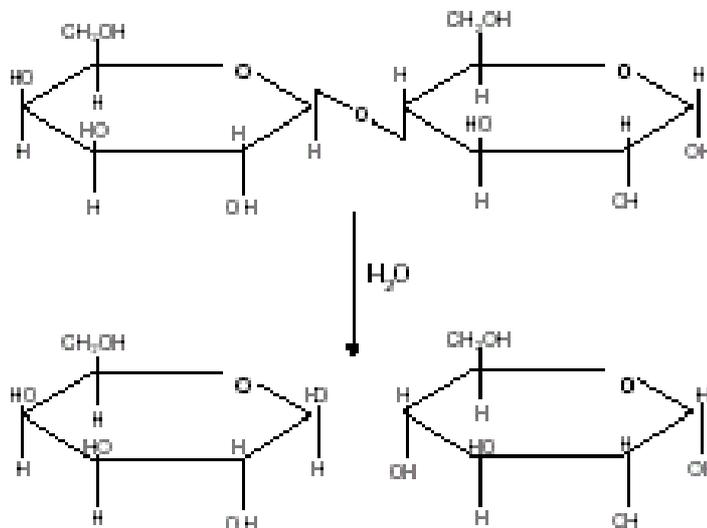


Рисунок 1 – Гидролиз лактозы

Для применения ферментативного гидролиза лактозы используются ферменты, относящиеся к классу гидролаз и расщепляющие β -D-галактозу. Специалисты, занимающиеся проблемой гидролиза лактозы в молоке, отмечают, что для этой цели более подходящим являются дрожжевые β -галактозидазы, у которых оптимум pH (6,3–6,8) практически совпадает с активной кислотностью молока. Следует отметить, что грибные β -галактозидазы также используются для гидролиза молока, однако проявляемая при этом активность несколько ниже максимальной. При ферментативной обработке молока более рентабельным считается процесс гидролиза лактозы иммобилизованной β -галактозидазой, хотя в настоящее время широкое применение для производства «безлактозного» молока находят и растворимые β -галактозидазы.

В настоящее время известно несколько ферментных препаратов, с помощью которых осуществляют процесс гидролиза среди них: «Maxilact», «Ha-Lactase-2100», «Галактосил», «Лактоканесцин». Наибольшую известность завоевал ферментный препарат «Maxilact» [3]. Maxilact® компании DSM – это очищенный препарат лактазы, выделенный из штаммов дрожжей *Saccharomyces (Kluveromyces) marxianus var. lactis*. Эти дрожжи, впервые охарактеризованные Бейэринком в 1889 г., хорошо известны как микроорганизмы, которые используются в производстве некоторых видов йогурта. В зависимости от уровня гидролиза обработанное Максилактом молоко будет иметь более сладкий вкус. Обычно нет необходимости в 100%-ном гидролизе лактозы, за исключением

чрезвычайных случаев нарушения всасываемости лактозы, так как баланс между потребляемым молоком, уровнем нарушения всасываемости лактозы и процентом гидролиза определяет, проявятся ли эти симптомы или нет. На практике должен быть найден компромисс между уровнем гидролиза, который достаточен в большинстве случаев и возмещения издержек. Этот уровень находится примерно при гидролизе 70–80%. При применении данных препаратов следует учитывать их активность, дозу вносимого фермента, температуру реакции.

Еще одним продуктом, при производстве которого может быть использован гидролиз лактозы, является вареное сгущенное молоко с сахаром, которое предназначено как для непосредственного употребления в пищу, так и для дальнейшей переработки на предприятиях, изготавливающих молочные десерты, глазированные сырки, мороженое [4]. Наиболее существенная проблема при выработке сгущенного молока с сахаром – это нерегулируемый процесс кристаллизации лактозы. Хаотичный рост ее кристаллов приводит к образованию в продукте лактозы с линейным размером более 15 мкм, что негативно отражается на структуре и органолептике продукта. Содержание лактозы в водной части вареного сгущенного молока с сахаром составляет 26–30%, из них в растворенном состоянии находится около 16% (при 20 °С), остальные 10–14% – в кристаллическом состоянии. В процессе охлаждения вареного сгущенного молока с сахаром из-за пересыщенности раствора сахарами часть лактозы переходит из раствора в кристаллическое состояние. Проблема состоит в том, что при охлаждении продукта и достижении температуры массовой кристаллизации (30–37 °С) вареное сгущенное молоко с сахаром обладает высокой вязкостью, что делает чрезвычайно сложным процесс равномерного распределения затравки в массе продукта. Также неконтролируемая кристаллизация приводит к формированию мучнистой, песчанистой консистенции, а в некоторых случаях образованию крупных, видимых кристаллов лактозы. Этот недостаток снижает потребительскую ценность, ухудшает технологические свойства продукта.

В производственной практике варка сгущенного молока с сахаром осуществляется по схеме, представленной на рис. 2.

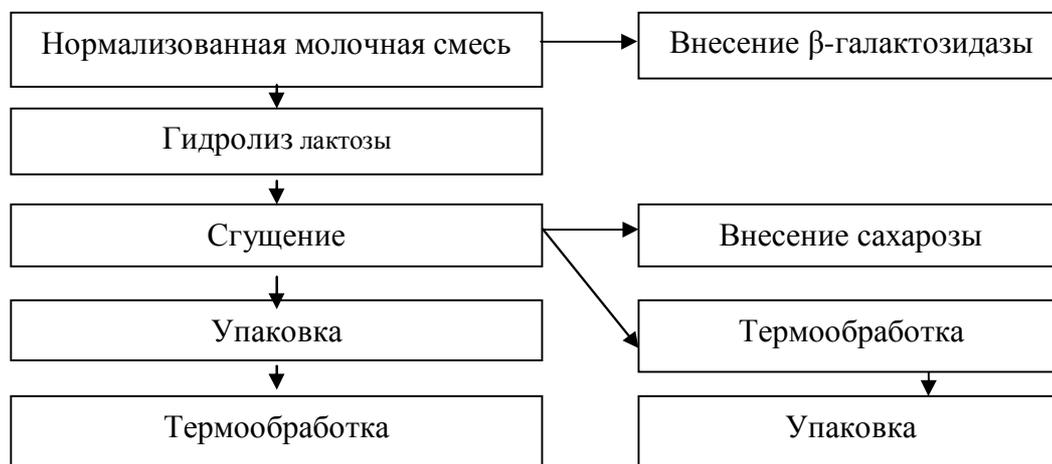


Рисунок 2 – Технология выработки вареного сгущенного молока с сахаром с применением процесса сгущения

Приготовленную согласно рецептуре нормализованную смесь пастеризуют, охлаждают и направляют на хранение. В охлажденную нормализованную смесь вносят ферментный препарат из расчета 200–360 г на 1 т готового продукта и оставляют на 10–15 ч. Если рН нормализованной смеси требует коррекции (повышения), то рекомендуется это делать, используя гидроксид калия, поскольку ионы калия интенсифицируют активность ферментного препарата.

В процессе гидролиза нормализованную смесь периодически перемешивают, а по окончании направляют на сгущение. Ускорить процесс можно путем увеличения концентрации препарата или повышения температуры гидролиза.

В результате проведения гидролиза лактозы образуются два моносахара – глюкоза и галактоза, наличие которых значительно увеличивает скорость реакции Майяра, что имеет важное значение при производстве вареного сгущенного молока с сахаром. Таким образом, ферментативный гидролиз лактозы решает две основные проблемы – позволяет избавиться от необходимости проведения кристаллизации и ускоряет в 3–4 раза процесс варки сгущенного молока с сахаром, улучшает вкус продукта, усиливает консервирующий эффект в результате повышения осмотического давления в продукте.

В настоящее время в ряде стран действуют опытные и промышленные установки по гидролизу лактозы в молочной сыворотке [10].

Блок-схема получения сыворотки с гидролизованной лактозой представлена на рис. 3.



Рисунок 3 – Схема получения сыворотки с гидролизованной лактозой

Гидролиз лактозы в сыворотке осуществляется с помощью β -галактозидазы из *Aspergillus niger*, иммобилизованной на фенолформальдегидной смоле Дуолит S-761 с размером частиц 0,5–1,0 мм. Исходная активность фермента (рН 4,5; 45 °С) составляет 150 ед/г влажного препарата.

Рекомендуемые для проведения гидролиза параметры: температура сыворотки 30–50 °С, рН 4,0–4,5. Творожная сыворотка имеет рН 4,2–4,6; содержание лактозы 3,5–4,3%; содержание жира $\leq 0,1\%$; осадок казеиновой пыли $< 0,1\%$.

Для реализации технологической схемы получения сыворотки с гидролизованной лактозой на стадии осветления целесообразно использовать адсорбент бентонит. Содержание бентонита в осветляемом

растворе 4–5%, продолжительность процесса сорбционной очистки 1–15 мин. Оптимальными параметрами ферментативного гидролиза лактозы в сыворотке являются: концентрация препаратов иммобилизованных ферментов в реакционной смеси 5–10%, температура 50 °С, продолжительность гидролиза 200–250 мин. Далее такую гидролизованную сыворотку используют для производства сиропов.

В настоящее время из всех продуктов с гидролизованной лактозой наибольшими объемами продаж характеризуется гидролизованное молоко. Кислый привкус натурального йогурта может приглушаться за счет добавления гидролизованной лактозы, увеличивая сладость, что является положительным фактором для покупателей. Сыворотка с гидролизованной лактозой и пермеат обладают сладким привкусом и могут использоваться для замены сахарозы. Сыворотка с гидролизованной лактозой используется также для частичной замены обезжиренного молока в производстве молочных десертов, например, мороженого (уменьшает дефекты кристаллизации лактозы в консистенции и уменьшает точку замерзания, что придает мягкость и нежность продукту). Концентрированная гидролизованная сыворотка также может быть использована в качестве корма, а в кондитерском производстве – для усиления вкуса и увлажнения готовых изделий.

Таким образом, продукты с гидролизованной лактозой обладают функциональными свойствами и широкими возможностями их использования. На мировом рынке в основном представлены питьевое пастеризованное и УВТ-молоко со степенью гидролиза лактозы 70–80%.

Гидролиз лактозы также применен и к другим продуктам, таким как молочно-шоколадный напиток, сливочное мороженое, молочные коктейли и сливки, которые сейчас находятся на разных стадиях освоения промышленностью. При их использовании в составе белковых продуктов из-за высокой реакционной способности продуктов гидролиза легко образуются меланоидины, усиливающие цвет и обладающие антиоксидантными свойствами, что в ряде случаев является важным, например, при приготовлении хлеба и выпечных кондитерских изделий.

Однако, следует отметить, что в результате реакции гидролиза лактозы растворимой β -галактозидазой было обнаружено образование побочных продуктов, представляющих собой олигосахариды [6]. Структура и количество образующихся олигосахаридов зависит от продуцента фер-

мента и условий гидролиза, и хотя концентрация их достаточно мала, это явление нежелательно, поскольку действие образующихся олигосахаридов на организм человека изучено недостаточно.

Таким образом, среди основных направлений использования препаратов лактазы при переработке цельного молока и молочной сыворотки можно выделить следующие.

- *Получение продуктов* цельномолочного производства *функционального назначения* для людей с лактозной интолерантностью.
- *Сокращение сроков сквашивания* при производстве кисломолочных напитков и молока, предварительно обработанного лактазой.
- Производство *концентратов* молочной сыворотки с регулируемыми функционально-технологическими показателями и *пробиотическими свойствами*.
- Получение *сахарозаменителей (глюкозо-галактозных сиропов)*, более дешевых и сладких по сравнению с сахарозой для производства мороженого, хлебобулочных, кондитерских изделий и других продуктов.

Анализ приведенного материала позволяет выявить перспективы для дальнейшего использования процесса гидролиза лактозы с целью улучшения качества продуктов, увеличения сроков их хранения, создания новых функциональных продуктов для людей с лактозной интолерантностью. Ведь, исходя из опыта наших северных соседей – финской компании «Valio», так хорошо известной на данном сегменте рынка, потребление безлактозных продуктов ежегодно растет на 20%, т.е., каждый финн съедает и выпивает 3 кг безлактозной продукции. Дело в том, что в этой стране многие годы наблюдалась тенденция сокращения потребления молока, а новая разработка привлекла новых потребителей. Надо сказать, им очень повезло: такой большой ассортимент безлактозных продуктов есть только в Финляндии [7]. Финский опыт вдохновил и другие страны. Сейчас безлактозные продукты производятся и поставляются на рынки Швейцарии, Швеции, Испании, Южной Кореи, Бельгии, США, Канады, стран Азии. Лицензию компании приобрели Швейцария, Испания и Южная Корея. Поскольку 80% корейцев страдают недостатком «молочного фермента», эта технология подарила им возможность вновь вернуться к молоку.

Таким образом, на настоящий момент в нашей стране назрела необходимость создания своего рынка безлактозных молочных продуктов, что позволило бы нам удовлетворить спрос населения на продукты этой группы, а также наладить их экспорт в Россию, поскольку там эта ниша рынка по-прежнему остается не занятой.

Литература

1. Синельников, Б.М. «Лактоза и ее производные»/ Б.М. Синельников и др. – М.: Профессия, – 2007.30 с.
2. Применение ферментативного гидролиза лактозы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ncstu.ru>. – Дата доступа: 18.10.2009.
3. «Максилакт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.maxilact.ru>. – Дата доступа: 01.11.2009.
4. Петров, А.Н. Пути повышения качества вареного сгущенного молока / А.Н. Петров // Переработка молока. – 2008. – № 7. – С. 12
5. Гидролизированные продукты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www/lactose.ru>. – Дата доступа: 11.11.2009.
6. Евдокимов, И.А. Получение и использование сиропов гидролизованной лактозы в хлебопекарной и кондитерской промышленности / И.А. Евдокимов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ncstu.ru>. – Дата доступа: 10.11.2009.
7. Семенова, Е. Лактоза без наказания / Е. Семенова [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aif.ru/health/article/18551>. – Дата доступа: 25.10.2009.

O. Dymar, I. Skakun

PROSPECTS OF USING LACTOSE HYDROLYSIS IN MANUFACTURE OF DAIRY PRODUCTS

Summary

In article mastering questions in a human body of lactose, its biological value, and also a problem of insufficient development in an organism of some people of enzyme лактазы for which the milk use can be fraught with adverse consequences are considered. Necessity of studying of ways of application of hydrolysis of lactose, revealing of the further prospects of its use is proved by manufacture free-lactose and low-lactose dairy products, and also by manufacture of concentrates of dairy whey.

*Н.Н. Фурик, к.т.н., Н.К. Жабанос, к.т.н., Е.В. Сафроненко, Е.Н. Луц.,
Е.М. Кононович*

РУП «Институт мясо–молочной промышленности»

ВИТАМИНИЗИРОВАННЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Изучена динамика развития заквасочной микрофлоры, в том числе пробиотиков при изготовлении и хранении витаминизированных кисломолочных продуктов. Определена сохранность витаминов при ведении технологического процесса и в течение планируемого срока хранения продуктов (10 дней). Проведена оценка изменения состава и количества заквасочной микрофлоры витаминизированных кисломолочных продуктов с сахаром или с сахаром и сухими фруктами при хранении.

Введение. Полноценное питание не только обеспечивает нормальный рост и развитие детей, но и способствует профилактике заболеваний, создает условия для адекватной адаптации организма к окружающей среде. Высокая скорость физического и психического развития детей и подростков в сочетании со значительной нервно–психической нагрузкой, обусловленной интенсивным процессом обучения, требует особого подхода к питанию детей. Для нормальной жизнедеятельности детского организма абсолютно необходимы витамины – незаменимые низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, которые, участвуя в разнообразных химических превращениях, оказывают регулирующее влияние на обмен веществ и тем самым обеспечивают в нем нормальное течение практически всех биохимических и физиологических процессов. Постоянное недостаточное потребление витаминов отрицательно сказывается на состоянии здоровья детей: ухудшается самочувствие, снижается сопротивляемость к респираторным и другим инфекционным заболеваниям, усиливается воздействие на организм неблагоприятных факторов среды обитания. Так, установлено, что недостаток витаминов группы В приводит к депрессии, снижает умственную и физическую активность детей; с дефицитом витамина А связано развитие таких патологий у детей, как снижение остроты зрения, поражение эпителиальной ткани организма, развитие кожных заболеваний и нарушение функционирования внутренних органов. Недостаток вита-

мина Е в период полового созревания может стать причиной нарушения репродуктивной функции. При нехватке витамина С ребенок становится бледным, быстро утомляется, у него ухудшается аппетит, появляется ломкость сосудов и кровоточивость десен, развивается анемия, снижается сопротивляемость инфекционным заболеваниям. При недостатке витамина D у детей развивается рахит, отмечаются мышечные судороги, повышенная нервная возбудимость. При недостаточности витамина РР развивается пеллагра («шершавая кожа»), характеризующаяся воспалением слизистых оболочек, общей слабостью и серьезными нарушениями нервной системы [1]. Установлено, что самый рациональный набор продуктов с энергетической ценностью в 2500 ккал покрывает потребность организма в основных витаминах и минеральных веществах не более чем на 80% [2]. Недостаточное потребление витаминов, макро- и микроэлементов (кальция, железа, цинка, меди, селена и др.), пищевых волокон и пробиотических кисломолочных продуктов на фоне избыточного потребления легко усваиваемых углеводов, жира и натрия ведет к нарушению у детей иммунитета и увеличению числа часто болеющих. Так как организм детей и взрослых не способен запастись витаминами на более или менее длительное время, то они должны поступать с пищей регулярно, в полном наборе и в соответствии с физиологической потребностью. Для решения проблемы оптимального обеспечения организма витаминами необходимо включение в рацион продуктов, обогащенных ими до уровня, соответствующего физиологическим потребностям.

Цель проведенных исследований – изучение физико-химических, микробиологических и органолептических свойств биопродуктов, производимых с добавлением витаминных премиксов, сахара, сухих фруктов.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись пробиотические продукты, ферментированные лактобациллами *Lactobacillus acidophilus* или *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, бифидобактериями *Bifidobacterium ssp.* и термофильным стрептококком *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, входящими в состав поливидовых бактериальных концентратов «Пробилакт», молоко коровье цельное и нормализованное с добавлением витаминных смесей фирмы «Рош», сахара, сухих фруктов (премикс 730/4 и Н33053) [3].

Содержание лактобацилл в готовых кисломолочных продуктах определяли по количеству выросших колониеобразующих клеток

(КОЕ/см³) на питательной среде для лактобацилл Рогозы (ТУ 9229-102-04610209). Для выявления бифидобактерий использовали гидролизатно-молочную среду (ТУ 10-02-02-789-192). Общее содержание жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий (включая термофильный стрептококк) в готовом продукте устанавливали по ГОСТ 10444.11. Микроскопирование препаратов проводили по ГОСТ 9225-84 п.4.7. Кислотность готового продукта определяли по ГОСТ 3624-92, массовую долю жира – по ГОСТ 5867.

В качестве витаминной добавки вносили витаминный премикс 730/4 фирмы «Рош», так как премиксы способствуют более точному дозированию и равномерному распределению витаминов по массе продукта. Известно, что наибольшая сохранность витаминов наблюдается при внесении их в готовый продукт. Однако при производстве продуктов для детей рекомендуется вносить все ингредиенты до пастеризации или стерилизации, так как внесение их в молоко после пастеризации увеличивает риск обсеменения посторонней микрофлорой. Премикс вносился в молочную основу из расчета 65 мг на 100 г продукта, что с учетом потерь витаминов при технологических операциях обеспечивает 25% их суточной нормы для детей в возрасте от 1 до 10 лет. Содержание витаминов в 65 мг премикса было следующее:

витамин А (в виде ацетата, USP-FCC – 176)	–	176,63 МЕ
β-каротин	–	1,5 мг
витамин Д ₃ (в виде холекальциферола, USP-FCC)	–	57 МЕ
витамин Е (в виде ацетата, USP-FCC)	–	1,8625 МЕ
витамин С (в виде аскорбата, USP-FCC)	–	10 мг
мальтодекстрин	–	остальное.

Результаты и их обсуждение. Для сквашивания молока при разработке технологии детских витаминизированных кисломолочных продуктов выбраны поливидовые бактериальные концентраты (БК) прямого внесения «Пробилакт», разработанные в РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (ТУ ВУ 100377914.564–2008), предназначенные для изготовления кисломолочных и биопродуктов детского питания: «Пробилакт–3», состоящий из термофильного стрептококка, бифидобактерий, лактобацилл *Lactobacillus acidophilus*, *L. Casei*, и «Пробилакт-6», состоящий из термофильного стрептококка, бифидобактерий, лактобацилл

Lactobacillus casei, *L. helveticus*. Ферментация молока, инокулированного БК в количестве $1,0 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ и $1,0 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ при температуре +37 °С длилась в течение 6–6,5 ч. Полученные кисломолочные продукты имели вязкий плотный сгусток и выраженный чистый кисломолочный вкус. Готовые кисломолочные продукты хранили в течение 10 дней при температуре (+6±2) °С. В готовых продуктах изучали влияние внесенного витаминного комплекса в молочную основу на развитие заквасочных культур во время ферментации и хранения.

Таблица 1 – Микрофлора готовых кисломолочных продуктов, КОЕ/см³

№ п/п	Состав сквашенной молочной основы	Инокуляция сырья	Количество жизнеспособных микроорганизмов в готовом продукте			
			Общее количество молочнокислых бактерий	<i>L. acidophilus</i>	<i>L. casei</i>	бифидобактерий
1	Цельное молоко	$1,0 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$	$2,8 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$
2	Молоко + витаминный премикс	$1,0 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют, что в кисломолочном продукте, ферментированном БК «Пробилакт-3», внесение витаминного премикса практически не влияло на содержание бифидобактерий, на молочнокислые бактерии оказывало стимулирующее воздействие – общее количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий повышалось более чем в 4 раза, в основном за счет увеличения количества термофильного стрептококка, так как на содержание ацидофильной палочки витаминная добавка практически не оказывала влияния и наблюдалось незначительное снижение количества жизнеспособных клеток *L. casei* (с $2,8 \cdot 10^6$ до $2,6 \cdot 10^6$ КОЕ/см³).

Витаминизированные кисломолочные продукты в начале и конце хранения анализировались в ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» МЗ РБ на сохранность вносимых витаминов (А, С, Е, Д₃, В₁, В₂, В₉, РР). Установлено, что количество вносимых витаминов снижалось не только в ходе технологического процесса изготовления продуктов, но и при их хранении, что, вероятно, связано с утилизацией премикса микроорганизмами. Показано, что при ферментации молока содержание большинства витаминов снижалось до 10%, витаминов группы В –

более чем на 20%. При хранении продуктов в течение 7 дней при температуре (+6±2) °С снижение большинства витаминов было менее выраженным, чем в процессе ферментации, за исключением витаминов В₉ и С, содержание последнего падало почти в два раза (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание витаминов в готовых кисломолочных продуктах

Содержание витаминов (±20%) в 100 г продукта	Стерилизованное молоко + витамины (контроль)	Готовый кисломолочный продукт		Стерилизованное молоко + витамины после 10 дней хранения	Кисломолочный продукт после 10 дней хранения	
		Инокуляция, КОЕ/см ³			Инокуляция, КОЕ/см ³	
		1·10 ⁶	1·10 ⁷		1·10 ⁶	1·10 ⁷
Витамин А, МЕ	890	812,5	828,5	850	756,5	745
Витамин Е, мг	2,8	2,5	2,65	2,7	2,1	2,35
Витамин С, мг	16,9	14,45	14,75	16,6	7,6	7,6
Витамин РР, мг	5,8	5,65	5,7	5,7	5,65	5,55
Витамин В ₁ , мг	0,54	0,425	0,44	0,52	0,40	0,405
Витамин В ₂ , мг	0,64	0,475	0,555	0,60	0,435	0,53
Витамин В ₉ , мкг	140	115	125	130	90	85

В витаминизированных кисломолочных продуктах после 10 дней хранения при температуре (+6±2) °С наблюдалось уменьшение общего количества молочнокислых бактерий (с $2,5 \cdot 10^9$ до $6,0 \cdot 10^8$ КОЕ/см³) и увеличение в два раза (с $1,0 \cdot 10^8$ до $2,0 \cdot 10^8$ КОЕ/см³) содержания пробиотических лактобацилл (табл. 3). Аналогичная картина в составе микрофлоры наблюдалась и при хранении витаминизированных кисломолочных продуктов, ферментированных БК «Пробилакт-6».

Таблица 3 – Микрофлора кисломолочных продуктов после хранения КОЕ/см³

№	Состав сквашенной молочной основы	Готовый продукт		Кисломолочный продукт после 10 дней хранения		Микроскопический препарат
		Общее количество молочнокислых бактерий	Общее количество лактобацилл	Общее количество молочнокислых бактерий	Общее количество лактобацилл	
1	Цельное молоко	$6,0 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$	Кокки, палочки средней длины, одиночные и в коротких цепочках (палочек ≥ кокков)
2	Молоко + витамины	$2,5 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^8$	Кокки, палочки средней длины, одиночные и в коротких цепочках (палочек ≥ кокков)

Изучение физико-химических показателей готовых продуктов в течение 10 дней хранения показало, что внесение в молочную основу витаминного комплекса способствует более активному нарастанию титруемой кислотности в процессе хранения (рис. 1). Однако следует отметить, что титруемая кислотность в витаминизированном продукте в течение 5 сут нарастала медленнее, чем в контрольном варианте, затем наблюдался более активный рост кислотности, которая на 10-е сутки составила 100 °Т.

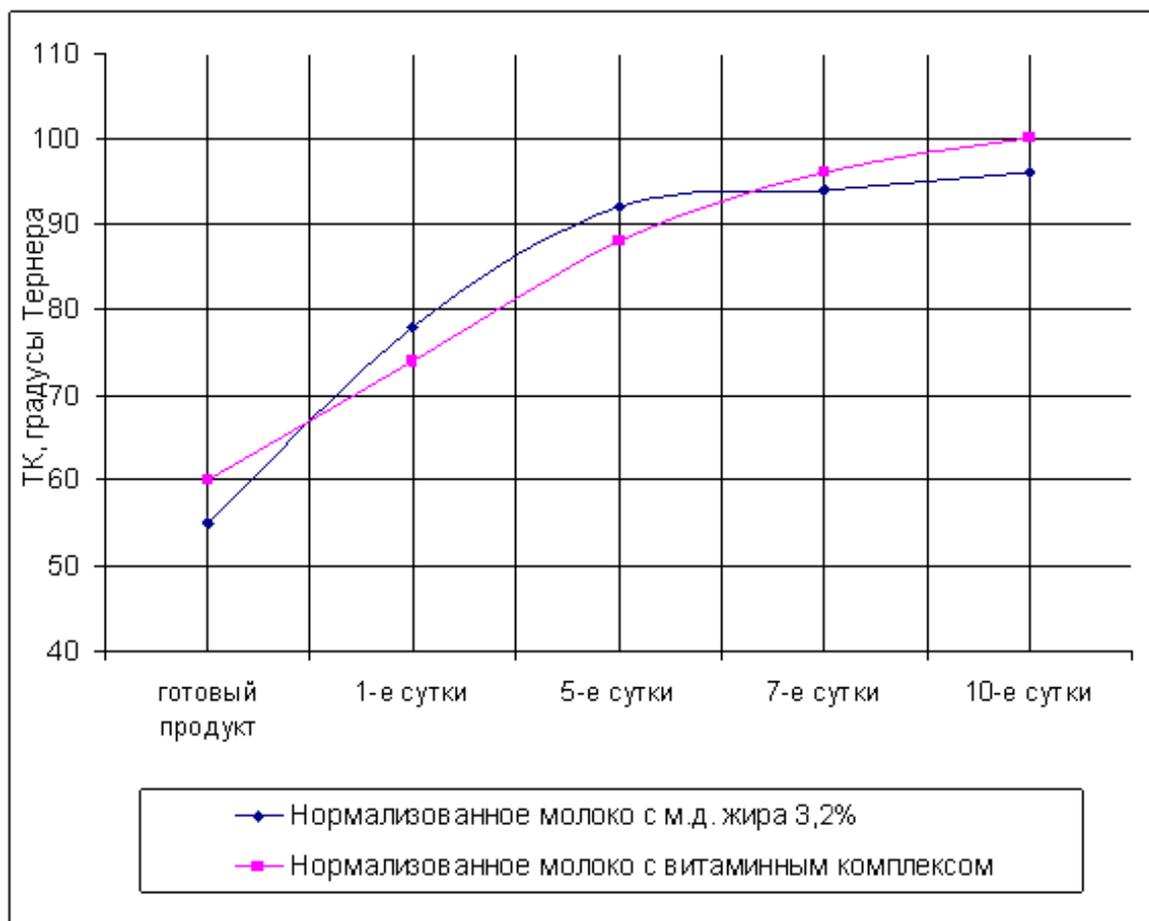


Рисунок 1 – Изменение титруемой кислотности продуктов при хранении

Для улучшения вкусовых качеств разрабатываемых продуктов были подобраны оптимальные количества сахара и фруктового наполнителя (использовали натуральные сухие фрукты). Проведены исследования по влиянию сахара и фруктового наполнителя на их физико-химические, органолептические и микробиологические показатели продуктов. Ферментацию молочной основы проводили микроорганизмами БК «Пробилакт-6». Введение в витаминизированную молочную основу сахара или сахара и сухих фруктов на микрофлору готовых продуктов влияния практически не оказывала, но при хранении продукта способствовала

увеличению содержания молочнокислых бактерий и бифидобактерий по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4 – Микрофлора кисломолочных продуктов, КОЕ/см³

№ п/п	Состав сквашенной молочной основы	Готовый продукт				Кисломолочный продукт после 10 дней хранения			
		Общее кол-во м/к бактерий	Кол-во <i>L. helveticus</i>	Кол-во <i>L. casei</i>	Кол-во бифидобактерий	Общее кол-во м/к бактерий	Кол-во <i>L. helveticus</i>	Кол-во <i>L. casei</i>	Кол-во бифидобактерий
1	Молоко (контроль)	$2,5 \cdot 10^9$	$8,6 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^8$	$8,2 \cdot 10^7$	$3,2 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$
2	Молоко + витамины+ 7% сахара	$2,5 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^9$	$7,8 \cdot 10^7$	$2,8 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^6$
3	Молоко + витамины+ 7% сахара + сухие фрукты	$2,5 \cdot 10^9$	$7,6 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^9$	$8,2 \cdot 10^7$	$5,2 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^6$

Полученные кисломолочные продукты после 10 дней хранения по содержанию молочнокислых бактерий, пробиотических лактобацилл и бифидобактерий соответствовали требованиям, предъявляемым санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденными Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009 г. для продуктов детского питания, питания дошкольников и школьников. Дополнительное обогащение их витаминами повышало функциональность продуктов. Установлено, что внесение сахара не оказывало существенного влияния на физико-химические показатели обогащенных витаминизированных продуктов, но улучшало их вкусовые качества. Совместная добавка сухих фруктов и сахара увеличивала в продуктах после 10 суток хранения титруемую кислотность на 8–12 °Т, но не превышала 100 °Т.

Заключение. Изучено влияние витаминной добавки (премикс 730/4 фирмы «Рош»), на развитие заквасочной микрофлоры, при изготовлении и хранении кисломолочных продуктов, предназначенных для детского питания. Для ферментации молока, обогащенного витаминным премиксом, использовали поливидовой бактериальный концентрат «Пробилакт», состоящий из пробиотических культур *Bifidobacterium ssp.*,

Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus acidophilus* или *Lactobacillus helveticus*. Показано, что при ферментации молока содержание большинства витаминов снижалось до 10%, витаминов группы В – более чем на 20%, при хранении продуктов содержание витамина С уменьшалось почти в два раза. Внесение витаминного премикса повышало в ферментированном продукте количество жизнеспособных клеток лактобактерий более чем в 4 раза. При хранении в течение 10 дней витаминизированных кисломолочных продуктов при температуре $(+6\pm 2)$ °С отмечено прогнозируемое уменьшение общего количества молочнокислых бактерий (с $2,5\times 10^9$ до $6,0\times 10^8$ КОЕ/см³) и увеличение почти в два раза содержания пробиотических лактобацилл, что повышает функциональность продуктов.

Литература

1. 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 // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 6–7.
2. Спиричев, В.Б. Роль витаминов и минеральных веществ в остеогенезе и профилактике остеопатии у детей / В.Б. Спиричев // Вопросы детской диетологии. – 2003. – Т.1 – №1. – С. 40–49.
3. Зобкова, З.С. Функциональные цельномолочные продукты / З.С. Зобкова // Молочная промышленность. – 2006. – №4. – С. 68–70.
4. Гончарова, Г.И. Бифидофлора человека и необходимость ее оптимизации / Г.И. Гончарова // Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промышленности и сельском хозяйстве / ред. А.Никитин. – М., – 1986. – с. 10–17.
5. Мурашева, А.О. Эффективность бифидокефира для лечения острых кишечных инфекций и коррекции дисбиоза у детей / А.О. Мурашева, А.А. Новокшенов, И.Ф. Учайкин // Ж. Микробиол. – 1994. – №6. – С. 108–110.
6. Пospelова, В.В. Ацидофильные лактобактерии и их значение в системе средств, регулирующих бактериоценоз / В.В. Пospelова, М.А.

Манвелова, Н.Г. Рахимова // Медицинские аспекты микробной экологии / ред. Б.А.Шендеров. –М., –1991. –С. 175–182.

7. Горелов, А.В. Усенко Д.В. Оценка влияния пробиотического продукта Актимель на состояние здоровья детей / А.В. Горелов, Д.В. Усенко // Леч. врач. –2003. –№ 9. –с. 26–29.

N.Zhabanos, K.Kononovich, A.Lushch, K.Safronenko, N.Furik

SOUR–MILK PRODUCTS WITH VITAMINS

Summary

Influence of the vitamin additive (complex of 730/4 "Rosh") on a fermentation of the sour–milk products intended for a children's food is studied. For a fermentation of the milk enriched vitamin additive, used the polyspecific bacterial concentrate «Probilact» consisting from probiotic cultures: *Bifidobacterium ssp.*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* or *Lactobacillus helveticus*.

It is shown, that during fermentation of milk the maintenance of the majority of vitamins decreased within 10%, vitamins group B decrease more than 20%, after storage the maintenance of vitamin C decreased almost twice. Entering of a vitamin complex raised in the fermented product quantity of viable cells of Lactobacteria more than in 4 times. After storage within 10 days of the vitaminized sour-milk products at temperature (+6±2) °C total maintenances of lactic acid bacteria decrease (with $2,5 \times 10^9$ to $6,0 \times 10^8$ CFU) and increase almost twice maintenances of probiotic Lactobacteria is noticed, that raises functionality of products.

Т.Л. Шуляк, к.т.н., Ю.И. Шевырева

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВСЯНЫХ ХЛОПЬЕВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ РЯЖЕНКИ

Разработана технология комбинированного молочного продукта – ряженки с овсяными хлопьями. Подобрана оптимальная концентрация овсяных хлопьев в ряженке, которая позволяет получать продукт с чистым кисломолочным вкусом и приятным специфическим привкусом овсяных хлопьев и однородной, в меру густой консистенцией. Изучена пищевая и энергетическая ценность нового продукта. Установлено, что ряженка с овсяными хлопьями имеет повышенную пищевую, биологическую и энергетическую ценность за счет увеличения в ней содержания белка, углеводов, минеральных веществ (зола) по сравнению с традиционной ряженкой. Разработаны проекты технических нормативных правовых актов на ряженку с овсяными хлопьями.

В современных условиях, характеризующихся неблагоприятной экологической ситуацией, возрастанием стрессовых воздействий на организм человека и рядом других факторов, возникла необходимость в создании функциональных пищевых продуктов, оказывающих благотворное воздействие на организм человека при регулярном потреблении в составе повседневного рациона. Разработка продуктов функционального питания может быть реализована за счет их многокомпонентности, в частности благодаря комбинированию молочного сырья с компонентами растительного происхождения. Именно молочно-растительные системы наиболее полно соответствуют формуле сбалансированного питания. Особый интерес в этом отношении представляют злаки, поскольку они обладают уникальным биохимическим составом, широким спектром лечебно–профилактических свойств, позволяющих профилактировать ряд заболеваний потенциально здорового населения. Введение злаков в молочную основу позволяет заменить часть белка животного происхождения растительным, повысить биологическую и витаминную ценность, улучшить минеральный состав, обогатить продукт пищевыми волокнами и другими ценными компонентами [1, 2].

Цель настоящей работы – установление оптимальной концентрации овсяных хлопьев при производстве ряженки и исследование пищевой ценности продукта.

Объекты и методы исследования. На кафедре технологии молока и молочных продуктов УО «Могилевский государственный университет продовольствия» проводятся работы по созданию комбинированных молочных продуктов со злаковыми добавками, в частности с овсяными хлопьями. Овсяные хлопья богаты полноценными белками (13,1%), углеводами (65,7%), жирами (6,2%), минеральными веществами, витаминами. Например, содержание токоферола (витамина Е) в них в среднем составляет 3,2 мг/100 г, пиридоксина – 0,24 мг/100 г, биотина (витамина Н) – 20 мкг/100 г, ниацина – 1,0 мг/100 г, тиамина – 0,45 мг/100 г. В состав жира овсяных хлопьев входят полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая – 2,28%, линоленовая – 0,05% [1].

При исследовании сочетаемости овсяных хлопьев с различными молочными продуктами было установлено, что наличие привкуса топления в ряженке в наибольшей степени сочетается со вкусом овсяных хлопьев. Дополняя друг друга, они придают получаемому продукту новый специфический приятный вкус. В связи с этим в качестве базовой молочной основы для обогащения овсяными хлопьями была выбрана ряженка. Подобраны и обоснованы способ и стадия внесения овсяных хлопьев при производстве ряженки, которые позволяют провести предварительную тепловую обработку злаковой добавки, исключают привкус мучности и способствуют существенному обогащению продукта питательными веществами злаковой добавки. Сущность способа заключается в следующем: сухие неизмельченные хлопья заливают горячей молочной смесью после топления с температурой 95 °С и выдерживают 5 мин при равномерном перемешивании. Затем молочную смесь со злаками охлаждают до температуры заквашивания 43±2 °С и сквашивают чистыми культурами термофильного молочнокислого стрептококка до образования сгустка.

Результаты и их обсуждение. Ряженку с овсяными хлопьями вырабатывали по способу, описанному выше. Овсяные хлопья использовали в следующих концентрациях: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0%. Оценка органолептических показателей продуктов проводили по разработанной условной 5 балльной шкале (табл. 1).

Таблица 1 – Условная балльная шкала оценки органолептических показателей ряженки с овсяными хлопьями

Оценка продукта, балл	Характеристика балльной оценки
5	Вкус чистый, кисломолочный, с привкусом топления и приятным специфическим вкусом овсяных хлопьев. Однородная консистенция, с равномерным распределением овсяной добавки по всему объему продукта
4	Вкус чистый, кисломолочный, с привкусом топления и умеренно выраженным вкусом овсяных хлопьев. Однородная консистенция, с равномерным распределением овсяной добавки по всему объему продукта
3	Вкус чистый, кисломолочный, с привкусом топления и выраженным вкусом овсяных хлопьев. Густая консистенция, с равномерным распределением овсяной добавки по всему объему продукта
2	Вкус кисломолочный, с привкусом топления и с чрезмерно выраженным вкусом хлопьев. Очень густая консистенция
1	Вкус кисломолочный, с привкусом топления и излишним вкусом овсяных хлопьев, придающих продукту неприятные вкусовые ощущения при употреблении. Чрезмерно густая, тягучая, пастообразная консистенция

Органолептические показатели полученных продуктов с овсяными хлопьями оценивались преподавателями, аспирантами и студентами кафедры технологии молока и молочных продуктов УО «МГУП», затем были обработаны и рассчитаны средние результаты (рис. 1.)

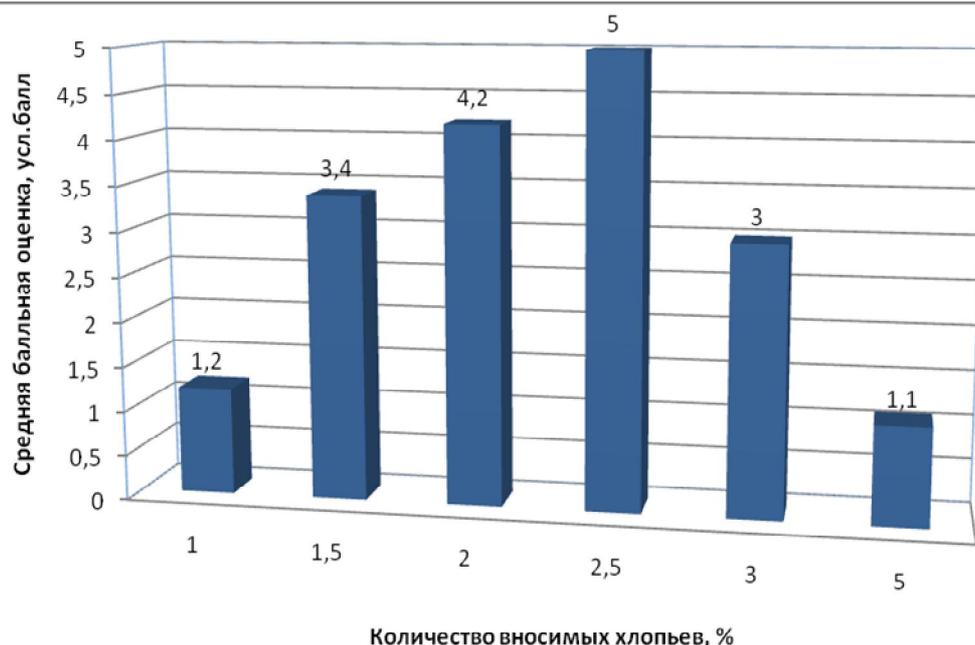


Рисунок 1 – Органолептическая оценка ряженки с различным содержанием овсяных хлопьев

На основании органолептической оценки было установлено, что злаковая добавка в количестве 5,0% придает продукту очень густую, тягучую консистенцию, обусловленную излишним количеством овсяных

хлопьев, а количество хлопьев 1,0% мало, так как при употреблении продукта не создавалось однородности вкуса ряженки с добавкой. Высокую оценку получили образцы с концентрацией овсяных хлопьев 1,5; 2,0; 2,5%. Однако, по мнению дегустаторов, наилучшими вкусовыми показателями обладает ряженка с количеством овсяных хлопьев 2,5%, так как при этом получается продукт с приятным специфическим привкусом овсяных хлопьев и однородной консистенцией, характеризующейся равномерным распределением овсяной добавки по всему объему продукта.

Параллельно с определением органолептических показателей у образцов определяли титруемую кислотность по ГОСТ 3624–92 [3], активную кислотность на рН–метре рН–222.2, массовую долю сухих веществ методом высушивания в сушильном шкафу по ГОСТ 3626–73 [4], а также фиксировали продолжительность сквашивания. В качестве контроля использовали традиционную ряженку без овсяных хлопьев.

Таблица 2 – Физико–химические показатели ряженки с различным содержанием овсяных хлопьев

Количество злаковой добавки, %	Титруемая кислотность, Т	Активная кислотность, рН	Массовая доля сухих веществ, %	Продолжительность сквашивания, ч
Контроль	63	4,88	11,75	3,20
1,0	63	4,83	12,50	3,17
1,5	64	4,75	12,94	3,15
2,0	65	4,73	13,60	3,10
2,5	67	4,67	13,75	3,00
3,0	68	4,54	14,30	2,53
5,0	72	4,44	15,85	2,40

Как видно из табл. 2, с увеличением в продукте количества овсяных хлопьев продолжительность сквашивания сокращается, что, возможно, связано с содержанием в злаковой добавке ростовых веществ, активизирующих заквасочную микрофлору. При концентрации овсяных хлопьев 2,5% продолжительность сквашивания молока уменьшается на 0,2 ч по сравнению с ряженкой без овсяных хлопьев, что в целом обуславливает сокращение технологического процесса производства продукта.

При концентрации злаковой добавки 2,5% массовая доля сухих веществ в продукте по сравнению с контролем увеличивается на 2,0%, а при концентрации 5,0% – на 4,1%. Это свидетельствует о том, что с увеличением количества вносимых овсяных хлопьев увеличивается массо-

вая доля сухих веществ ряженки, а значит, происходит повышение пищевой ценности продукта.

Как видно из значений титруемой и активной кислотностей, повышение концентрации овсяных хлопьев приводит к более быстрому нарастанию титруемой кислотности и, как следствие, к пропорциональному снижению активной кислотности. Использование овсяных хлопьев в количестве 2,5% увеличивает значение титруемой кислотности продукта на 4 °Т по сравнению с контролем, а в количестве 5,0% – на 9 °Т, что также может свидетельствовать о более активном развитии заквасочной микрофлоры в присутствии злаковой добавки.

Таким образом, на основании органолептической оценки и проведенных физико-химических анализов определили оптимальную концентрацию овсяных хлопьев при производстве ряженки – 2,5%.

На следующем этапе работы исследовали пищевую ценность ряженки с концентрацией овсяных хлопьев 2,5%. Контролем служила ряженка 4%-ной жирности без овсяных хлопьев. Пищевую ценность продуктов определяли, контролируя массовую долю молочного жира по ГОСТ 5867–90 [5], массовую долю белка по методу Къельдаля, массовую долю углеводов по методу Бертрана, массовую долю золы методом сухого озоления [6]. Рассчитана также энергетическая ценность продуктов.

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность исследуемых продуктов

Наименование показателя	Ряженка	Ряженка с овсяными хлопьями
Массовая доля молочного жира, %	4,0	3,7
Массовая доля белка, %	3,2	3,4
Массовая доля углеводов, %	4,0	5,5
Массовая доля золы, %	0,71	0,79
Энергетическая ценность, кДж	261	290

Как видно из табл. 3, массовая доля молочного жира в ряженке с овсяными хлопьями снижается по сравнению с контролем, что связано с внесением в продукт сырья немолочного происхождения. Массовая доля белка и углеводов в опытном образце увеличивается по сравнению с традиционной ряженкой, так как происходит обогащение продукта белками и углеводами, содержащимися в злаковой добавке. По данным массовых долей золы, представленным в таблице 3, можно сделать вывод, что овсяные хлопья обогащают ряженку минеральными веществами.

В целом можно заключить, что ряженка с овсяными хлопьями имеет повышенную пищевую, биологическую и энергетическую ценность за счет увеличения в ней содержания белка, углеводов, минеральных веществ (зола) по сравнению с традиционной ряженкой.

К достоинствам разработанного продукта можно также отнести то, что при использовании в качестве добавки овсяных хлопьев продукт обогащается биологически ценными веществами, такими как витамины (пиридоксин, тиамин, токоферол, биотин, ниацин и другие), минеральными веществами (фосфор, магний, цинк, калий, железо, кобальт и другие), полиненасыщенными жирными кислотами (линолевая, линоленовая).

Разработаны проекты технических нормативных правовых актов (технические условия, технологическая инструкция, рецептуры) на ряженку с овсяными хлопьями «Глоток здоровья».

Литература

1. Мусина, О.Н. Современные тенденции использования зерновых добавок в производстве молочных продуктов: монография / О.Н. Мусина, М.П.Щетинин, М.Н Сахрынин. – Барнаул: Издательство АлтГТУ, 2004. – 340 с.

2. Захарова, Л.М. Оценка биологической ценности кисломолочных белковых продуктов с зерновыми добавками / Л.М. Захарова, И.А. Мазеева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 1. – С. 39–41.

3. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности: ГОСТ 3624–92. –М.: Издательство стандартов, 1992. – 11 с.

4. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества: ГОСТ 3626–73. –М.: Изд–во стандартов, 1996. – 15 с.

5. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира: ГОСТ 5867–90. –М.: Изд–во стандартов, 1990. – 16 с.

6. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых продуктов / З.Ф. Фалунина [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 348 с.

T.Shuljak, J.Shevyreva

**USE OATS FLAKES IN MANUFACTURE OF THE SOUR-MILK
PRODUCT ON THE BASIS OF FERMENTED BAKED MILK**

Summary

The technology of the combined dairy product – fermented baked milks with овсяными in flakes is developed. Optimum concentration овсяных flakes in fermented baked milk which allows to receive a product with pure sour-milk taste and pleasant specific smack овсяных flakes and homogeneous, to the extent of a dense consistence is picked up. Food and power value of a new product is studied. It is established, that fermented baked milk with овсяными in flakes has the raised food, biological and power value at the expense of increase in it maintenances of fiber, carbohydrates, mineral substances (ashes) in comparison with traditional fermented baked milk. Projects of technical standard legal certificates on fermented baked milk with овсяными in flakes are developed.

*О.В. Дымар, к.т.н., М.В. Зубик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КУМЫСА ИЗ КОРОВЬЕГО МОЛОКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Изучены состав и свойства коровьего и кобыльего молока, их сходство и различие, возможные способы приближения состава коровьего молока к составу кобыльего молока, определены наиболее значимые факторы, влияющие на качество полученного продукта, сделаны выводы о возможности организации технологического процесса производства кумыса из коровьего молока на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

В Республике Беларусь имеются большие резервы коровьего молока. Ассортимент традиционно вырабатываемых из него молочных продуктов, предлагаемый молокоперерабатывающими предприятиями, достаточно широк и разнообразен. Это различные виды молока, огромный ассортимент кисломолочных напитков, творожных изделий, сыров. Именно поэтому на сегодняшний день особо актуальной стала проблема выпуска новых видов молочной продукции, способных заинтересовать современного покупателя.

Анализ рынка потребления молочных продуктов жителями республики показал, что в стране отмечается устойчивая тенденция к росту потребления кисломолочных напитков. Это объясняется не только питательными, но и диетическими и лечебными свойствами этих напитков.

Особый интерес вызывает вопрос выпуска кисломолочных напитков смешанного брожения, таких как кефир, кумыс, айран, курунга, чал и др. Эта группа напитков является достаточно интересной для изучения и перспективной для последующего выпуска на молокоперерабатывающих предприятиях и реализации на рынке. Кисломолочные продукты, производство которых основано на использовании смешанного молочнокислого и спиртового брожения, обладают диетическими, а при некоторых заболеваниях и лечебными свойствами. Диетические свойства кисломолочных продуктов объясняются благотворным действием на организм

человека микроорганизмов и веществ, образующихся в результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока (образование молочной кислоты, спирта, углекислого газа, накопление антибиотиков, витаминов и др.). Кисломолочные продукты возбуждают аппетит и повышают перистальтику кишечника. Регулярное употребление в пищу кисломолочных продуктов укрепляет нервную систему [1].

Одним из наиболее полезных для человека кисломолочных продуктов смешанного брожения является такой напиток, как кумыс. Полученный в результате сбраживания кобыльего молока с помощью специальной закваски кумыс является ценным продуктом питания, обладающим хорошими вкусовыми, профилактическими и лечебными свойствами. Вобрав в себя все полезные свойства уникального по химическому составу кобыльего молока, в процессе ферментации кумыс обогащается такими новыми ценными продуктами кумысного брожения, как молочная кислота, этиловый спирт, углекислый газ, ароматические, антибиотические, иммунологические и другие вещества. Именно эти компоненты и придают кумысу особый аромат, вкус и важные лечебные свойства [2].

Именно поэтому особо актуальным является вопрос возрождения его производства на современных молокоперерабатывающих предприятиях. Классическая технология производства данного напитка предусматривает использование кобыльего молока. Однако в связи с ограниченной возможностью производства этого продукта из кобыльего молока в нашей стране, существует потребность разработки технологии его производства из коровьего молока.

В 60–е годы XX столетия впервые была разработана промышленная технология производства кумыса из коровьего молока. Однако она была несовершенна и имела ряд недостатков. В конце 70–х годов ученые Беларуси разработали новую технологию производства. Технологии производства данного напитка разрабатывались и позже. Анализ всех ранее применяемых способов выявил основной и главный недостаток их применения – свойства полученного продукта сильно отличались от свойств классического аналога.

В связи с этим в РУП «Институт мясо-молочной промышленности» была проведена работа по определению возможности возрождения производства кумыса из коровьего молока на перерабатывающих предприятиях.

В ходе работы были изучены состав и свойства коровьего и кобыльего молока, их сходство и различие, возможные способы приближения состава коровьего молока к составу кобыльего молока, определены наиболее значимые факторы, влияющие на качество полученного продукта, сделаны выводы о возможности организации технологического процесса производства кумыса из коровьего молока на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

Основным недостатком ранее используемых способов получения кумыса из коровьего молока являлось то, что химический состав продукта по содержанию молочного сахара, белков, жиров и сухих веществ не идентичен кобыльему молоку (альбумина и глобулина), что приводило к образованию грубой консистенции и отстою сыворотки.

В настоящее время появилась возможность приближения состава коровьего молока к кобыльему молоку. Этого можно достичь применением баромембранных методов обработки молочного сырья, которые позволяют фракционировать и концентрировать составные части молочного сырья, максимально сохраняя их пищевую, биологическую ценность и технологические свойства, представляют возможным получать целевые продукты с регулируемым составом и свойствами.

От состава молока, закваски и способа приготовления зависят как физические свойства кумыса, так и химический состав, а еще в большей степени его питательные и лечебные достоинства. Кобылье молоко содержит белки, жиры, молочный сахар, соли кальция, фосфора, микроэлементы редких металлов и витамины.

По содержанию питательных веществ и энергетической ценности молоко кобыл может конкурировать с молоком других видов животных (табл. 1) [3].

Таблица 1 – Состав молока различных животных

Молоко	Белок			Лактоза	Жир	Зола	Сухие вещества
	общий	казеин	альбумин и глобулин				
Кобылье	2,0	50,7	49,3	6,7	2,0	0,3	11,0
Ослиное	1,9	35,7	64,3	6,2	1,4	0,4	9,9
Коровье	3,3	85,0	15,0	4,7	3,7	0,7	12,5
Козье	3,4	75,4	24,6	4,6	4,1	0,9	13,1
Овечье	5,8	77,1	22,9	4,6	6,7	0,8	17,1
Буйволиное	4,7	89,7	10,3	4,5	7,8	0,8	17,8
Верблюжье	3,5	89,8	10,2	4,9	4,5	0,7	13,6

В кобыльем молоке по сравнению с коровьим содержится меньше белков, жира и минеральных веществ, зато почти в 1,5 раза больше лактозы. Кислотность молока низкая – около 6 °Т (рН 6,6–7,0), плотность – 1032–1034 кг/м³. По количеству и составу белков, а также содержанию лактозы кобылье молоко приближается к женскому. Оно относится к молоку альбуминовой группы – на долю казеина в нем приходится 50–60% от общего количества белков.

Молоко обладает высокой биологической ценностью. Его белки и жир хорошо усваиваются. Жир кобыльего молока по сравнению с жиром коровьего молока содержит меньше низкомолекулярных, не больше насыщенных жирных кислот. Он богат линолевой, линоленовой и арахидоновой кислотами, которые тормозят развитие туберкулезных бактерий, в то время как в жире коровьего молока они энергично развиваются. Температура плавления – 21–23 °С. Количество полиненасыщенных жирных кислот в нем почти в 10 раз выше, чем в коровьем. Белки имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав. Кобылье молоко значительно превосходит по содержанию витамина С, его количество может достигать 13 мг/м³ и более, однако оно содержит меньше рибофлавина [4].

Важнейшую роль при этом играют такие составляющие, как белок, лактоза и жир. Проблема заключается как в количественном, так и в качественном различии их содержания.

Белок кобыльего молока на 50% состоит из альбумина и на 50% из казеина. При сбраживании молока в кумыс белок выпадает в виде нежных хлопьев. В случае использования в качестве сырьевой базы коровьего молока такого результата добиться невозможно из-за высокого содержания казеина.

Особенности кобыльего молока обусловлены также витаминным и минеральным составом (табл. 2).

Таблица 2 – Состав 1 л кобыльего молока

Компонент молока	Содержание
Лактоза	67 г
Кальций	800 мг
Фосфор	500 мг
Витамин С	135 мг
Витамин А	300 мг
Витамин Е	1000 мг
Витамин В ₂	370 мг

Ценной особенностью кобыльего молока является высокая калорийность. Установлено, что калорийность 1 л молока казахских кобыл – 493–593 ккал, рысисто-казахских – 512–525, кустанайской, казахских помесей – 512 ккал [3].

Таким образом, для получения кумыса из коровьего молока необходимо изменения состава исходного сырья.

Закваска, применяемая для производства, во многом определяет свойства продукта и придает ему специфические вкус, аромат и консистенцию, присущие настоящему кумысу. Закваска представляет собой культуры микроорганизмов, вызывающие брожение и вносимые в естественный субстрат для получения ферментированных молочных продуктов. В качестве закваски для производства кумыса применяют чистые культуры молочнокислых бактерий и дрожжей.

Применяемые для кумыса закваски часто были загрязнены посторонними микроорганизмами, что ухудшало качество напитка, поэтому А. С. Гинсбург в 1910 году и А. А. Байчинская-Райченко в 1911 году сообщили о приготовлении им кумыса на чистых культурах в лаборатории. В 1923 году Л. М. Горовец-Власова ввела массовое приготовление кумыса на чистых культурах в Оренбургском кумысолечебном районе [5].

В этого времени начинается активная работа по поиску идеальной закваски для кумыса. Было предложено множество комбинаций: молоко + отвар зерна; прокипяченный с ячменем обрат + катык; кумыс прошлого года; болгарская палочка + дрожжи из ВНИИК и ВНИМИ; кефирный грибок; закваска №5 + ацидофильная палочка и др.

Хорошо известно, что молочнокислое брожение в кумысе идет в основном за счет болгарский и ацидофильной молочнокислых палочек.

Спиртовое брожение осуществляется дрожжами, самостоятельно разлагающими лактозу. Использование дрожжей *Torula* в лабораторной закваске не получило широкого распространения, так как эти закваски были менее стойкими в производстве и, по данным И. А. Сайгина, часто давали кумыс с худшими вкусовыми качествами. До настоящего времени в лабораторной закваске используются молочные дрожжи *Saccharomices lactis*, штамм Sk, которые наряду с лактозой сбраживают и простые сахара молока.

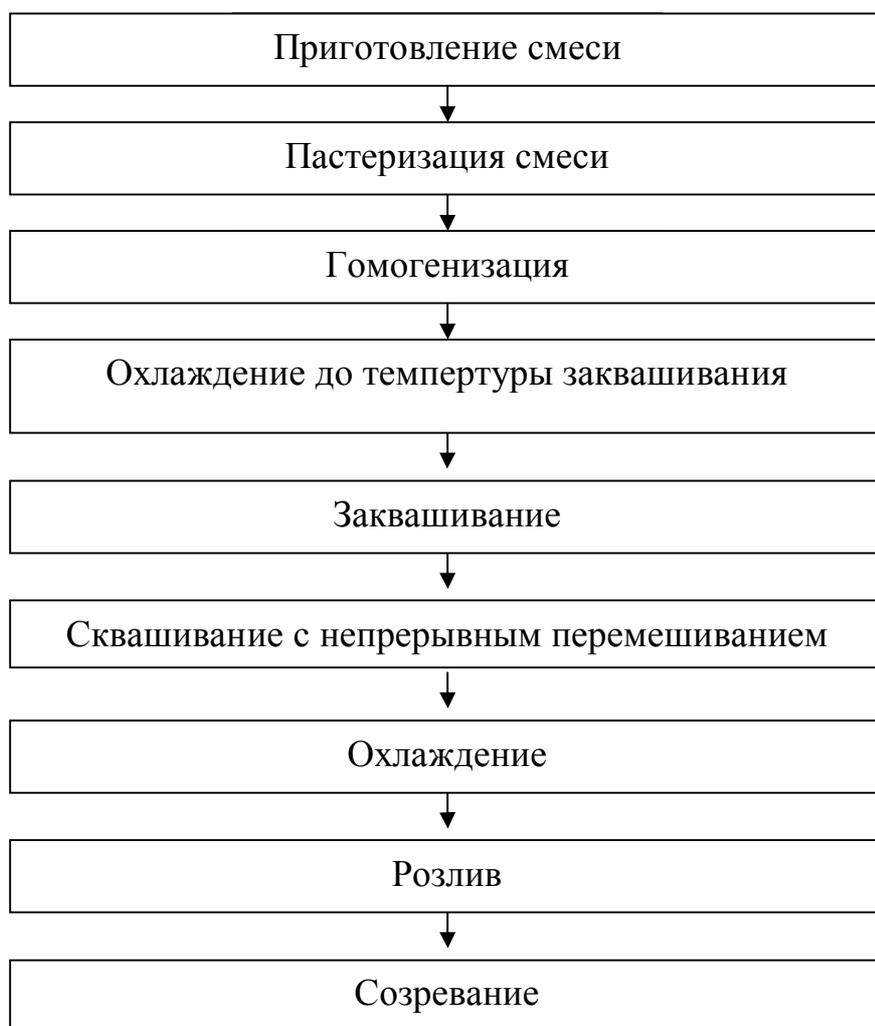


Рисунок 1 – Общая технологическая схема производства кумыса

Основной закваской остается закваска, приготовленная в специальных лабораториях на чистых культурах болгарской и ацидофильной палочек и молочных дрожжей из ВНИИК и ВНИМИ и др.

Лишь при условии наличия молока-сырья и необходимого вида закваски можно говорить о возможности организации производства кумыса.

Процесс выработки кумыса на молочных заводах может быть осуществлен на имеющемся оборудовании. Сквашивание смеси и приготовление закваски можно проводить резервуарным способом в танках с мешалкой, как при выработке кефира резервуарным способом. Единственным минусом является требование наличия отдельных площадей для производства из-за наличия в составе закваски дрожжей.

Таким образом, организация технологического процесса производства кумыса из коровьего молока на молокоперерабатывающих предприятиях возможна, однако необходимо решить следующие задачи.

1. Максимально приблизить химический состав исходного коровьего молока по содержанию молочного сахара, белков, жиров и сухих веществ к кобыльему молоку. Про этом предусматривается использование как жидких компонентов коровьего молока (цельного молока, обезжиренного молока и сливок, обезжиренного молока, сливок и пахты), так и сухого молочного порошка. В любом случае должен быть получен напиток, содержащий комплекс антибиотических веществ, углекислый газ, спирт, молочную кислоту, дрожжевые клетки.

2. Подобрать оптимальные штаммы микроорганизмов для приготовления закваски.

3. Определить дозу вносимой закваски.

4. Определить оптимальный уровень кислотности смеси и создать условия для его регулирования в процессе сквашивания и созревания.

5. Определить оптимальные параметры проведения технологических процессов, особенно процессов пастеризации и гомогенизации. Осуществление пастеризации дает возможность стабилизации белков и предупредить их выпадение в осадок. Проведение процесса гомогенизации смеси оказывает существенное влияние на дисперсность жира и белка, способствует получению продукта однородной консистенции, по дисперсности жировых и белковых фракций приближающегося к кобыльему молоку.

6. Найти подходящий вид упаковочного материала, определить сроки и условия хранения и реализации.

Литература

1. Технология молока и молочных продуктов: учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дьяченко [и др.]; под ред. П. А. Вшивцева.– М.: Пищевая промышленность, 1974. – 446 с.
2. Пастухова, З.М. Кумыс – эликсир здоровья / З. М. Пастухова. – Минск: ГП Института БелНИКТИММП, 1998. – 101 с.
3. Современные представления о биохимическом составе кумыса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 10.06.2009.
4. Состав кобыльего молока [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 15.06.2009.
5. Как использовать различные закваски в кумысоделии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kumys.ru/>. – Дата доступа: 21.06.2009.

O. Dymar, M. Zubik

PROSPECTS OF REVIVAL OF PRODUCTION OF COW MILK KOUMISS

Summary

During work their similarity and difference, possible ways of approach of composition of the cow milk to composition of the mare milk has been studied, composition and properties cow and mare milk, the most significant factors influencing quality of the received product are defined, conclusions are drawn on possibility of the organisation of technological process of manufacture of cow milk koumiss at the enterprises for processing of milk of the Republic of Belarus.

*Т.И.Шингарева, В.М.Велинец, Д.Е.Зубец, Е.О.Чупрунова
Могилевский государственный университет продовольствия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ПРОТЕКАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СЫРОВ ТИПА РОССИЙСКОГО

Изучен характер протекания микробиологических процессов и их влияние на качество при выработке сыров с низкой температурой второго нагревания на примере сыра «Российский» с применением усовершенствованных способов ведения технологического процесса производства сыра: применении термизации, бактофугирования, созревания термизированного нормализованного в потоке молока с последующей его пастеризацией, свертыванием молочной смеси, включая использование заквасок прямого способа внесения, обязательным разбавлением сыворожки водой на стадии варки сыра, что позволяет получить продукт гарантированного качества, не требует дополнительных затрат на приготовление бактериальных заквасок и снижает потери молочного жира в сыворожку.

Введение. В настоящий период в соответствии с Программой развития мясной и молочной промышленности на 2005–2010 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь №792 от 15 июля 2005 года идет дальнейший процесс технической и технологической модернизации перерабатывающих предприятий молочной отрасли, в том числе сыродельной, который включает механизмы укрупнения и концентрации производства в крупных технически оснащенных организациях, что позволило перераспределить сырьевые потоки и осуществить техническое перевооружение многих сыродельных предприятий с применением современных автоматизированных линий по производству сыров [1].

За последнее десятилетие значительно расширился и ассортиментный перечень сыров, появились новые технологии, совершенствуются традиционные цель работы – выявление особенностей применения заквасок прямого способа внесения по сравнению с традиционным использованием производственных заквасок, а также изучение влияния совокупности технологических приемов: термизации, бактофугирования молока и др., не используемых ранее в Беларуси в традиционной технологии при

производстве сыров с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н), на характер изменения микробиологических процессов и качество сыра.

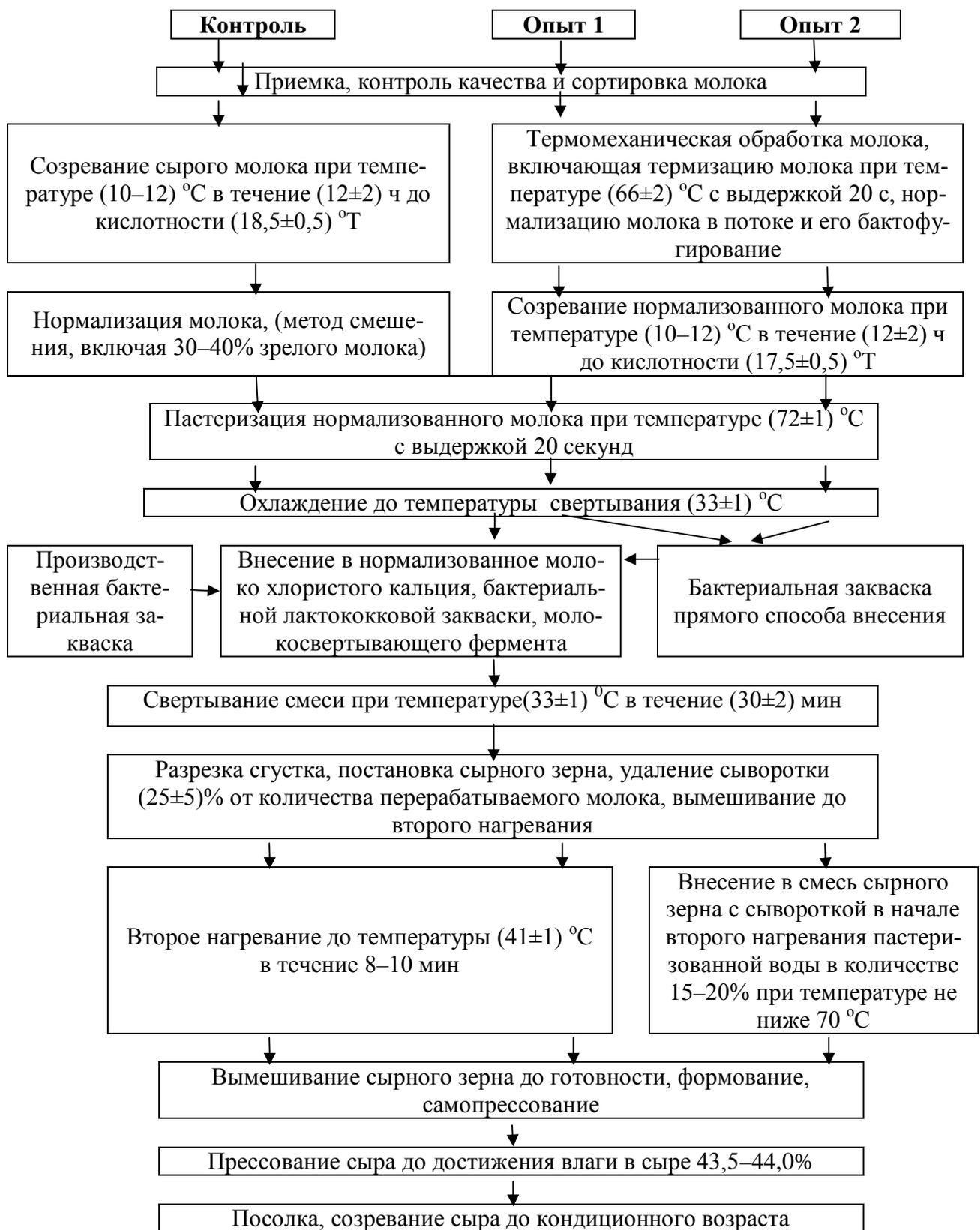


Рисунок 1 – Диаграмма технологических процессов выработки сыров

Объекты и методы исследования. Проведены исследования ферментативных сыров с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н)

на примере сыра «Российский», выработанных по традиционной технологии (контроль) [2] и с применением усовершенствованных технологических приемов (опыт 1 и 2).

Как видно из диаграммы технологических процессов производства контрольных и опытных выработок сыра (рис. 1), при выработке опыта 1 и 2, в отличие от контроля, молоко-сырье поступившее на выработку сыра, сразу направляли на термизацию, совмещенную с нормализацией до требуемой жирности в потоке (с учетом массовой доли белка) и бактофугированием, после чего все нормализованное молоко направляли на созревание, после чего непосредственно перед выработкой сыра, его пастеризовали. В то время, как контрольный сыр выработывался из молока-сырья, которое не подвергалось термизации и бактофугированию, при этом только часть сырого молока (30–40%), проходило созревание, затем его использовали в составе нормализованной смеси на сыр, при этом нормализация проводилась не в потоке, а смешением.

Кроме того, при производстве контрольного сыра использовали производственную бактериальную лактококковую закваску, полученную из бактериального концентрата, предназначенного для сыров с НТ2Н (из расчета 1,0–1,2%), а при выработке опытных сыров вносили бактериальную закваску лактококков прямым способом, аналогичную по количественному и качественному составу. Дополнительно в опыте 2, в отличие от контроля и опыта 1, осуществляли внесение в смесь сырного зерна с сывороткой в начале второго нагревания пастеризованной воды в количестве 15–20% при температуре не ниже 70 °С.

Результаты и их обсуждение. Характер протекания микробиологических процессов и изменения активной кислотности на стадии выработки и созревания сыров отражены в табл. 1, 2.

Таблица 1 – Изменение общего количества бактерий при выработке и созревании сыров, 10^6 КОЕ/см³

	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Молоко-сырье	0,28±0,07	0,25±0,06	0,25±0,06
Нормализованное молоко			
перед внесением закваски	1,70±0,11	0,32±0,08	0,35±0,07
после внесения закваски	13,83±0,12	11,36±0,08	11,22±0,06
Сырное зерно			
после разрезки сгустка	92,0±14,4	13,1±1,2	12,8±1,1
в конце варки	280±26	42,3±1,8	34,9±2,0

Сыворотка			
после разрезки сгустка	152±12	12,8±1,0	11,6±15
в конце варки	126±10	34,6±1,4	12,8±1,3
Сыр после прессования	288±12	420±18	308±10
Сыр			
после посолки	328±13	504±14	348±11
через 5 суток созревания	288±12	420±18	308±10
в кондиционном возрасте	174±10	272±12	166±12

Как видно из полученных результатов исследований, применение термизации и бактофугирования в совокупности с последующим созреванием термизированного нормализованного молока повышает микробиологическую чистоту молочного сырья. При этом созревание молока можно проводить в полном объеме, а не только его часть. Это улучшает сыропригодность молока, расширяет возможности управления производителями технологическим процессом переработки сырья с заранее заданными характеристиками, позволяя осуществлять предварительную приемку больших объемов молочного сырья, а выработку сыров из него осуществлять на следующий день.

Таблица 2 – Изменение кислотности при выработке и созревании сыров, рН / °Т

	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
<i>Молоко-сырье</i>	<u>6,70±0,05</u> 16	<u>6,70±0,05</u> 16	<u>6,70±0,05</u> 16
<i>Нормализованное молоко</i> после внесения закваски	<u>6,55±0,05</u> 19,0	<u>6,60±0,05</u> 18,0	<u>6,60±0,05</u> 18,0
<i>Сыворотка:</i>			
после разрезки сгустка	<u>6,45±0,05</u> 13,0	<u>6,60±0,05</u> 12,5	<u>6,560±0,05</u> 12,5
в конце варки	<u>6,35±0,05</u> 16,0	<u>6,55±0,05</u> 13,0	<u>6,70±0,05</u> 12,5
<i>Сыр:</i>			
после прессования	5,35±0,05	5,10±0,10	5,40±0,05
после посолки	5,35±0,05	5,05±0,05	5,32±0,06
через 5 сут созревания	5,32±0,06	5,10±0,07	5,35±0,04
в зрелом возрасте	5,38±0,03	5,20±0,05	5,40±0,05

* над чертой – активная кислотность, рН, под чертой – титруемая кислотность, рН

Применение бактериальных заквасок прямого способа внесения, согласно табл. 1, накладывает отличительные особенности на характер

протекания микробиологических процессов как на стадии выработки сыра, так и при его созревании, особенно это выразительно для опыта 2, где не применяется разбавление сыворотки водой. Данный факт объясняется тем, что бактериальные закваски прямого способа внесения, в отличие от производственных на момент их внесения в молоко, находятся в неактивном состоянии и, попадая в молочную среду, у них наблюдается стадия приспособления (так называемая лагфаза). Если не проводить разбавление сыворотки водой (опыт 1), в дальнейшем на стадии прессования, начинается интенсивное развитие заквасочной микрофлоры, которое не прекращается и при посолке сыра, несмотря на неблагоприятные для нее условия жизнедеятельности. Данный процесс продолжается до полного сбраживания лактозы, которое, как видно из табл. 2, происходит уже по достижении 5 сут созревания. В то же время разбавление сыворотки водой на стадии варки сыра (опыт 1), снижая уровень молочного сахара в окружающей среде, в том числе и сырном зерне, в конечном счете положительно отражается на характере протекания микробиологических процессов и качестве сыров.

Физико-химический анализ сыворотки, полученной при производстве сыров, показал, что в случае применения производственной закваски (контроль) отмечается прирост ее титруемой и активной кислотности на стадии варки сыра (табл. 2), что, как сказано выше, связано с активным развитием заквасочной микрофлоры, находящейся в стадии логарифмического развития. Проведенный при этом анализ массовой доли жира в сыворотке показал, что в контроле данный показатель составил 0,4%, а в опытах не превышал 0,2%, что свидетельствует о преимуществе применения нормализации молока в потоке (на современных сепараторах–нормализаторах) по сравнению с методом смешения.

Проведенная органолептическая оценка сыров выявила в опыте 1 ярко выраженный кислый вкус и наличие крошливой консистенции, в то время как в контроле и опыте 2 таких пороков не наблюдалось. При этом образцы опыта 2 по вкусовым характеристикам были лучше контрольных образцов сыра. В них присутствовал более выраженный сырный аромат, что связано, скорее всего, с используемой бактериальной закваской прямого способа внесения, которая несмотря на одинаковый видовой состав микрофлоры по сравнению с БК, используемым при производстве контрольного сыра, способствует накоплению ферментативных

систем (прежде всего эндоферментов), расщепляющих составные части молока (молочные белки и др.), с накоплением веществ несколько иного рода, что, по-видимому, и обуславливает более выраженный аромат продукта.

Заключение. Совершенствование традиционных приемов в производстве сыров с НТ2Н за счет применения термизации в совокупности с бактофугированием и нормализацией в потоке с последующим созреванием всей массы термизированного нормализованного молока и его пастеризацией перед свертыванием, использования бактериальных заквасок прямого способа внесения, предназначенных для сыров с НТ2Н, в совокупности с обязательным разбавлением сыворотки водой на стадии варки сыра позволяет получить продукт гарантированного качества, не требует дополнительных затрат на приготовление бактериальных заквасок и снижает потери молочного жира в сыворотку.

Литература

1. Шингарева, Т.И. Производство сыра: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И.Раманкаус. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.
2. Типовая технологическая инструкция по изготовлению сыра «Российский»: ТИ РБ 100098867.025–2003. – Минск, 2003.

T. Shingareva, V. Velinets, D. Zubets, E. Chuprunova

RESEARCH OF CHARACTER OF COURSE OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES AT DEVELOPMENT CHEESES OF TYPE RUSSIAN

Summary

Character of course of microbiological processes and their influence on quality of cheese is studied at development of cheeses with low temperature of the second heating on an example "Russian" with application of advanced ways of conducting technological process of manufacture of cheese: application термизации, бактофугирования, maturing термизированного the milk normalised in a stream with its subsequent pasteurisation, curling of a dairy mix, including use of ferments of a direct way of entering, obligatory разбавлением whey water at a stage of cooking of cheese that allows to receive a product of the guaranteed quality, does not demand additional expenses for preparation of bacterial ferments and reduces losses of dairy fat in whey.

*Е.В. Ефимова, К.В. Объедков, к.т.н.
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

МЯГКИЕ СЫРЫ С ПРЕБИОТИКАМИ

Рассмотрена возможность производства мягких сыров с использованием пребиотиков. Изучены стадии и способы внесения инулина и олигофруктозы в продукт, определено их оптимальное количество, установлено влияние на органолептические и физико–химические показатели готового продукта. Изучены изменения физико–химических, органолептических, биохимических и микробиологических показателей сыра мягкого с пребиотиком в процессе хранения по сравнению с контрольными образцами. Проведена математическая обработка полученных результатов.

В настоящее время достаточно широкое распространение получили функциональные продукты питания. Основой технологий данных продуктов является модификация продуктов традиционных, обеспечивающая повышение содержания в них полезных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами потребления (10–50% от средней суточной потребности, по данным Института питания РАМН) [1, 2]. Выпускаются продукты питания, обогащенные функциональными ингредиентами, такими как молочнокислые бактерии и бифидобактерии, пищевые волокна, витамины, минеральные вещества и др. [3, 4]. Считается, что функциональные продукты целесообразно разрабатывать на основе традиционных пищевых продуктов, пользующихся массовым спросом, к таким продуктам относятся мягкие сыры [3].

Пробиотики – живые микроорганизмы, которые, попадая в определенных количествах в желудочно-кишечный тракт при приеме пищи, оказывают благотворное влияние на здоровье человека [5]. Пробиотики препятствуют прикреплению патогенных бактерий к стенкам кишечника непосредственно – путем выделения в окружающую среду антимикробных веществ, а также косвенно – понижая рН кишечного содержимого своими кислыми метаболитами (короткоцепочечные жирные кислоты). Кроме того, полезная микрофлора может повышать иммунитет, увеличивая выработку в слизистой кишечника иммуноглобулина, стимулировать выделение противовоспалительных цитокининов и уменьшать выработку цитокининов, ответственных за аллергическое воспаление [6].

Для профилактики дисбактериозов, эффективного восстановления желудочно-кишечной микрофлоры человека необходимо употреблять пищевые продукты, содержащие живые клетки бифидо- и лактобактерий, поскольку они обладают способностью приживаться в организме человека. В готовом продукте содержание лактобактерий должно быть не менее 10^7 КОЕ/г, бифидобактерий – не менее 10^6 КОЕ/г [5]. Терапевтическая доза должна составлять 10^8 – 10^9 жизнеспособных клеток в день. В настоящее время отмечена тенденция к увеличению норм потребления пробиотических культур так, в некоторых странах Западной Европы минимальный уровень клеток повышен до 10^7 КОЕ/г [7].

Заметное место занимают молочные продукты, обогащенные пребиотиками. Пребиотик – это вещество, обеспечивающее благоприятное воздействие на организм человека за счет стимуляции роста нормальной микрофлоры кишечника. Основными видами пребиотиков являются ди- и трисахариды, олигосахариды, многоатомные спирты, аминокислоты и пептиды, полезные для человека растительные и микробные экстракты [8]. Наиболее известными представителями пребиотиков являются инулин и олигофруктоза [9].

Пребиотики в организме человека выполняют следующие функции: усиливают рост бифидобактерий и лактобацилл; подавляют активность гнилостных бактерий; создают благоприятные условия для функционирования печени и поддержания обмена веществ; улучшают усвоение компонентов пищи в кишечнике; предотвращают диарею; создают кислую среду в кишечнике, тем самым, защищая его от внедрения патогенных микробов; подавляют адгезию патогенных микробов к эпителиоцитам желудочно-кишечного тракта; увеличивают выработку бактериальных продуктов с иммуномодулирующими свойствами полезными микроорганизмами; активизируют перистальтику кишечника; улучшают усвояемость кальция и магния; регулируют уровень холестерина; нормализуют уровень глюкозы и триглицеридов в сыворотке крови [5].

Синбиотик представляет собой комбинацию пробиотиков и пребиотиков, которой присуще взаимно усиливающее воздействие на физиологические процессы обмена веществ в организме человека [8]. Использование синбиотиков позволяет стимулировать рост аутофлоры человека и улучшать выживаемость вносимых бактериальных добавок в кишечнике [10].

Ранее авторами была разработана технология производства мягких кислотно-сычужных сыров, обогащенных бифидобактериями [11]. Цель данных исследований – являлось изучение возможности использования пребиотиков при производстве данных сыров.

Экспериментальная часть выполнялась на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Для достижения поставленной цели была проведена серия опытов по производству мягкого сыра с кислотно-сычужной коагуляцией белков молока.

На первом этапе исследований рассматривалась возможность внесения инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь для производства сыра перед пастеризацией. Инулин и олигофруктоза вносились в количестве от 1 до 5% от массы нормализованной смеси (пределы установлены в соответствии с результатами, полученными на основании рекогностировочных исследований). В готовом продукте определяли следующие показатели: выход продукта, массовую долю влаги, титруемую кислотность, органолептические показатели. Выработку сыров осуществляли в соответствии с определенными ранее оптимальными параметрами производства мягких кислотно-сычужных сыров [11].

Физико-химические показатели сыров, выработанных с внесением инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь перед пастеризацией, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сыров, выработанных с внесением инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь перед пастеризацией

Количество пребиотика, % от массы нормализованной смеси	Выход продукта, %	Массовая доля влаги, %	Титруемая кислотность, Т
0 (Контроль)	12,6	65,29	152
<i>Сыр с инулином</i>			
1	12,6	65,33	150
2	12,7	65,56	153
3	12,9	66,36	153
4	13,5	66,61	154
5	13,9	67,73	155
<i>Сыр с олигофруктозой</i>			
1	12,5	65,03	151
2	12,6	65,55	154
3	12,8	66,13	155
4	13,3	66,20	155
5	13,5	66,97	156

Как показали результаты исследований, внесение инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь приводит к неудовлетворительно-

му синерезису, полученных после коагуляции сгустков, и, как следствие, готовый продукт имеет более высокое содержание влаги по сравнению с контрольным образцом. На изменение значений титруемой кислотности внесение пребиотиков влияет незначительно. Кроме того, было установлено, что внесение инулина и олигофруктозы в количестве 4% от массы нормализованной смеси и выше придает готовому продукту сладкий привкус. С учетом полученных данных, а также учитывая тот факт, что стандартизированные методики по определению инулина и олигофруктозы в Республике Беларусь отсутствуют (что не позволяет определить потери инулина и олигофруктозы), был сделан вывод, что внесение пребиотиков в нормализованную смесь перед пастеризацией нецелесообразно.

На следующем этапе исследований рассматривали возможность обогащения продукта пребиотиками путем внесения инулина и олигофруктозы в сливки с их последующей пастеризацией, а затем смешивание пастеризованных сливок с обезжиренной основой. Инулин и олигофруктозу вносили в сливки в количестве, обеспечивающим получение в готовом продукте содержания инулина от 1 до 10 г. Рекомендации специалистов для достижения профилактического эффекта составляют 5–10 г [12]. Использовали сливки различной жирности из расчета получения готового продукта с массовой долей жира 30,0, 45,0 и 50,0%.

Как показали результаты исследований, оптимальные органолептические показатели имел продукт с массовой долей жира 30,0% и содержанием инулина или олигофруктозы 3–6%, при этом обеспечивается «полнота вкуса». Использование инулина и олигофруктозы для производства сыров с более высокой массовой долей жира, а также внесение их в количестве более 6% не целесообразно, поскольку при этом ухудшаются органолептические показатели готового продукта: появляется сладкий приторный привкус. Также можно отметить, что при таком способе внесения пребиотиков обеспечивается полный переход инулина и олигофруктозы в продукт и есть возможность вносить соль непосредственно в сырную массу. Тем самым решается вопрос о способе посолки.

Таким образом вносить пребиотики целесообразно в сливки перед их пастеризацией, а затем смешать пастеризованные сливки с обезжиренной основой. Для дальнейших исследований в качестве пребиотика

вносился только инулин, поскольку результаты по использованию инулина и олигофруктозы практически аналогичны.

На следующем этапе исследований изучались изменения физико-химических, органолептических, микробиологических и биохимических показателей сыров в процессе хранения. Образцы хранили осуществлялось в холодильнике при температуре (4 ± 2) °С. Точками контроля служили 1, 3, 5, 7, 9, 12, 15-е сутки хранения.

Поскольку функциональные свойства продукта обусловлены в первую очередь наличием в их составе живых клеток бифидобактерий, в готовом продукте контролировали содержание данной микрофлоры на протяжении всего срока хранения.

Таблица 2 – Изменение содержания бифидобактерий в образцах сыров, КОЕ/г

Продолжительность хранения, сут	Сыр без пребиотика, $z \cdot 10^6$	Сыр с пребиотиком (инулин), $z \cdot 10^6$
1	9,8	9,1
3	9,2	9,3
5	5,2	10,3
7	3,2	6,9
9	0,9	3,7
12	0,1	0,2
15	0,07	0,008

Анализ полученных данных (табл. 2) показывает, что в образце с инулином происходит увеличение содержания бифидобактерий до 5 сут хранения. Затем происходит снижение содержания жизнеспособных клеток бифидобактерий. В то же время в образцах сыров без инулина содержание бифидобактерий снижается уже на третий день хранения.

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения зависимости содержания бифидобактерий от продолжительности хранения. Эта зависимость может быть выражена следующими уравнениями регрессии:

для контрольного образца (без инулина):

$$Z_1 = 12,417 - 1,74081X + 0,0602497X^2, \quad (1)$$

для опытного образца (с инулином):

$$Z_2 = 11,1225 - 0,686055X - 0,00875457X^2, \quad (2)$$

где Z – содержание бифидобактерий, КОЕ/г, X – продолжительность хранения, сутки.

Также на протяжении всего срока хранения в сырах контролировалось содержание дрожжей и плесеней, наличие бактерий группы ки-

печной палочки. Анализ изменения содержания дрожжей и плесеней показал, что внесение инулина практически не влияет на динамику их роста. Нормируемые показатели по наличию бактерий группы кишечной палочки не превышали предельно допустимых значений во всех образцах: бактерии группы кишечных палочек в 0,001 г продукта обнаружены не были.

Исследовали изменение биохимических показателей в опытных и контрольных образцах сыров. На данном этапе в качестве контрольного образца рассматривался сыр без бифидобактерий и пребиотиков, в качестве опытных образцов – сыры с бифидобактериями и сыры с бифидобактериями и инулином. Результаты проведенных исследований по определению всех форм азота в образцах сыров представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Изменение содержания форм азота в образцах сыров, % к общему азоту

Продолжительность хранения, сут	Контрольный образец сыра	Опытные образцы сыра	
		с бифидобактериями	с бифидобактериями и инулином
<i>Растворимый азот</i>			
1	11,32	11,37	11,38
3	11,36	11,43	11,46
5	11,40	11,47	11,51
7	11,49	11,54	11,56
9	11,57	11,68	11,71
12	11,69	11,82	11,86
15	11,86	11,90	11,95
<i>Небелковый растворимый азот</i>			
1	4,61	4,76	4,76
3	4,75	4,83	4,90
5	4,84	4,92	5,02
7	4,94	4,99	5,08
9	5,03	5,08	5,17
12	5,08	5,15	5,24
15	5,15	5,23	5,32
<i>Аминный азот</i>			
1	2,04	2,08	2,21
3	2,12	2,15	2,28
5	2,15	2,25	2,37
7	2,23	2,36	2,48
9	2,30	2,52	2,63
12	2,38	2,63	2,75
15	2,50	2,71	2,84

Анализ полученных данных по изменению содержания всех форм азота показывает, что в опытном образце с инулином изменения протекают несколько более интенсивно по сравнению с другими образцами

сыров. В то же время использование только пробиотической микрофлорой при производстве мягких кислотно-сычужных сыров незначительно влияет на протекание биохимических процессов в сыре. Это может быть связано с тем, что пребиотики оказывают положительное влияние на развитие заквасочной микрофлоры, под действием которой эти процессы протекают. Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения зависимости содержания всех форм азота от продолжительности хранения.

Следует отметить, что изменение биохимических показателей в сыре в процессе хранения коррелировало с изменением органолептических и физико-химических показателей. В течение 7 сут хранения все образцы сыров практически сохраняли свои первоначальные свойства. После 10 сут хранения было отмечено ухудшение органолептических показателей во всех образцах сыров: появился горький привкус. Также отмечено появление слизи на поверхности сыров. Значение титруемой кислотности в течение первых 7 сут в среднем увеличивалось на 8–10 °Т, на 12-е сутки хранения – еще на 11°Т.

Таким образом, на основании полученных результатов по изменению микробиологических, физико–химических, биохимических и органолептических показателей срок годности для продукта с бифидофлорой и инулином может быть рекомендован не более 7 сут при температуре хранения (4 ± 2) °С.

Выводы. Изучены стадии и способы внесения инулина и олигофруктозы в продукт, определено оптимальное количество данных веществ, их влияние на органолептические и физико-химические показатели готового продукта. Установлено, что внесение инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь перед пастеризацией не целесообразно. Вносить пребиотики предпочтительно в сливки перед их пастеризацией, а затем смешивать пастеризованные сливки с обезжиренной основой. Установлено, что использование пребиотиков при производстве мягких кислотно-сычужных сыров с бифидофлорой незначительно влияет на изменение органолептических и физико-химических показателей, однако несколько ускоряется темп биохимических процессов. В то же время данные пребиотики оказывают стимулирующее действие на бифидобактерии.

Литература

1. Донская, Г.А. Технологии обогащения молочных продуктов натуральными ингредиентами / Г.А. Донская, М.В. Кулик // Переработка молока. – 2007.– май.– С. 42–45.
2. Зобкова, З.С. Функциональные цельномолочные продукты / З.С. Зобкова // Молочная промышленность.– 2006.– №3. – С. 46–52.
3. Артюхова, С.И. Биотехнология домашнего сыра «Сибирский» с пробиотическими свойствами / С.И. Артюхова, Н.В. Лашина, И.С. Хамагаева // Пищевая промышленность.– 2006.– №11.– С. 80–81.
4. Корхонен, Х. Технологии для функциональных продуктов/ Х. Корхонен // Молочная промышленность.– 2003.– №9.– С. 25–28.
5. Арсеньева, Т.П. Основные вещества для обогащения продуктов питания / Т.П. Арсеньева, И.В. Баранова // Пищевая промышленность.– 2007.– №1.– С. 6–8.
6. Симоненко, С.В. Обогащение пробиотиками молочных смесей для детского питания/ С.В. Симоненко, Н.Н. Липатов, Н.А. Шахайло // Переработка молока.– 2006.– №6. – С. 50–51.
7. Применение иммобилизованных форм пробиотических бактерий в производстве молочных продуктов / Н.В. Ананьева, [и др.] // Молочная промышленность.– 2006.– №11.– С. 46–47.
8. Забодалова, Л.А. Функциональные пищевые продукты – путь к здоровью / Л.А. Забодалова // Переработка молока.– 2006.– №11. – С. 8–11.
9. Перковец, М.В. Молочные продукты с инулином и олигофруктозой / М.В. Перковец // Молочная промышленность.– 2007.– №11.– С. 64–66
10. Токаев, Э.С. Новые синбиотические комплексы бифидобактерий с гуммиарабиком / Э.С. Токаев, В.И. Ганина, А.С. Бардасарян // Молочная промышленность.– 2006.– №3.– С. 40–42
11. Ефимова, Е.В. Изучение технологических параметров, влияющих на качество мягкого кислотно–сычужного сыра / Е.В. Ефимова // Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов: сб. материалов V Междунар. научно–практ. конф. (г. Минск, 5–6 октября, 2006 г.).– Минск: БелГИПК, 2007.– С. 75–77

12. Григорьева, Е.А. Разработка рецептуры и технологии низкокалорийного творожного продукта с пребиотическими свойствами / Е.А. Григорьева, Е.А. Редкобородая, Т.А. Бархатова // Сборник материалов международной научно–практической конференции «Современный взгляд на производство творога, творожных паст и сыров: расширение ассортимента, совершенствование технологии и оборудования» М., НОУ «Образовательный научно–технический центр молочной промышленности», 2008. – С. 29–30

E. Efimova, K. Obedkov

SOFT CHEESES WITH PREBIOTICS

Summary

Possibility of manufacture of soft cheeses with use пребиотиков is considered. Stages and ways of entering of inuline and an oligofructose in a product are studied, their optimum quantity is defined, influence on органолептические and physical and chemical indicators of a ready product is established. Changes physical and chemical, органолептических, biochemical and microbiological indicators of cheese soft with пребиотиком in the course of storage in comparison with control samples are studied. Mathematical processing of the received results is spent.

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

**ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫХОД СЫРА И
ОБРАЗОВАНИЕ СЫРНОЙ ПЫЛИ.
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ СТЕПЕНИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОКА**

В настоящее время исследования, касающиеся повышения степени использования составных частей молока, приобретают все большую актуальность. Одним из вариантов решения проблемы ресурсосбережения является разработка мероприятий, направленных на снижение количества образующейся сырной пыли при производстве сычужных сыров

Исследованы основные технологические параметры процесса производства сыра и физико-химические показатели исходного молока, оказывающие влияние на образование сырной пыли. Установлено, что полностью избежать потерь, вызванных образованием сырной пыли, невозможно. На основании этого были разработаны практические рекомендации по возможности снижения ее количества.

Применение данных рекомендаций позволит понизить количество образующейся сырной пыли и повысить выход соответствующих видов сыров, таким образом повышая экономическую эффективность работы сыродельных предприятий.

Введение. Перед перерабатывающими предприятиями пищевой промышленности все острее встает проблема рационального использования исходного сырья. Поэтому повышение эффективности переработки молока-сырья с целью наиболее полного вовлечения в производство всех его составных компонентов является значимой задачей, стоящей как перед отечественными, так и перед зарубежными предприятиями молочной отрасли.

Одним из самых ценных компонентов молока является молочный белок, а белковым молочным продуктам, учитывая их высокую биологическую ценность, отводится первостепенная роль в организации правильного питания населения. Поэтому повышение степени использования молочного белка посредством улавливания и сбора сырной пыли, получаемой из подсырной сыворотки, является актуальной задачей. Кроме того, улавливание сырной пыли позволяет рационально использо-

вать и содержащийся в ней молочный жир и другие компоненты молока, в то время как ранее они терялись при удалении сырной пыли из сыворотки при ее очистке на саморазгружающихся сепараторах. Учет и улавливание сырной пыли, образуемой при производстве сычужных сыров, позволит не только повысить степень использования составных частей молока, но и разработать новые молочные продукты на ее основе [1, 2].

Как известно, сырная (белковая, казеиновая) пыль образуется при производстве твердых сычужных сыров, на различных технологических этапах производства сыра. При этом большая ее часть уходит в подсырную сыворотку, которая, в свою очередь, составляет до 90% объема перерабатываемого при производстве сыра молока [1]. Сыворотка обладает высокой пищевой и биологической ценностью, так как в нее переходит более 50% сухих веществ молока, поэтому в республике на ведущих сыродельных предприятиях отрасли усиленно разрабатываются мероприятия по дальнейшей ее переработке. Однако на протяжении долгого времени не уделялось должного внимания возможности сбора сырной пыли с целью предотвращения ее негативного воздействия на последующие этапы переработки сыворотки [3].

Было установлено, что молочная сыворотка, получаемая при производстве натуральных сыров, содержит 0,1–0,6% сырной пыли, размер частиц которой колеблется от 0,05 до 1,5 мм. Содержание сырной пыли в подсырной сыворотке зависит от качества исходного молока (содержания в нем казеина, кальция и фосфора и др.) и метода его обработки в процессе гелеобразования и синерезиса (разрезки и постановки зерна). Интенсификация этих процессов без должной разработки конструкции аппаратов приводит к увеличению отхода сырной пыли и жира в подсырную сыворотку. Кроме того, ужесточение режима пастеризации также оказывает влияние на выход и качество сыра.

Образование сырной пыли, ее состав и количество обуславливаются также свойствами сычужного сгустка (прежде всего его плотностью) и применяемыми при производстве сыра ферментными молокозвертывающими препаратами. Но одним из самых значимых факторов, оказывающих в последующем влияние на образование сырной пыли, является применяемое оборудование, т.е. сырные ванны и сыроизготовители, насосы для перекачки сырного зерна, режуще–вымешивающие устройства и формовочные аппараты [4].

Для снижения потерь с сырной пылью и установления причин, вызывающих ее образование, необходимо отследить процесс производства сыра, начиная с состава и качества поступающего молока–сырья.

Результаты и их обсуждение. Первоочередными факторами, оказывающими влияние на количество и состав образуемой сырной пыли, являются непосредственно состав, структура и свойства получаемого сгустка. Сгусток должен удерживать возможно большее количество казеина и жира молока, при последующей обработке хорошо отдавать сыворотку. Эти свойства сгустка, в свою очередь, зависят от ряда технологических параметров. Было установлено, что существенное влияние на них оказывает сыропригодность молока, поступающего на производство сыра. Сычужновялое молоко дает слабый, дряблый сгусток, плохо отдающий сыворотку, и наоборот, сыропригодное молоко быстро свертывается молокосвертывающими энзимами с образованием плотного сгустка, который хорошо отдает сыворотку, удерживает жир и таким образом снижается количество сырной пыли, остающейся в сыворотке [4, 5].

В свою очередь, сыропригодность молока находится в прямой зависимости от содержания в нем казеина. С увеличением содержания казеина в молоке возрастает содержание кальция и фосфора, ускоряется сычужное свертывание и возрастает плотность и способность сгустка к синерезису, снижается количество образующейся при обработке сгустка сырной пыли и потери жира и белка, т.е. улучшаются все физико-химические показатели молока как сырья для выработки сыра. Сыры, выработанные из сычужновялого молока, имеют более высокое содержание влаги, горький вкус, неудовлетворительную консистенцию и низкий выход (в том числе и вследствие потерь, вызванных образованием сырной пыли).

Повышение содержания казеина в молоке увеличивает выход сыра не только за счет массы казеина, но и за счет увеличения количества связываемой влаги [6]. Количество захватываемого и удерживаемого сгустком молочного жира также тесно коррелирует с содержанием казеина: чем выше содержание казеина, тем большая часть жира молока перейдет в сыр. Поэтому пригодное для выработки высококачественного сыра молоко должно содержать не менее 3,2% белка (что соответствует примерно 2,56% казеина).

Влияние количества содержащегося в молоке казеина на свойства сычужного сгустка объясняется тем, что при сычужном свертывании молока на его основе образуется так называемый казеиновый каркас (матрица) сгустка, который, как все подобные структуры, обладает способностью к самопроизвольному сжатию. В результате этого возникает разность давлений внутри и снаружи ячеек (давление синерезиса), вызывающая выделение из него сыворотки. Увеличение до определенного предела прочности сгустка, обусловленное увеличением количества и прочности связей между его элементами, повышает давление синерезиса и скорость выделения сыворотки. Недостаток и непрочность внутри- и межмицеллярных связей снижает прочность сгустка. Часть ячеек в таком сгустке во время обработки может быть разрушена, что увеличивает потери жира и казеина с сывороткой, а небольшое давление синерезиса замедляет выделение сыворотки и, следовательно, обсушку зерна [6–8]. Поэтому прежде всего на выработку сычужных сыров должно поступать молоко с оптимальным содержанием белка, и как следствие, казеина).

Содержание жира в молоке также является показателем, определяющим выход сыра. Однако жир увеличивает выход сыра только за счет собственной массы. В то же время степень использования казеина в сыре не зависит от содержания жира, и наоборот, чем выше отношение содержания белка к содержанию жира в молоке, тем большая доля жира остается в сыре. Кроме того, повышение содержания жира в смеси по отношению к белку снижает скорость синерезиса, потому что жир чисто механически закупоривает проходы для сыворотки. Поэтому чем более высокий показатель соотношения содержания белка в молоке по сравнению с содержанием жира, тем меньше сырной пыли образуется при обработке получаемого из такого молока сгустка.

Для снижения потерь с сырной пылью необходимо учитывать тот факт, что на выработку сыров должно поступать молоко только после созревания [4]. Это объясняется тем, что снижение рН молока (вследствие повышения кислотности во время созревания) способствует более высокой плотности образующегося сгустка, что обуславливает уменьшение количества сырной пыли.

Гомогенизация молока увеличивает время сычужного свертывания, замедляет синерезис, снижает прочность сгустка, а также влияет на его структуру, делает консистенцию сыра более однородной и мягкой, ма-

жущейся [8]. Влияние гомогенизации обусловлено разрушением оболочек жировых шариков и вкраплением их фрагментов в параказеиновый каркас сгустка, что уменьшает долю казеина на поверхности мицелл, снижает скорость агрегации параказеиновых мицелл и способность сгустка к сжатию. Таким образом, применять гомогенизацию при выработке твердых сычужных сыров с целью увеличения выхода не рекомендуется.

Также важным для сыроделия фактором, влияющим на свойства сычужного сгустка и выход сыра, является содержание в молоке кальция и фосфора. Оптимальное содержание ионизированного кальция в молоке для сыроделия составляет примерно 110 мг/мл. При показателе ионизированного кальция в молоке ниже 80 мг/л оно становится сычужно-вялым, при концентрации больше 160 мг/л теряет термоустойчивость [4, 8].

Добавление хлорида кальция к молоку повышает модуль эластичности и прочность сгустка и, следовательно, снижает количество образующейся сырной пыли.

Если сравнивать свертывание молока сычужным ферментом и чистым пепсином, то во втором случае с сывороткой может теряться до 1% казеина, а это снижение выхода сыра на 3% [6]. Таким образом, при использовании ферментов с высоким содержанием пепсинов можно потерять гораздо больше на выходе сыра, поэтому для снижения потерь с сырной пылью необходимо использовать ферментный препарат оптимально подобранного состава.

Как известно, после добавления фермента нормализованное молоко тщательно перемешивают в сыроизготовителе 5–10 мин, а затем процесс перемешивания приостанавливают для сычужного свертывания. Было установлено, что если во время действия фермента нарушено состояние покоя молока, сычужный сгусток получается изломанный, соответственно, при его обработке образуется много сырной пыли, что приводит к большим потерям сырной массы.

При изучении влияния температурных режимов (охлаждение молока при хранении, температуры пастеризации молока, температуры свертывания, температуры второго нагревания) были получены следующие результаты.

Хранение молока при низких температурах на протяжении длительного периода времени вызывает физико-химические изменения в

молоке, что, в свою очередь, снижает выход сыра и ухудшает сычужную свертываемость молока: увеличивается время свертывания, уменьшается прочность сгустка и повышается количество сырной пыли, а также замедляется синерезис.

Что касается режима пастеризации молока, то его ужесточение вызывает увеличение степени денатурации сывороточных белков, особенно β -лактоглобулина, который осаждается на мицеллах казеина, а также изменение мицеллярного фосфата кальция [4, 5]. В результате этих изменений ухудшается сычужная свертываемость молока, снижаются прочность сгустка и скорость синерезиса, увеличивается количество сырной пыли и содержание влаги в сыре, сыр приобретает кислый и горький вкус, крошливую консистенцию. Поэтому применять высокие температуры пастеризации при выработке сычужных сыров нецелесообразно.

Повышение температуры свертывания вызывает увеличение прочности сгустка и скорости синерезиса, что согласуется с возрастанием числа гидрофобных связей, играющих особую важную роль в его строении, но при этом уменьшается степень использования сухих веществ молока и жира.

Повышение температуры второго нагревания вызывает снижение прочности сгустка, но не раньше, чем через полчаса после повышения температуры, а в начальный период модули увеличиваются. В связи с этим повышение температуры сгустка во время его обработки не отражается на его технологических свойствах [8].

Параметры механической обработки сгустка также оказывают существенное влияние на выход сыра и образование сырной пыли. При этом необходимо точно определять момент готовности зерна, что требует от персонала большого опыта. При неправильной обработке сгустка или применении неисправного инвентаря могут быть большие потери жира как в сырной массе, так и в сыворотке. При слишком интенсивном вымешивании часть зерна может быть раздроблена, что увеличит поверхность синерезиса, но также и количество сырной пыли, а, следовательно, уменьшит выход сыра. Разрезку сгустка лучше начинать при рН 6,5–6,4, так как разрезка при более низких значениях рН дает больше сырной пыли.

Размер сырного зерна после постановки – также один из значимых показателей, оказывающих влияние на образование сырной пыли, выход и качество сыра. Количество сырной пыли увеличивается, а следовательно, выход уменьшается при постановке более мелкого зерна. Влияние величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли отражено в табл. 1 (исследования проводились на ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»).

Таблица 1 – Влияние величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли при производстве сыра «Российский»

Показатель	Размер зерна при постановке, мм		
	2–4	4–6	6–8
Количество сырной пыли, %	1,72	0,73	0,51
Содержание влаги в сырной пыли, %	62,5	64,2	67,2
Содержание жира (в сухом веществе) сырной пыли, %	31,7	35,2	41,0
Кислотность сырной пыли, рН	5,35	5,29	5,22

Параллельно со снижением содержания влаги в зерне в процессе обработки увеличивается его прочность, поэтому размер сырного зерна после постановки должен быть менее 15 мм, так как при увеличении размеров сырного зерна повышается содержание влаги в сырной пыли. Постановка слишком мелкого зерна также не имеет смысла, потому что скорость выделения сыворотки быстро снижается из-за удаления из него основного количества влаги, а продолжительность обработки зерна определяется не только количеством остающейся в сгустке влаги [4, 7].

Что же касается сыродельного оборудования, следует отметить, что его влияние на процесс образования сырной пыли, по нашим данным, весьма существенно.

Так, в сыроизготовителях на количество сырной пыли в сыворотке влияют конструкция режуще-вымешивающего инструмента и качество его изготовления. При разрезке необходимо соблюдение минимально возможного зазора между инструментом, боковыми стенками и днищем сырной ванны или сыроизготовителя, правильная установка и заточка ножей способствует более равномерному распределению сырного зерна по размерам и снижению количества мелких фракций.

Насосы для перекачки сырного зерна вносят существенный вклад в снижение выхода сыра. Быстроходные рабочие органы центробежных

насосов и кавитационные явления, возникающие при этом, вызывают повышенное дробление сырного зерна и образование сырной пыли.

Масса потерь мелких фракций сырного зерна зависит от способа формования и типа применяемого оборудования. Наименьшие потери наблюдаются при формировании из пласта под слоем сыворотки, так как за счет фильтрации сыворотки через пласт улавливается до 85–90% мелких фракций сырного зерна [9]. При формировании насыпью на существующих барабанных отделителях сыворотки с сывороткой уносятся не только мелкие фракции сырного зерна, образовавшиеся в ваннах или сыроизготовителях, а также при использовании центробежных насосов, но и вновь образующаяся в барабане самого отделителя сырная пыль, которая далее отстаивается в резервуарах для сыворотки.

В настоящее время на ведущих предприятиях отрасли установлено оборудование, применяемое для улавливания сырной пыли с целью дальнейшего ее вовлечения в производство. Для удаления сырной пыли наиболее целесообразно использовать ротационный или вибрационный фильтр. Фильтрация наиболее эффективна при температуре сыворотки 32–37 °С, при уменьшении температуры эффективность ее снижается. Кроме повышения эффективности работы оборудования данная операция позволяет получить дополнительную прибыль [2, 10].

Поскольку невозможно полностью избежать потерь белка с сырной пылью, целесообразным является применять мероприятия по ее улавливанию и сбору с помощью вышеназванного оборудования. В дальнейшем сырная пыль может быть использована в качестве сырья для разработки новых видов молочных продуктов. Исследования по данной тематике и разработка новых видов молочных продуктов с использованием сырной пыли успешно проводится специалистами лаборатории технологий сыроделия и маслоделия на следующих предприятиях: ОАО «Кобринский маслодельно–сыродельный завод», ОАО «Пружанский молочный комбинат», ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат», ОАО «Дятловский сыродельный завод», ОАО «Бабушкина крынка» (г.Могилев), ГМЗ №2 (г.Минск) и др.

На основании проводимых исследований нами был разработан комплекс практических рекомендаций, направленных на уменьшение количества образующейся сырной пыли при производстве твердых сы-

чужных сыров на сыродельных предприятиях отрасли. Данные рекомендации заключаются в обязательном обеспечении следующих условий:

- на изготовление сыров должно поступать только сыропригодное молоко с содержанием белка 3,2% (2,56% казеина);

- молоко должно иметь оптимальную кислотность (достигаемую при созревании);

- гомогенизация молока нежелательна;

- внесение оптимальных количеств сычужного фермента, закваски и хлорида кальция;

- не допускается длительное хранение сырого молока при низких температурах;

- соблюдение оптимальных температур пастеризации молока, температур свертывания и второго нагревания;

- разрезку и постановку зерна необходимо производить только после достижения необходимой плотности сгустка;

- размеры зерна при постановке определяются с учетом вида вырабатываемого сыра, при этом должны соблюдаться оптимальные размеры для каждого из видов сыра;

- при выработке сыров необходимо использовать оптимально подобранное, современное оборудование, допускающее минимальные потери сыра с белковой пылью;

- выработкой сыров должен заниматься только высококвалифицированный персонал;

- поскольку невозможно полностью предотвратить потери, вызванные образованием сырной пыли, целесообразным является применение вибрационных и ротационных фильтров для ее улавливания;

- собранная сырная пыль должна в дальнейшем вовлекаться в производство с разработкой новых видов белковых продуктов на ее основе.

Заключение. Анализ факторов, оказывающих влияние на выход сыра и образование сырной пыли показал, что полностью избежать потерь составных компонентов молочного сырья с сырной пылью не представляется возможным. Однако данные потери можно и нужно сводить к минимуму с помощью комплекса разработанных практических рекомендаций по снижению количества образующейся сырной пыли. Также необходимо предпринимать меры по ее улавливанию и дальнейшему вовлечению в технологический процесс производства молочных продук-

тов, что будет способствовать в дальнейшем повышению экономической эффективности сыродельного предприятия за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции, повышения степени использования составных компонентов молока и снижения экологической нагрузки молокоперерабатывающих предприятий.

Литература

1. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А. Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 592 с.

2. Приболотный, А.В. Способ отделения сырной пыли из сыворотки / А.В. Приболотный // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – №2. – С. 26–27.

3. Слепухина, В.С. Опыт переработки молочной сыворотки на Кобринском маслосырзаводе / В.С. Слепухина // Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С. 46.

4. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико–химические аспекты / А.В. Гудков; под ред. С.А. Гудкова. – 2–е изд. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.

5. Шингарева, Т.И. Производство сыра: учеб.пособие для студентов вузов по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

6. Некоторые аспекты повышения качества и выхода сыра / А.А. Савельев [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2002. – №1. – С. 16–18.

7. The influence of milk pasteurization temperature and pH at curd milling on the composition, texture and maturation of reduced fat cheddar cheese. / T.P. Cuinee [et al.] // International Journal of Dairy Technology. –1998. – № 1. – P. 1–10.

8. Влияние основных технологических параметров на прочность структуры кислотно–сычужного сгустка / А.Н. Пирогов [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – №1. – С. 37–38.

9. Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.

10. Опыт переработки подсырной сыворотки / А.И. Ходос [и др.] // Молочная промышленность. – 2008. – №2. – С. 72–74.

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

**THE FACTORS WHICH INFLUENCE ON THE YIELD OF CHEESE
AND THE FORMATION OF THE CHEESE DUST. ACTIONS FOR
INCREASE OF THE DEGREE OF USE OF MILK COMPONENTS**

Summary

Nowadays the researches, concerning increases of the degree of use of milk components, get the increasing urgency. One of variants of the decision of resource-saving problem is working out of the actions directed on decrease of the quantity of a formed cheese dust during rennet cheeses manufacture.

The basic technological parametres of cheese manufacture process and the physical and chemical indicators of initial milk which influence on the formation of the cheese dust have been investigated. It is established that it is impossible to avoid the losses caused by formation of the cheese dust completely. On the basis of that there have been developed practical recommendations concerning the possibility of its quantity decrease.

Application of the given recommendations will allow to lower the quantity of the formed cheese dust and to raise the yield of the corresponding kinds of cheeses, thus raising economic efficiency of work of the cheese-making enterprises.

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

НОВАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРНОЙ ПЫЛИ

Одним из приоритетных направлений исследований в области сыроделия в настоящее время является разработка технологий новых видов молочных продуктов с использованием сырной пыли, рецептур на новые виды плавленых сыров, а также изучение возможности включения в их состав сырных полуфабрикатов на основе сырной пыли.

Экономическая целесообразность улавливания и переработки сырной пыли подтверждена расчетами. Доказано, что производство новых видов молочных продуктов с использованием сырной пыли позволит повысить степень использования составных частей молока, расширить ассортимент выпускаемой продукции, снизить экологическую нагрузку молокоперерабатывающих предприятий и др.

Введение. В настоящее время сыроделие является одной из самых высокоприбыльных и экономически эффективных отраслей молочной промышленности. Однако при производстве твердых сычужных сыров неизбежно образуется некоторое количество побочного продукта производства – так называемой сырной пыли, содержащейся в подсырной сыворотке и представляющей собой мелкодисперсную фракцию сычужных сгустков размерами от 0,05 до 1,5 мм. До недавнего времени вопросам улавливания и сбора сырной пыли уделялось мало внимания, поскольку в большинстве случаев молочная сыворотка не подвергалась дальнейшей переработке. Однако в настоящее время такой подход является нецелесообразным ввиду высокой пищевой и биологической ценности как в целом вторичного молочного сырья, так и сырной пыли в частности.

Современные предприятия стремятся повысить экономическую эффективность своей работы. Сбор и дальнейшая переработка сырной пыли помогут им в росте экономических показателей благодаря обеспечению следующих условий:

- повышение степени использования составных частей молока;

– расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет производства перспективной группы сыров на основе сырной пыли, разработки новых ресурсосберегающих технологий и рецептур на плавленые сыры;

– повышение экологической безопасности производства.

До сих пор ни в Беларуси, ни за рубежом не было разработано технологии производства молочных продуктов на основе сырной пыли. Однако разработкой и производством современного оборудования для улавливания и сбора сырной пыли занимаются в настоящее время многие западные (Германия, Чехия, Польша и др.) компании, также налажено производство подобного оборудования в России и на Украине.

Как показывают наши исследования, выход сырной пыли составляет от 0,1 до 0,6% от массы произведенного сыра. С учетом суммарного объема выпуска сыра по республике около 100 тыс. т в год (в 2008 году в республике было произведено около 110 тыс. т сыра), можно заключить, что при улавливании и переработке сырной пыли, образующейся при изготовлении этого количества сыра, можно дополнительно получить в целом по республике до 600 т сырного полуфабриката, содержащего не менее 25% молочного жира и не менее 20% белка (при влажности не более 55% от массы продукта). Таким образом, в целом по республике можно дополнительно получить не менее 150 т молочного жира и не менее 120 т молочного белка.

Нами разработаны и утверждены в установленном порядке ТНПА (ТУ) и ТД (ТИ) на полуфабрикаты сырные, получаемые на основе сырной пыли, извлекаемой из подсырной сыворотки при производстве сычужных сыров. В настоящий момент нами разрабатываются технологии новых молочных продуктов с использованием сырного полуфабриката: сыры с чеддеризацией и плавлением сырной массы (типа Паста Филата: «Качкавал», «Проволоне», «Моцарелла», «Сулугуни», «Скаморца» и др.), натуральные колбасные копченые сыры, плавленые сыры и др.

Так, нами были подготовлены:

- проект рецептур на сыр плавленый «Купаловский» с включением в состав основного сырья сычужного сыра «Купаловский» и сырных полуфабрикатов;

- проект ТНПА (ТУ) и ТД (ТИ) на производство сыра «Косички к пиву», относящегося к группе сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы.

В дальнейшем планируется разработать рецептуры на другие виды плавленых сыров с использованием сырных полуфабрикатов, а также новые ресурсосберегающие технологии сыров типа Паста Филата и технологию сыра колбасного копченого на основе сырного полуфабриката.

Для обоснования экономической эффективности внедрения на сыродельных предприятиях республики технологии переработки и включения в производственный процесс сырной пыли нами был произведен расчет экономической целесообразности сбора сырной пыли и производства сырного полуфабриката на конкретном предприятии (ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»), а также расчет экономической целесообразности производства плавленого сыра на основе сырного полуфабриката.

В первую очередь нами были рассмотрены возможность и целесообразность улавливания сырной пыли и производства сырного полуфабриката из нее.

Капитальные вложения, направленные на организацию производства новых молочных продуктов складываются из затрат на создание объектов основного производства, вспомогательного производства, общезаводского назначения (при необходимости). Затраты на создание объектов основного производства, в свою очередь, включают стоимость строительства зданий цехов, технологического оборудования и технических средств основного производства [1–3].

Необходимо отметить, что в данном случае для ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» (как и для большинства сыродельных предприятий республики) ни строительства дополнительных зданий цехов, ни закупки технологического оборудования и технических средств основного производства не требуется ввиду наличия как необходимых площадей, так и технологического оборудования. Последний факт объясняется тем, что на большинстве предприятий отрасли за последние несколько лет произошла переукомплектация основного производства с установкой новых сыродельных линий зарубежного производства. Последние в обязательном порядке имеют в своем комплекте ротационные или вибрационные фильтры для отделения белковых частиц из сыворотки,

однако, как показывает практика, не на всех предприятиях данное оборудование выполняет свои функции. Это объясняется отсутствием до недавнего времени нормативно-технической документации на сырный полуфабрикат, получаемый из сырной пыли. Мы считаем, что разработка ТУ и ТИ на данный вид вторичного молочного сырья решит для предприятий эту проблему и покажет необходимость и целесообразность как улавливания сырной пыли, так и ее дальнейшей технологической переработки.

С учетом того, что для сбора сырной пыли и производства сырных полуфабрикатов необходимо некоторое вспомогательное технологическое оборудование (помимо улавливателей сырной пыли), нами был произведен расчет его стоимости (стоимость исчисляется в сопоставимых ценах на 01.08.2009 г.).

Таблица 1 – Сметная стоимость технологического оборудования, необходимого для производства сырных полуфабрикатов

Наименование	Количество единиц	Цена за единицу, млн руб.	Общая стоимость, млн руб.
Стеллаж передвижной для формовок	1	1,09	1,09
Формы сырные для полуфабриката	15	0,15	2,25
Комплект прессы с тележкой и вкладышем	1	58,69	58,69
Контейнер для посолки головок сырного полуфабриката (при необходимости)	1	1,22	1,22
Контейнер для обсушки и хранения головок сырного полуфабриката	1	0,69	0,69
Транспортные и заготовительно-складские работы, монтаж оборудования			15,44
Итого			79,38
Улавливатель сырной пыли (при отсутствии такового на предприятии) с учетом затрат на его монтаж	2	64,5	129,00
Итого			208,38

Как видно из данных табл. 1, капитальные вложения на покупку оборудования для производства сырного полуфабриката составляют 79,38 млн руб. (при необходимости покупки комплекта улавливателей сырной пыли – 208,38 млн руб.).

Затраты на создание объектов вспомогательного производственного назначения, общезаводского назначения при этом не учитываются,

поскольку сыродельные предприятия при налаженной работе располагают уже всем необходимым.

По нашей предварительной оценке, при объеме производства твердых сычужных сыров на сыродельном предприятии 10–15 т/сут, объем производства сырного полуфабриката будет составлять не менее 100 кг/сут.

Исходя из этого, годовой объем производства сырного полуфабриката составит около 36 т (только на одном предприятии).

Следует отметить, что в настоящее время потери массы сыра, связанные с отходом сырной пыли в сыворотку, не учитываются в нормативных документах на выработку сыров, т.е. фактически сырье для производства сырного полуфабриката и в последующем молочных продуктов на его основе мы получаем практически бесплатно из подсырной сыворотки. При этом расходы на получение сырного полуфабриката складываются только из затрат на эксплуатацию и обслуживание участка оборудования по его производству (электроэнергия на технологические нужды, зарплата персонала и др.).

С учетом этого, после проведения необходимых расчетов, нами совместно с экономистами ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» была установлена себестоимость сырного полуфабриката на основе сырной пыли, которая составила 2800 тыс. руб./т.

Однако сырьем для производства сырного полуфабриката не совсем корректно считать непосредственно подсырную сыворотку, из которой была извлечена сырная пыль, так как исходными компонентами для ее образования являются непосредственно основное сырье и материалы, поступающие на производство вырабатываемого при этом сыра, т.е. нормализованная молочная смесь, закваска, сычужный фермент и др. С учетом этого, нами была рассчитана реальная себестоимость сырного полуфабриката, как если бы сырье, основные материалы и другие компоненты, расходуемые на образование сырной пыли, изначально учитывалась в нормах расхода сырья при выработке сыров.

Расчет был осуществлен по статьям калькуляции, протоколу расчета статьи «Затраты сырья и основных материалов» на август 2009 г. для сыра «Солнечный» 50%-ной жирности, выпускаемом на ОАО «Кобринский МСЗ». Выбор сыра «Солнечный» для расчета затрат обусловлен тем, что технология его производства предусматривает внесение боль-

шого количества красителя для обеспечения оранжевой окраски, следовательно, сырная пыль, получаемая при производстве данного сыра, также имеет оранжевый цвет, и наибольшие проблемы у производителей могут возникнуть непосредственно при переработке сырного полуфабриката оранжевого цвета из-за нехарактерного для молочных продуктов цвета сырья.

Стоимость сырья и основных материалов (М) определяли на основе норм расхода материала на продукцию (Н_р, кг/т), отходов (О, кг/т), цены приобретения материала (Ц_м, тыс руб/т) и цены отходов (Ц_{от}, тыс руб/т), коэффициента, учитывающего расходы на транспортировку и хранение (К_{тз}=1,07–1,1):

$$M = N_p \cdot C_m \cdot K_{тз} - O \cdot C_{от} . \quad [2]$$

Результаты расчета сведены в табл. 2, в которой отражены как стоимость сырья и основных материалов, расходуемых на производство 1 т сыра «Солнечный», так и 1 т полуфабриката сырного, получаемого на основе сырной пыли при его изготовлении. При этом мы считаем, что правомерным будет считать нормы расхода сырья на производство 1 т сыра приблизительно равными нормам расхода сырья на получение 1 т полуфабриката сырного.

Таблица 2 – Стоимость сырья и основных материалов

Виды сырья и основных материалов	Цена за 1 кг, руб.	Норма расхода на 1 т продукции, кг	Стоимость сырья и основных материалов, руб.
Сырье:			
Молоко сыропригодное	644	9432	6073925
Обезжиренное молоко	300	1198	359400
Фермент СГ–50 ВНИИМС	315558	0,2	63112
Натрий азотнокислый	5222	2,5	13055
Хлористый кальций	1304	4	5216
Закваска на сыр L100	164900	2	329800
Закваска на сыр С28	173690	0,2	34738
Соль	413	130	53723
Краситель	36353	0,716	26029
Искл. отходы: сыворотка подсырная	4	9354	39100
ИТОГО			
Сырье и основные материалы			6973511
в т.ч.			
сырье			6433325
основные материалы			525672
плата за % по ссудам банку			14514
Исключаемые отходы			39100
Сырье и осн. мат. за выч.искл.отходов			6934411

Стоимость вспомогательных материалов определяли по нормам расхода и ценам за единицу. Расчеты стоимости вспомогательных материалов, расходуемых при производстве сыра «Солнечный» и сырного полуфабриката, получаемого при его производстве (табл. 3) показали что производство сырных полуфабрикатов требует меньших затрат на приобретение вспомогательных материалов по сравнению с аналогичными затратами для сыра «Солнечный»: разница на 1 т продукта составляет 198197 руб.

Таблица 3 – Потребность расхода вспомогательных материалов на 1 т сыра «Солнечный» и сырного полуфабриката, получаемого при его производстве

Материалы, шт.	Норма	Цена	Стоимость на 1 т, руб.	
			Сыр «Солнечный»	Сырный полуфабрикат
Лента клеевая	1,43	1750	2503	–
Казеиновые цифры	640,0	6	3757	3757
Ящик картонный	60,0	1430	85800	–
Этикетка самокл.	120,0	69	8282	–
Клипсы для пакета	120,0	79	9452	–
Этикетка черно-бел.	180,0	8	1476	1476
Пакет для сыра	120,0	1148	137760	–
Пакет п/эт для полуфабриката	120,0	380	–	45600,0
Итого			249030	50833

Стоимость топлива и электроэнергии на технологические цели определяется по удельным нормам расхода пара, воды, электроэнергии и другим показателям на единицу продукции и стоимости за единицу различных видов энергии [1–4]. Данные расшифровки затрат по статье «Топливо и энергия» для производства сыра «Солнечный» (табл. 4), показывают, что для производства сырного полуфабриката потребуются дополнительный расход электроэнергии за счет работы оборудования по улавливанию и сбору сырной пыли. Так, затраты на топливо и электроэнергию для производства 1 т сырного полуфабриката выше аналогичного показателя для сыра «Солнечный» на 11555 руб.

Таблица 4 – Расход затрат по статье «Топливо и энергия» для производства сыра «Солнечный» и сырного полуфабриката, руб.

Показатель	Затраты на 1т	
	Сыр «Солнечный»	Сырный полуфабрикат
Стоимость электроэнергии	111756	123310
Стоимость топлива	97078	97078
Зарплата	25571	25571

Показатель	Затраты на 1т	
	Сыр «Солнечный»	Сырный полуфабрикат
Соцстрах.	9084	9084
Амортизация	10115	10115
Стройматериалы, малоценка, горючее	1928	1928
Дебиторы, кредиторы	2435	2435
Остальные затраты по смете	5590	5590
Итого затраты	263556	275111

Затраты на общепроизводственные и общехозяйственные расходы при производстве сырных полуфабрикатов будут несколько превышать аналогичные показатели для сыра «Солнечный» ввиду увеличения количества технологических операций.

Для расчета калькуляции себестоимости затрат на производство используются удельные нормы по всем вышеперечисленным статьям на 1 т продукции, принятые на предприятии.

Из данных табл. 5 видно, что себестоимость 1 т сырного полуфабриката на 186821 руб. меньше себестоимости сыра «Солнечный» за счет отсутствия коммерческих расходов, меньшей суммы расходов на вспомогательные материалы. Увеличение себестоимости происходит по статьям «Топливо и энергия», «Зарплата персонала» и «Отчисление на социальные нужды», «Общепроизводственные расходы» и «Общехозяйственные расходы» за счет введения дополнительных единиц оборудования и обслуживающего их персонала, однако в целом это незначительно сказывается на итоговой себестоимости.

Таблица 5 – Калькуляция себестоимости продукции

Статьи калькуляции	Затраты на производство 1 т, руб.	
	сыра «Солнечный»	сырного полуфабриката
Сырье и основные материалы	6973511	6973511
в т.ч. плата за процент по ссудам банку	14514	14514
Возвратные отходы	39100	39100
Сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов)	6934411	6934411
Покупные изделия и услуги сторонних организаций	0	0
Транспортно-заготовительные расходы	312275	312275
Вспомогательные материалы на технологические цели	249030	50833
Топливо и энергия на технологические цели	263556	275111
Зарплата	193551	212906
Отчисление на социальные нужды	66582	73240

Статьи калькуляции	Затраты на производство 1 т, руб.	
	сыра «Солнечный»	сырного полуфабриката
Общепроизводственные расходы	447404	460826
Цеховые расходы	0	0
Общехозяйственные расходы	568541	585597
Итого производственные расходы	9035350	8905200
Коммерческие расходы	56671	0
Себестоимость	9092021	8905200
Отчисления в инновационный фонд	0	0
Полная себестоимость	9092021	8905200

Таким образом, даже с учетом основного сырья и материалов, затрачиваемых на образование сырной пыли, себестоимость сырного полуфабриката оказывается ниже себестоимости соответствующего сыра.

Исследования физико-химических и органолептических характеристик сырного полуфабриката позволили установить, что они имеют существенные отличия от соответствующих показателей для сыра «Солнечный», поэтому сырный полуфабрикат не может в дальнейшем использоваться как готовый продукт питания и должен быть подвергнут дальнейшей переработке с целью производства новых молочных продуктов на его основе.

Кроме того, как показали наши исследования, нормы расхода сырья на получение сырной пыли и показатели ее выхода при производстве конкретного сыра зависят от большого объема факторов, главенствующая роль при этом принадлежит параметрам механической обработки сгустка, составу и качеству молока, поступающего на выработку сыра. Причем показатели выхода сырной пыли при производстве каждого конкретного сыра на каждой отдельной стадии еще можно отрегулировать, установить и поддерживать на должном уровне. В то же время показатели норм расхода сырья, требуемых для ее получения, до настоящего времени установить не представляется возможным ввиду того, что образование сырной пыли зависит в большей степени от параметров технологического процесса производства сыра, чем от состава и свойств поступающего сырья. Кроме того, каждое предприятие должно по возможности стремиться к изменению количества образующейся сырной пыли в сторону уменьшения, т.е. выход сырной пыли по возможности необходимо свести к минимуму. В связи с этим не представляется возможным создать нормативно-техническую документацию по нормам затрат исходного сырья, расходуемого на производство сырной пыли.

Поэтому в дальнейшем рекомендуется считать себестоимость сырного полуфабриката равной 2800 тыс. руб./т, т.е. затраты на его производство учитываются исходя только из затрат на эксплуатацию и обслуживание участка оборудования по производству сырного полуфабриката, без учета стоимости сырья и основных материалов. При этом сырная пыль, поступающая на выработку сырного полуфабриката, является фактически дополнительным сырьем, ранее нигде не учитываемым и поэтому практически бесплатным. Однако мы не исключаем возможности, что в дальнейшем, после проведения дополнительных исследований, этот вопрос будет откорректирован.

Поскольку сырный полуфабрикат подлежит в последующем технологической переработке с целью получения новых молочных продуктов с его использованием, нами были произведены сравнительные расчеты себестоимости плавленого сыра с использованием сырного полуфабриката и без него. При этом в первом случае за себестоимость сырного полуфабриката была принята его фактическая себестоимость (при которой не учитываются затраты исходного сырья) – 2800 тыс. руб./т, во втором случае рассмотрена полученная нами расчетная теоретическая себестоимость (8905,2 тыс. руб./т); в третьем случае рассчитана себестоимость плавленого сыра, изготовленного без замены исходного сырья (сыра сычужного) сырным полуфабрикатом.

После проведения всех необходимых расчетов нами было установлено, что себестоимость плавленого сыра, выработанного с использованием сырного полуфабриката (по его фактической себестоимости), на 20% ниже себестоимости плавленого сыра без его использования. При принятии себестоимости сырного полуфабриката равной расчетной теоретической себестоимости (с учетом потерь сырья на его производство), было получено незначительное снижение себестоимости плавленого сыра (на 2–3%) по сравнению с себестоимостью плавленого сыра, выработанного без использования сырного полуфабриката.

Таким образом, даже с полным учетом всех затрат производство плавленого сыра будет обходиться дешевле при использовании в его рецептурах сырного полуфабриката.

Заключение. Полностью избежать потерь составных компонентов сырья с сырной пылью, как показали наши исследования, не представляется возможным. Также невозможно точно установить нормы потерь сы-

рья при образовании сырной пыли, так как данный показатель является сугубо индивидуальным для каждого предприятия, каждого вида сыра, вида технологического оборудования и др.

На основании этого на каждом отдельно взятом предприятии необходимо разработать систему мероприятий по снижению количества образующейся сырной пыли. Также необходимо предпринимать меры по ее улавливанию и дальнейшему вовлечению в технологический процесс производства молочных продуктов.

При этом, даже с учетом всех затрат, вызванных улавливанием и сбором сырной пыли, ее переработка будет иметь технологическое значение и экономический эффект.

Извлечение, сбор и дальнейшая технологическая переработка сырной пыли позволит предприятиям повысить экономическую эффективность своей работы не только в связи с удешевлением сырья для производства плавленых сыров, но и за счет расширения их ассортимента, создания новых видов молочных продуктов с использованием сырной пыли, повышением степени использования составных компонентов молока (ресурсосбережение) и снижением экологической нагрузки молокоперерабатывающих предприятий. Кроме того, извлечение сырной пыли из сыворотки является необходимым первоочередным этапом ее переработки перед подачей на баромембранные установки.

Литература

1. Золотогоров, В.Г. Организация и планирование производства / В.Г. Золотогоров – Минск: ФУАинформ, 2001. – 528 с.
2. Стерлигов, Б.И. Организация, планирование производства и управление на предприятиях мясной и молочной промышленности / Б.И. Стерлигов – М: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 560 с.
3. Кожекин, Г.Я. Организация производства: учеб. пособие / Г.Я. Кожекин – Минск: ИП Экоперспектива, 1998. – 334 с.
4. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: 2-е изд. стереотип. / Г.В. Савицкая – Минск: ИП Экоперспектива, 1997. – 498 с.

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

**NEW RESOURCE–SAVING ECONOMICALLY EFFECTIVE DAIRY
PRODUCTS TECHNOLOGY WITH USE OF THE CHEESE DUST**

Summary

Nowadays one of the priority directions of the researches in the area of cheese–making is working out of the technologies of new kinds of dairy products with use of the cheese dust, the compoundings of new kinds of processed cheeses, with studying of the possibility of the inclusion of cheese half–finished products on the basis of the cheese dust into their structure.

Economic feasibility of catching and processing of the cheese dust is confirmed by calculations. It is proved, that manufacture of new kinds of dairy products with the use of the cheese dust will allow to raise the degree of use of milk components, to expand assortment of let out production, to lower an ecological load of the milk–processing enterprises, etc.

*О.В. Дымар, к.т.н., И.В. Миклух
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА МОЛОЧНОГО БЕЛКА

Изучалась технология получения сухого концентрата молочного белка с применением ультрафильтрации и распылительной сушки. Исследовались физико–химические свойства концентратов и фильтратов, полученных методом ультрафильтрации обезжиренного молока; способ изменения физико–химических показателей, получаемых концентратов; процесс распылительной сушки концентратов обезжиренного молока, полученных при использовании ультрафильтрации.

Установлено, что при сочетании процессов ультрафильтрации и распылительной сушки можно получить сухой концентрат молочного белка, максимально сохранив его пищевую, биологическую ценность и технологические свойства. Основными направлениями использования данного концентрата являются специальное питание (в том числе детское, спортивное); нормализация смесей по белку (сыры, йогурты, мороженое и т.д.).

Введение. Молоко относится к незаменимым продуктам питания, используемым человеком во все периоды его жизни, особенно в детском и пожилом возрасте. Молоко и молочные продукты являются основными продуктами диетического и лечебного питания и отличаются от других продуктов питания тем, что в их составе представлены все необходимые для организма пищевые и биологически активные вещества в сбалансированном состоянии [1]. Однако современные технологии переработки заготавливаемого молока не позволяют создать полную и рациональную переработку молочных ресурсов. При этом образуется побочное нежирное молочное сырье (молочная сыворотка, обезжиренное молоко, пахта), которое составляет 60% от массы перерабатываемого молока и включает 50% ресурсов белка и 75% углеводов [2]. Переработка данного вторичного белково–углеводного сырья представляет некоторые трудности и наносит определенный вред окружающей среде. Существующие методы переработки вторичного молочного сырья и устаревшее технологическое оборудование помимо того, что не позволяют полностью выделить его ценные компоненты, способствуют еще и изменению их нативных

свойств, отрицательно влияют на органолептические и технологические свойства получаемых продуктов, требуют значительных энергетических затрат.

Одним из наиболее ценных компонентов молока являются молочные белки. В настоящее время актуальной является проблема дефицита полноценных белков в рационе населения нашей страны. При его недостатке белка снижается устойчивость организма к инфекциям, происходит обострение течения воспалительных процессов. Дефицит белка неблагоприятно воздействует на деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма, также ухудшается аппетит, что, в свою очередь, уменьшает приток белка с пищей... таким образом возникает порочный круг.

Обезжиренное молоко является источником полноценных белков животного происхождения, которые содержат широкий спектр аминокислот, в том числе незаменимых, и обладают более высокой биологической ценностью по сравнению с белками цельного молока [1].

Необходимо увеличивать потребление населением полноценных белков, включая в рацион продукцию обогащенную белками, например посредством молочных концентратов. До настоящего времени в нашей стране концентраты молочного белка производили двух основных видов: казеин технический и концентрат сывороточных белков. В основе промышленных способов получения казеина лежит разрушение его коллоидного состояния, причем коагуляция казеина связана с его денатурацией и удалением части органического кальция и фосфора. При этом получают лишь часть молочного белка (до 70%), причем технических кондиций, кроме того, в ходе технологического процесса, дополнительно образуется кислая сыворотка, которая практически не используется и тем самым затрудняет обработку стоков на очистных сооружениях. При производстве концентратов сывороточного белка происходит выделение части белков из подсырной сыворотки с последующей сушкой. При этом остается проблема утилизации фильтрата, содержащего сычужные ферменты и основную массу сухих веществ сыворотки (до 90%).

Ранее для обогащения продуктов молочным белком в основном применялось обезжиренное сухое молоко, однако оно не всегда удобно для этого, поскольку содержит свыше 50% лактозы и только около 30% белка. Такое обогащение часто оказывалось нежелательным, так как, во-

первых, продукты обогащаются не столько белками, сколько углеводами, которых в продуктах содержится в достаточной мере, во-вторых, при тепловой обработке продуктов с обезжиренным молоком происходит снижение пищевой ценности белка из-за взаимодействия его с углеводами, в-третьих, определенный контингент людей обладает генетической непереносимостью по отношению к лактозе.

Перспективной является технология получения общего белка из обезжиренного молока с применением мембранных методов, в частности ультрафильтрации, которая позволяет сконцентрировать белки из молочного сырья наряду с отделением минералов и лактозы и получить продукты с регулируемым составом и свойствами, максимально используя при этом ценные компоненты молока и сохраняя их пищевую, биологическую ценность и технологические свойства. При этом в результате обработки обезжиренного молока с использованием ультрафильтрации (УФ) в качестве конечного продукта – концентрата – выступает общий белок молока, который содержит как казеин, так и сывороточные белки. Мембранные технологии позволяют получить новый вид высокобелкового молочного продукта с совместным выделением белков молока, который обладает несколько большей питательной ценностью за счет их взаимного обогащения и более сбалансированного аминокислотного состава по сравнению с молочно-белковыми концентратами, получаемыми в нашей стране до настоящего времени. При дальнейшей обработке полученные при помощи ультрафильтрации концентраты подвергаются сушиванию.

Побочным продуктом при данной переработке является фильтрат (так называемая идеальная сыворотка), который в отличие от фильтрата подсырной сыворотки не содержит никаких дополнительных веществ и не имеет никаких изменений составных частей, что делает его свойства уникальными для ряда последующих технологических процессов. При разумном использовании из фильтрата с помощью мембранных методов обессоливания можно выделить чистый молочный сахар, имеющий спрос на рынке.

Особое значение УФ имеет при стандартизации молока и молочных продуктов по белку. В связи с сезонными и иными изменениями соотношения белок : СОМО в сырье содержание белка в готовых молочных продуктах колеблется, достигая при этом значений более высоких,

чем установленных в документациях. Используя нормализацию конечного продукта по белку фильтратом можно существенно повысить выручку от реализации продукции на внешнем и внутреннем рынке за счет увеличения объема выпуска или, иными словами, снизив себестоимость конечной продукции, увеличить прибыль. С другой стороны возможна ситуация, когда содержания белка в продукте не хватает для удовлетворения определенному стандарту. В этом случае возможна нормализация продукта белковым концентратом, при этом себестоимость конечного продукта возрастет, но его соответствие стандарту позволит получать при продаже прибыль по нормальной рыночной цене.

Таким образом, в соответствии с вышеизложенным, актуальным является изучение процесса получения сухого концентрата молочного белка с использованием УФ.

Цель работы – исследовать физико-химические свойства концентратов и фильтратов, полученных методом ультрафильтрации обезжиренного молока, исследовать способ изменения физико-химических показателей, получаемых концентратов и процесс распылительной сушки УФ-концентрата обезжиренного молока.

Объекты и методы исследований. Экспериментальную часть выполняли на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Была проведена серия опытов по производству концентратов общего белка молока из обезжиренного молока с применением УФ.

Исследовалось молочное сырье (обезжиренное молоко), пастеризованное и подвергнутое тепловой обработке непосредственно перед УФ при температуре 60 °С с выдержкой 1 ч (для удаления ионов кальция, сильно засоряющих мембрану).

Белковые концентраты получали из обезжиренного молока методом ультрафильтрации на лабораторной баромембранной установке, оснащенной полуволоконным мембранным элементом с рабочей площадью мембран 3 м² (тип мембран ПС–100).

Технические характеристики установки следующие:

максимальное рабочее давление, МПа (атм), – со стороны концентрата не более 0,5 (5,0), со стороны пермеата не более 0,05 (0,5);

температура раствора – не более 60 °С;

производительность по воде – не менее 100 л/ч;

установленная мощность – не более 3 кВт ч.

Принцип действия установки состоит в разделении полупроницаемой мембраной с диаметром пор от 0,01 до 0,1 мкм, низко- и высокомолекулярных веществ исходного сырья под влиянием избыточного давления.

Ультрафильтрацию обезжиренного молока осуществляли при температуре 40 °С и рабочем давлении 0,17 МПа на входе в мембранный элемент, 0,11 МПа на выходе, согласно рекомендациям специалистов ИФОХ НАН Беларуси применительно к данной установке. Производительность установки по фильтрату составила 180 л/ч, скорость фильтрации по фильтрату – 60 л/(м²·ч).

При определении свойств концентратов и фильтратов изучали влияние фактора концентрирования по объему (ФК) на конечный продукт.

При исследовании способа изменения физико-химических показателей концентратов определяли влияние процесса диафильтрации (ДФ) на свойства получаемого продукта, который представляет собой экстракцию низкомолекулярных веществ из обрабатываемого продукта при помощи воды. Определено, что рациональным является режим одноступенчатой ДФ при разбавлении концентрата водой в соотношении 1:3. Диафильтрация осуществлялась при рабочих параметрах УФ.

Сушку полученных концентратов проводили на лабораторной распылительной сушильной установке при следующих параметрах процесса: температура входящего воздуха... 240 °С, температура выходящего воздуха 90 °С.

В процессе работы контролировали следующие физико-химические показатели в исходном сырье, концентрате, фильтрате, сухом концентрате: титруемую и активную кислотность, массовые доли сухих веществ, белка, лактозы. При определении данных показателей использовали стандартные методы.

Результаты и их обсуждение. При исследовании влияния фактора концентрирования по объему на физико-химические показатели концентрата и фильтрата выяснили, что при увеличении фактора концентрирования в концентрате увеличиваются и значения массовой доли сухих веществ, белка, титруемой кислотности, кроме массовой доли лактозы, значение которой остается на одном уровне. Фильтрат независимо от фактора концентрирования имеет одинаковые показатели.

Сравнение значений массовой доли сухих веществ и массовой доли белка в исходном молоке и в концентратах при различных факторах концентрирования ФК приведены на рис. 1.

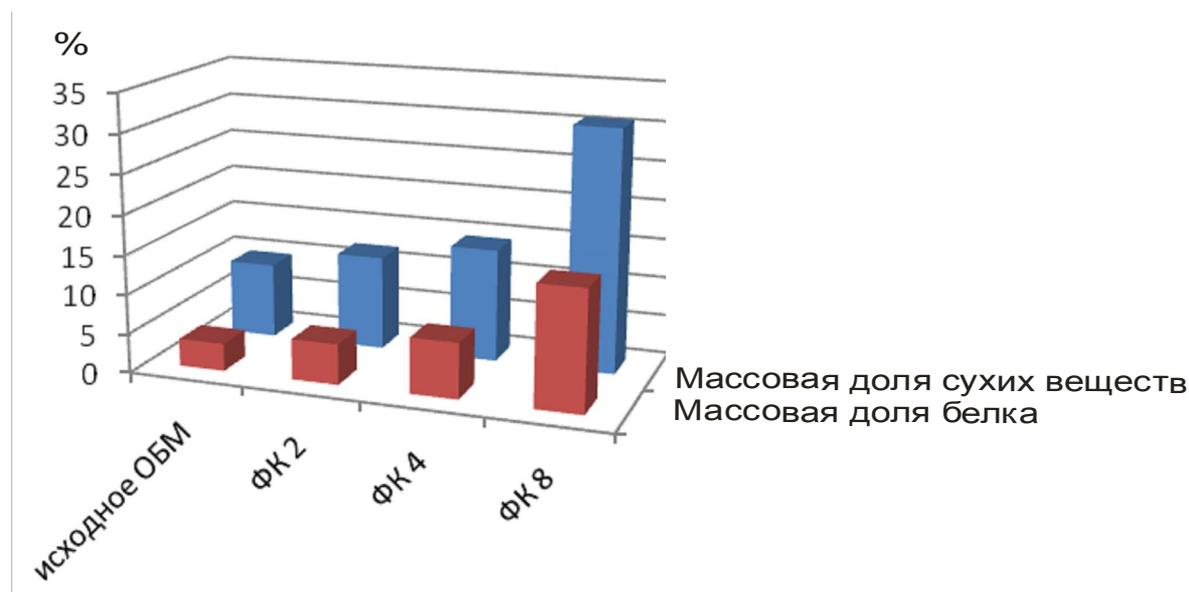


Рисунок 1 – Зависимость массовой доли сухих веществ и массовой доли белка от фактора концентрирования (по объему)

При исследовании физико–химических свойств концентрата и фильтрата, полученных в результате ультрафильтрации обезжиренного молока, получены данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Физико–химические показатели исходного молочного сырья и конечных продуктов ультрафильтрации обезжиренного молока

Показатель		Исходное ОБМ	Концентрат			Фильтрат		
			ФК 2	ФК 4	ФК 8	ФК 2	ФК 4	ФК 8
Кислотность	титруемая, °Т	16	17	22	74	8	9	10
	активная рН	6,70	6,75	6,76	6,77	6,73	6,73	6,72
Массовая доля сухих веществ, %		9,6	12,0	14,4	30,8	6,5	7,4	5,7
Массовая доля белка, %		3,50	5,15	7,05	15,27	1,28	1,35	0,67
Массовая доля лактозы, %		4,2	3,8	4,2	9,9	4,0	4,3	4,4

Из представленных данных видно, что белок не полностью задерживается мембраной, некоторая его часть (возможно отдельные аминокислоты, небелковый азот) переходит в фильтрат. Также в концентрате задерживается лактоза, содержание которой в конечном продукте необходимо уменьшать.

При исследовании способа изменения физико–химических показателей концентратов определяли влияние ДФ на свойства получаемого продукта.

Процентное содержание белка и лактозы в сухом веществе концентратов до и после диафильтрации по сравнению с показателями исходного обезжиренного молока представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние диафильтрации на физико–химические показатели концентратов

Показатель	Исходное молоко	ФК 4		ФК 8	
		конечный концентрат	концентрат после ДФ 1:3	конечный концентрат	концентрат после ДФ 1:2
Массовая доля белка в сухом веществе, %	36,5	49,0	56,2	49,6	53,5
Массовая доля лактозы в сухом веществе, %	43,8	29,2	11,4	32,1	11,2
Титруемая кислотность, °Т	16	22	11	74	35

Как видно из данных, представленных в табл. 2, проведение диафильтрации приводит к улучшению свойств концентрата: увеличивается содержание белка, снижается содержание лактозы и титруемая кислотность.

Концентраты, полученные из обезжиренного молока с применением ультрафильтрационной установки с массовой долей сухих веществ 14%, высушивали на лабораторной распылительной установке. В результате был получен сухой концентрат молочного белка с содержанием сухих веществ 90,7%, массовая доля белка в сухом веществе составила 56%, массовая доля лактозы в сухом веществе – 16%. Данный продукт обладает высокой растворимостью, хорошими эмульгирующими качествами, влагоудерживающими способностями.

Согласно проведенным ранее исследованиям Д. К. Щедушнова [3], белковые концентраты, полученные ультрафильтрацией обезжиренного молока, обладают высокой термостойкостью и достаточной вязкостью, вследствие чего, очевидно, в процессе сушки белковые вещества претерпевают меньшие изменения по сравнению с сухим обезжиренным молоком. Сохранение нативных свойств белка способствует стабилизации их функциональных свойств, что определяет широкий спектр использования сухого концентрата молочного белка в молочной промышленности,

главным образом для производства продуктов с высоким содержанием белка. Общая степень денатурации белков возрастает в основном при тепловых процессах, предшествующих процессу сушки. При получении сухого концентрата молочного белка это процессы пастеризации, при получении сухого обезжиренного молока – пастеризация и сгущение молока. При производстве сухого концентрата молочного белка общая степень денатурации составляла 15%, при этом степень денатурации после сушки – 3%. При производстве сухого обезжиренного молока общая степень денатурации сывороточных белков молока после сгущения составляла 18%, а после сушки распылительным способом – 21–24%.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что при сочетании процессов ультрафильтрации и распылительной сушки можно получить новый вид высококонцентрированного молочного продукта (сухой концентрат молочного белка), максимально используя при этом ценные компоненты молока (белок), сохраняя их пищевую и биологическую ценность и технологические свойства. Основными направлениями использования данного концентрата являются специальное питание (в том числе детское, спортивное); нормализация смесей по белку (сыры, йогурты, мороженное и т.д.); нормализация сухих продуктов по белку; подготовка молочного сырья к сквашиванию при производстве сыров и творога для увеличения производительности линий. Вместе с тем полученные в процессе производства сухого концентрата молочного белка второстепенный продукт – фильтрат – может получить не менее широкое применение в молочной промышленности: производство лактозы, специальное питание; сырье для биохимического синтеза новых продуктов; нормализация сухих и жидких продуктов по белку и лактозе. Таким образом, применение мембранных методов позволит подойти к решению проблемы полного и рационального использования молочных ресурсов.

Литература

1. Храмцов, А.Г. Рациональная переработка и использование белково-углеводного молочного сырья / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: Молочная промышленность, 1998. – 105 с.

2. Дейниченко, Г.В. Интенсификация ультрафильтрации пахты / Г.В. Дейниченко, З.А. Мазняк // Молочная промышленность. – 2003. – №6. – С. 58–59.

3. Получение, свойства и применение молочно–белковых и растительных концентратов: сб. научн. Тр. Всесоюз. акад. с.–х. наук им. В. И. Ленина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 187 с.

O.V. Dymar, I.V. Mikluh

ULTRAFILTRATION APPLICATION BY PRODUCE OF THE DRIED CONCENTRATE OF DAIRY PROTEIN

Summery

The technology of production of a dried concentrate of dairy protein with application of an ultrafiltration and spray drying was studied. Physical and chemical properties of concentrates and the filtrates received by a method of an ultrafiltration of skim milk; a way of change of the physical and chemical indicators, received concentrates; process spray drying of concentrates of the skim milk received at use of an ultrafiltration were investigated. It is established, that at a combination of processes of an ultrafiltration and spray drying, it is possible to receive a dry concentrate of dairy protein, as much as possible having kept its nutritive value, biological value and technological properties. The basic directions of use of the concentrate are a special food (including children's, sports); normalisation of mixes on protein (cheeses, yoghurts, ice-creame etc.); normalisation of dried products on protein.

В.С. Ветров¹, О.Н. Анискевич²

¹БГАТУ

²ОАО «Пинский мясокомбинат»

РОЛЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ И СЫРОВЯЛЕННЫХ КОЛБАС

Жизнедеятельность многих представителей молочнокислых бактерий играет весьма существенную роль при производстве сырокопченых и сыровяленых колбас.

Способность к продуцированию карбоновых кислот является одной из наиболее важных функций молочнокислой микрофлоры, развивающейся в сырокопченых (сыровяленых) колбасах. Снижение величины рН за счет накопления кислот сказывается не только на вкусовых особенностях продукта, но и на интенсивность развития других бактерий, на водосвязывающую способность белков, консистенцию продукта, ход денитрификации и устойчивость окраски.

Существенное, определяющее воздействие на развитие микроорганизмов в сырокопченых и вяленых колбасах оказывают обезвоживание продукта. В центральных, менее обезвоженных участках колбасных батонеров благоприятные условия для размножения микроорганизмов сохраняются значительно дольше, чем в поверхностных слоях.

Если при производстве сырокопченых колбас вводить в фарш подходящую микрофлору, можно ожидать ускорения и более быстрого и благоприятного развития желательных процессов.

Жизнедеятельность многих представителей молочнокислых бактерий играет весьма существенную, но еще не полностью выясненную роль в таких технологических процессах, как посол и производство сырокопченых и сыровяленых колбас.

Особенностью жизнедеятельности этих бактерий является их способность использовать в качестве питательной среды углеводы с образованием карбоновых кислот. При достаточно больших количествах карбоновых кислот, накапливающихся в продукте, становится заметным их влияние и на вкус продукта.

В числе молочнокислых бактерий, обнаруженных в сырокопченых колбасах, встречаются как гомоферментные, так и гетероферментные штаммы. Гомоферментные расщепляют сахара только до молочной кислоты, гетероферментные наряду с молочной кислотой продуцируют и

другие карбоновые кислоты (пировиноградную, уксусную, муравьиную), а также этиловый спирт. В число продуктов жизнедеятельности гетероферментных штаммов входят не только летучие кислоты.

Способность к продуцированию карбоновых кислот является одной из наиболее важных функций молочнокислой микрофлоры, развивающейся в сырокопченых (сыровяленых) колбасах. Снижение величины рН за счет накопления кислот сказывается не только на вкусовых особенностях продукта. Оно влияет также на интенсивность развития других бактерий, в том числе гнилостных, на водосвязывающую способность белков, консистенцию продукта, ход денитрификации и устойчивость окраски.

Твердо установившихся взглядов относительно оптимальной величины рН сырокопченых (сыровяленых) колбас еще нет. В некоторых странах предпочитают колбасные изделия с кисловатым привкусом (рН 4,2–4,4), в других его избегают и вырабатывают изделия с рН около 6,0. Однако вне зависимости от этого вопрос о значении величины рН заслуживает внимания.

Снижение рН приводит к подавлению жизнедеятельности и даже отмиранию такой нежелательной микрофлоры, как грамотрицательные палочки и спорогенные аэробы, в том числе протеолитические бактерии, способные вызывать гниение при рН выше 5,5. В связи со снижением рН постепенно исчезают представители этой микрофлоры и начинают господствовать молочнокислые бактерии и кислото- и солеустойчивые кокки, но и их число по мере накопления кислот и падения рН снижается.

Таким образом, в присутствии нитратов вначале развитие нежелательной микрофлоры тормозится развитием процесса денитрификации, а на более поздних стадиях, когда денитрификация идет на убыль, при необходимости это может быть достигнуто снижением рН до 5,5 или менее деятельностью молочнокислых бактерий.

Снижение рН до уровня 5,5 или несколько менее благоприятствует накоплению таких продуктов денитрификации, которые необходимы для образования нитрозопигментов. В то же время это приближает реакцию среды к оптимальной для взаимодействия окиси азота с миоглобином и гемоглобином.

Оценивая положительную роль молочнокислой микрофлоры, не следует забывать, что некоторые дефекты сырокопченых колбас связаны

именно с ее развитием. К таким недостаткам относятся зеленоватые и желтоватые пятна у сырокопченых колбас.

Почему и при каких условиях одна и та же микрофлора может вызывать и благоприятные и неблагоприятные последствия, еще не вполне ясно. Во многих работах отмечается, что чаще всего дефекты появляются при большой начальной загрязненности сырья микроорганизмами и при повышенных температурах. По-видимому, основная причина — несоответствие между интенсивностью развития молочнокислых бактерий и интенсивностью процесса денитрификации. Если интенсивность накопления молочной кислоты чрезмерно велика, быстрое падение рН до низкого уровня тормозит деятельность денитрифицирующих бактерий. Такого рода явление наиболее вероятно при повышенных температурах (порядка 18 °С и выше), когда в системе присутствуют значительные количества сахаров.

Для производства сырокопченых колбас характерны процессы, связанные с длительной выдержкой сырья в условиях, не исключающих развитие микрофлоры. К ним относятся: посол мяса в кусках при 2–4 °С на протяжении 5–7 сут, осадка (выдержка) фарша в оболочке при той же температуре в течение 3–7 сут, копчение при 18–20° С в течение 2–4 сут, сушка при 12 °С в течение 25–30 сут и др.

На состав и развитие микрофлоры влияют: обилие и равномерное распределение ее в сырье, поскольку в ходе изготовления колбас сырье измельчается и перемешивается; постепенное обезвоживание среды; воздействие коптильных веществ на определенном этапе производства.

Общее количество микрофлоры в фарше сырокопченной колбасы, по данным ВНИИМП, возрастает в процессе осадки, копчения и в начале процесса сушки, достигая десятков миллионов и более в 1 г фарша. Затем оно начинает снижаться и к концу процесса уменьшается в несколько раз [1].

Исследования фарша советской и брауншвейгской колбас на содержание основных форм микрофлоры в процессе их изготовления (табл. 1) показали, что среди палочковых форм преобладали грамположительные. К концу процесса сушки грамотрицательные палочки, как правило, не обнаруживались.

Таблица 1. – Показатели содержания основных форм микрофлоры

Время отбора пробы	Число штаммов			
	кокковых форм		палочковых форм	
	всего	молочнокислых	всего	молочнокислых
После изготовления	27	11	29	6
То же, осадки	25	10	21	2
То же, копчения	17	4	28	10
То же, сушки (25 сут) сут	33	18	25	5

Таким образом, в процессе созревания сырокопченых колбас молочнокислые бактерии постепенно вытесняют другие виды, грамположительная микрофлора вытесняет грамотрицательную. Из молочнокислых бактерий преимущественное развитие получают кокковые формы. Такие нежелательные бактерии, как кишечная палочка, протей, бациллы из группы *Mesentericus – Subtilis*, постепенно исчезают и в готовом продукте не обнаруживаются.

Несмотря на то, что вплоть до начальных стадий сушки происходит количественный рост микрофлоры, уже во время осадки размножение приобретает селективный характер. Создаются условия для подавления некоторых бактерий в последующем. В процессе осадки при низких плюсовых температурах преимущественно развиваются микрококки. В колбасах, подвергавшихся нормальной осадке, во время сушки, как правило, не находят протей и кишечной палочки, а при недостаточной осадке их обнаруживают даже в конце сушки.

Изменение состава микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас связано с тем, что на состав и развитие микроорганизмов определенное воздействие оказывают обезвоживание среды и повышение концентрации соли, коптильные вещества (на поверхностную микрофлору сырокопченых колбас), изменение рН продукта и микробный антагонизм.

В процессе копчения продукт пропитывается антисептическими веществами коптильного дыма, подавляющими развитие микроорганизмов. Однако к действию коптильных веществ наиболее чувствительны только неспорообразующие микроорганизмы, особенно *E. coli*, *Proteus vulgaris*, стафилококки и вегетативные формы споровых микроорганизмов. Споры аэробных бацилл, анаэробных клостридий и плесени обычно при копчении не погибают [1].

Кроме того, значительные количества коптильных веществ проникают только в поверхностные слои фарша, а в центре колбасных батонов их концентрация обычно в 10–15 раз ниже. Следовательно, коптильные вещества играют лишь второстепенную роль в подавлении жизнедеятельности микрофлоры фарша. Бактерицидный эффект копчения заключается главным образом в создании бактерицидной зоны в поверхностных участках продукта, защищающей его от проникновения и размножения микроорганизмов извне.

Существенное, определяющее воздействие на развитие микроорганизмов в сырокопченых и вяленых колбасах оказывают обезвоживание продукта и повышение вследствие этого концентрации соли как фактора, определяющего величину осмотического давления в фарше. Обезвоживание и повышение концентрации соли происходит по всей толще продукта неравномерно. Поэтому в центральных, менее обезвоженных участках колбасных батонов благоприятные условия для размножения микроорганизмов сохраняются значительно дольше, чем в поверхностных слоях. По мере обезвоживания и увеличения в связи с этим концентрации соли количество микроорганизмов начинает уменьшаться. Существенное влияние на изменение группового состава микрофлоры при созревании колбас оказывают антагонистические взаимоотношения различных микроорганизмов. Многие штаммы *L. plantarum*, *L. breve*, *Pediococcus cerevisiae* и других молочнокислых бактерий, выделяемые из копченых колбас, обладают выраженным антагонизмом в отношении культур *E. coli*, *Proteus vulgaris*, гнилостных аэробных бацилл (*Bac. subtilis* и др.), стафилококков. Штаммы дрожжей р. *Debaryomyces* оказывают антагонистическое действие на плесневые грибы из р. *Penicillium*, *Cladobporium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Endomyces lactis* (*Oidium lactis*) [1].

В результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий и микрококков происходит постепенное вытеснение грамотрицательных бактерий, аэробных гнилостных бацилл, стафилококков. Антагонизм молочнокислых бактерий и микрококков обуславливается выработкой антибиотических веществ и сдвигом рН фарша в кислую сторону, неблагоприятную для размножения гнилостных и условно-патогенных бактерий. Активное размножение молочнокислых бактерий и микрококков объясняет факт постепенного увеличения общего количества микроорганизмов в первый период созревания колбас, когда значительная часть дру-

гих микроорганизмов фарша отмирает под влиянием обезвоживания, повышенной концентрации соли, действия коптильных веществ и антагонизма этих микробов.

Таким образом, типичными представителями микрофлоры готовых созревших сырокопченых и сыровяленых колбас являются некоторые виды молочнокислых бактерий (*L. plantarum*, *L. breve*, *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc dextranum* и др.) и различные виды микрококков. В некоторых сыровяленых и копченых колбасах (сервелат, салями и др.) кроме указанных групп микроорганизмов к типичной микрофлоре относятся дрожжи преимущественно из р. *Debaryomyces* и *Candida*. В составе микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас в незначительных количествах присутствуют споровые аэробные бациллы (*Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus* и др.), анаэробные клостридии (*Cl. sporogenes*, *Cl. putrificus*) и другие сапрофитные микроорганизмы [2].

Из сырокопченых колбас выделен 261 штамм, из которого 87 молочнокислых бактерий 25 видов [1]. Штаммы молочнокислых бактерий, окрашивающиеся по Граму, представлены кокковыми и палочковыми формами. Считают, что многие из выделенных микробов влияют на аромат и вкус колбасного фарша. К ним относятся представители микрококков *Achromobacterii*, *Aerobacterii*, бактерии из родов и семейств *Escheria*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*. Из фарша выделены штаммы бактерий, способные продуцировать вещества, обладающие фруктовым запахом различных оттенков и запахом сыра [3].

Однако единства взглядов на роль отдельных родов и видов микробов еще нет. Иногда одним и тем же микробам приписывают способность улучшать и ухудшать вкус колбас (например, *Achromobacterii*). Представители молочнокислых бактерий часто преобладают как в доброкачественных, так и в испорченных колбасах. Объясняется это, по-видимому, существенным влиянием условий среды на характер развития жизнедеятельности микрофлоры в фарше.

Плесеням в производстве сырокопченых колбас обычно придают отрицательное значение. Развиваясь при неблагоприятных условиях, они вызывают порчу колбасы. Однако некоторые из них могут играть и положительную роль. При производстве венгерской салями на поверхности колбас выращивают слой плесени, в которой преобладает р. *Sporangio-phoreae*, группа *Asimetrica* [2]. Он расценивается как препятствие для

слишком быстрого высыхания при длительном (до 6 мес) созревании колбас и обеспечивает более равномерный его ход при большом диаметре батонов.

Однако некоторыми исследованиями установлено, что оболочка из этих плесеней имеет и прямое влияние на развитие органолептических характеристик колбасы. Сравнительным изучением свойств и состава колбас, зараженных штаммами плесеней *Sp. Asimetrica* и незараженных ими, было показано, что в колбасах с плесенью характерные вкус и запах начинают развиваться значительно раньше, чем без нее. Параллельно с изменением вкуса и запаха отмечалось появление ацетоина. После 6 мес созревания колбаса с плесенью оказалась значительно лучше по органолептическим показателям [2]. Она также отличается и некоторыми химическими показателями: в ней несколько больше аммиака и иной состав свободных аминокислот. Характерным является большое количество свободного аланина, но отсутствует свободный гистидин, обнаружено также повышенное количество летучих жирных кислот, не растворимых в воде.

Таким образом, развитие микрофлоры в фарше сырокопченых колбас или на их поверхности, если ему придано желательное направление, следует расценивать как положительный фактор. Очевидно, если при производстве сырокопченых колбас вводить в фарш подходящую микрофлору, можно ожидать ускорения и более быстрого и благоприятного развития желательных процессов. При этом открывается возможность производить осадку и сушку колбас при повышенных температурах, что обещает значительное сокращение общей длительности производственного цикла.

При введении в фарш специальных бактериальных культур в готовом продукте преобладают виды, морфологически сходные с ними. Спорообразующие микробы остаются в незначительных количествах. К концу процесса изготовления в фарше не обнаруживается протей и кишечная палочка.

Применение специальных бактериальных культур открывает возможность производства сыровяленых колбас с высокими качественными показателями. Сыровяленые колбасы, не подвергающиеся копчению, обладают невыразительным ароматом и вкусом с легким оттенком затхлости. Органолептические характеристики такого продукта могут быть

значительно улучшены, если ввести культуру *L. plantarum*. Разработана технология сыровяленых колбас с применением этой культуры. Продукт приобретает довольно острый своеобразный вкус и запах, превосходящие вкус и запах некоторых обычных сырокопченых колбас. Такие нежелательные микробы, как протей и кишечная палочка, быстро отмирают вследствие низкого рН. Уже после осадки величина рН фарша оказалась на 0,73–0,75, а в готовом продукте – на 0,4–0,5 ниже, чем для контрольной серии. Использование этой культуры в производстве сыровяленых колбас приводит к увеличению полипептидного и остаточного азота и количества свободных аминокислот. Интенсификация процесса созревания сыровяленых колбас при добавлении в фарш *L. plantarum* сопровождается незначительным усилением гидролитического процесса распада и процесса агрегации.

Литература

1. Соколов А.А. Физико-химические и биохимические основы технологии мясопродуктов / А.А. Соколов // Пищевая промышленность, М.: –1965, –487 с.
2. Рогов, И.А. Изготовление колбас и мясных деликатесов / И.А. Рогов, А.И. Жаринов –М.: Профиздат, –1994, –128 с.
3. Антипова, Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов. / Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов –Воронеж: Изд. Воронежс. ун-та, –1991, –184 с.

V. Vetrov, O. Aniskevich

LACTIC ACID BACTERIA ON VARIOUS PHASES OF PRODUCTION UNCOOKED SMOKED SAUSAGES

Summary

Life activity of many quoters of lactic acid bacteria plays rather significant role by production uncooked smoked sausages.

Capability carboxylic acids is one of the most relevant functions of the lactate microflora advanced in uncooked smoked sausages. Hydrogen ionisation value decrease for the accumulation account of acids affects not only gustative singularities of a yield, but also on intensity of developing of other bacteria, on a water binding ability of proteins, consistency of a yield, a stroke of denitrification and a colour stability.

Significant, defining effect on developing of micro-organisms in uncooked smoked and jerked sausages render yield dehydration. In central, less

dehydrated districts of jumbo sausage items a favorable conditions reproduction of micro-organisms is saved much more long, than in surface layers.

If by production of uncooked smoked sausages to introduce into force-meat an eligible microflora, it is possible to expect a speed-up and faster and favorable developing of advisable processes.

*Т.В. Кусонская, С.А. Гордынец, Л.П. Шалушкова, к.б.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

В статье представлены результаты исследований по созданию мясных продуктов для диабетического питания (нашкетов, полуфабрикатов, изделий колбасных вареных). Установлено оптимальное количество внесения в состав мясных продуктов фитокомпозиций диабетических и инулина (4%).

Введение. Сахарный диабет – болезнь, обусловленная абсолютным или относительным дефицитом инсулина в организме и характеризующаяся нарушением вследствие этого всех видов обмена веществ, в первую очередь углеводного. По определению Комитета экспертов ВОЗ, сахарный диабет – состояние хронической гипергликемии, которая может развиваться в результате воздействия многих экзогенных и генетических факторов, дополняющих друг друга.

Среди заболеваний эндокринной системы сахарный диабет (СД) занимает первое место по распространенности (более 50% от числа всех случаев эндокринной патологии).

Сахарный диабет занимает особое место не только среди патологии эндокринной системы, но и среди заболеваний других систем организма человека. Это объясняется тем, что сахарный диабет, при котором нарушены практически все виды обмена веществ, либо способствует развитию, либо утяжеляет течение уже имеющихся заболеваний.

С каждым годом продолжается неуклонный рост числа больных сахарным диабетом. По данным ВОЗ, в мире насчитывается более 150 млн больных сахарным диабетом и его ежегодный прирост составляет 5–10% [1]. Это заболевание, распространяясь со скоростью эпидемии, подрывает здоровье населения практически всех наций и всех возрастов.

Патологические изменения, вызываемые нарушениями сбалансированности рационов питания, гиподинамией, перееданием, стрессами и др., проявляются не сразу, однако, будучи каждодневно действующими факторами, неизбежно вызывают нарушения соответствующих звеньев

обмена веществ, в том числе могут являться факторами риска развития сахарного диабета. Поэтому роль профилактических продуктов в рациональном питании трудно переоценить. Между тем диетические мясные продукты для профилактики сахарного диабета практически не производятся, а импортируются.

Полноценное питание человека немислимо без включения в диету белков, в том числе незаменимых, животных. Поскольку животные белки содержат все необходимые незаменимые аминокислоты, которые отсутствуют в растительных белках, а также не могут синтезироваться в организме, две трети суточной потребности в белке должно поступать с продуктами животного происхождения [2].

У больных сахарным диабетом, особенно инсулинозависимых, потребность в белках возрастает, что вызвано интенсивным его распадом из-за недостатка инсулина, поэтому проблема разработки мясных продуктов для этой категории людей является актуальной и крайне необходимой.

Сахарный диабет характеризуется ранним нарушением жирового обмена, которое при отсутствии соответствующего лечения способствует развитию атеросклероза, в том числе венечных артерий (ишемической болезни сердца), артерий головного мозга, ног, а также возникновению кетоацидоза, особенно у больных инсулинозависимым сахарным диабетом.

Диабетическое питание фактически построено на широко известных принципах здорового питания. Никакое лекарство, никакой метод лечения не будет эффективен, если человек неправильно питается. Только правильный подбор продуктов питания создает устойчивый фон обмена веществ, на котором и основывается успех эффективного лечения сахарного диабета [2, 3].

Материалы и методы исследования. Сотрудниками РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в рамках выполнения Государственной программы импортозамещения выполнялись работы по разработке и освоению новых видов продуктов на мясной основе для профилактики сахарного диабета.

При проектировании рецептур мясных продуктов для диабетического питания учитывались следующие принципы:

- увеличение квоты белков и снижение квоты жиров в пище;

- количество белков в диете не должно быть меньше 1–1,5 г на 1 кг расчетного веса;
- общее количество углеводов не должно превышать 350–360 г в день;
- необходимо избегать употребления пищи, содержащей легкоусвояемые углеводы;
- использовать в питании нежирное мясное сырье;
- содержание жира в пище должно составлять не более 0,75–1 г на 1 кг массы тела (обычно для взрослых это 50–80 г в сутки);
- необходимо широко применять в диетическом питании растительные компоненты;
- вести учет энергетической ценности пищевых продуктов.

Рецептуры разработанных продуктов (паштетов, полуфабрикатов, изделий колбасных вареных) включают нежирное мясное сырье, диабетические фитокомпозиции («ДиаВита-1», «ДиаВита-2», «ДиаВита-3», разработанные УП «УНИТЕХПРОМ БГУ»), инулин.

В состав диабетических фитокомпозиций входят следующие компоненты: «ДиаВита-1» – инулинсодержащий препарат (50%), овсяная крупа (50%); «ДиаВита-2» – порошок из топинамбура (20%), овсяная крупа (30%), яблочный порошок из выжимок или цельного яблока (50%); «ДиаВита-3» – солод ржаной сухой (50%), овсяная крупа (35%), морковь сушеная (10%), корень петрушки (5%).

Рецептурные компоненты, включенные в состав фитокомпозиций диабетических, могут широко использоваться в диабетическом питании, так как содержат большое количество растительной клетчатки, богаты витаминами и микроэлементами.

Кроме того, топинамбур является инулинсодержащим растением, обладает широким спектром терапевтического действия: обладает гепатопротекторными свойствами, антиканцерогенной активностью, иммуностимулирующими свойствами, низким накоплением токсичных веществ.

Овес широко используется в медицине и пищевой промышленности, так как снижает уровень холестерина, нормализует обмен веществ, укрепляет иммунитет и т.д.

Включение в рецептуры фитокомпозиций диабетических позволяет снизить количество жира, исключить использование сахара, обогатить продукты пищевыми волокнами, витаминами и микроэлементами.

В последние годы большое значение в диетотерапии сахарного диабета придается неперевариваемым полисахаридам, в частности инулину. Инулин – природный полисахарид, состоящий из 95% фруктозы, представляет собой белый сыпучий порошок без запаха со сладковатым вкусом.

Инулин оказывает пребиотический эффект, способствует усвоению кальция, способен частично заменить жирное сырье без ухудшения вкусовых качеств продукта [4]. Пищевые волокна стимулируют перистальтику кишечника, уменьшают всасывание холестерина и жирных кислот, адсорбируют в кишечнике токсичные продукты, нормализуют гликемию, инсулинемию, липидемию, снижают содержание глюкагона, повышают чувствительность тканевых рецепторов к инсулину и толерантность к углеводам.

Инулин, являясь растворимым диетическим волокном, оказывает положительные эффекты, типичные для всех диетических волокон: увеличение объема стула, понижение уровня рН в кишечнике, образование летучих жирных кислот, сокращение времени прохождения пищи по кишечнику, положительное влияние на параметры крови.

Кроме того, поскольку инулин является низкокалорийным углеводом, его можно использовать в питании людей, стремящихся ограничить потребление калорий. Важной подгруппой в этой группе являются диабетики, поскольку инулин не влияет на уровень глюкозы и инсулина в их крови.

Было показано, что инулин избирательно поддерживает рост бифидобактерий, являясь для них питательной углеводной средой, в то же время наблюдалось существенное снижение численности потенциально патогенных микроорганизмов (например, *Clostridia* и *Coliformes*). Этот феномен может иметь важные последствия для здоровья человека.

Технологические свойства инулина обусловлены способностью фиксировать воду, образуя гелеобразную структуру, которая имитирует вкусовые ощущения, присущие жиру. Это приводит к частичной или полной замене жира на полезные, но дефицитные для нашего пищевого рациона пребиотические пищевые волокна.

Замена жира с помощью инулина предлагает хорошую возможность понижения энергетической ценности конечного продукта без ухудшения его вкусовых качеств.

В большинстве случаев замена жира с помощью инулина в пищевых продуктах не требует существенных изменений производственного процесса. Порошок инулина может либо вводиться вместе с другими ингредиентами, либо дисперсия инулина в воде может быть приготовлена отдельно, а затем введена в продукт.

Добавление небольшого количества инулина позволяет улучшить вкус и текстуру продуктов с пониженной жирностью. Он придаёт продуктам более глубокий и сбалансированный вкус и улучшает вкусовые ощущения. Кроме того, обладает свойствами со-эмульгатора, т.е. способствует стабилизации эмульсий и дисперсий.

Результаты и их обсуждение. В результате опытных исследований установлено оптимальное количество внесения в состав мясных продуктов фитокомпозиций диабетических и инулина (4%).

На КУП «Минский мясокомбинат» были изготовлены опытные образцы диабетических продуктов. Оценку качества проводили в ГУ «РНПЦ гигиены».

В результате исследований установлено, что разработанные продукты имеют пониженное содержание жира и углеводов, невысокую энергетическую ценность (табл. 1).

На основании проведенных исследований установлено, что опытные образцы паштетов, полуфабрикатов, изделий колбасных вареных для диабетического питания по показателям пищевой ценности и гигиенической безопасности соответствуют требованиям СанПиН 11–63 РБ 98 и ГН 10-117-99 и требованиям, предъявляемым к мясным продуктам для диабетического питания (пониженное количество соли; снижение квоты жиров и углеводов и повышение квоты белка; включение в рецептуры не перевариваемых полисахаридов (инулина), топинамбура, овса).

Таблица 1 – Пищевая ценность новых мясных продуктов для диабетического питания

Наименование продукта	Белки, не менее, г	Жиры, не более, г	Углеводы, не более, г	Энергетическая ценность, ккал
Полуфабрикаты				
Котлета «Здравушка»	12,9	16,9	8,2 (0,7 ХЕ) [*]	236,5
Котлета «Вавиловская»	14,4	6,4	3,4 (0,3 ХЕ) [*]	128,8
Котлета «Диабетическая»	14,4	6,4	3,4 (0,3 ХЕ) [*]	128,8
Котлета «Морская»	12,0	14,8	3,9 (0,3 ХЕ) [*]	196,8
Шницель «Дар природы»	13,6	16,8	3,4 (0,3 ХЕ) [*]	219,2
Шницель «Огонек»	13,7	14,9	3,4 (0,3 ХЕ) [*]	202,5
Шницель «Диетический»	13,6	16,8	3,4 (0,3 ХЕ) [*]	219,2

Окончание табл. 1

Наименование продукта	Белки, не менее, г	Жиры, не более, г	Углеводы, не более, г	Энергетическая ценность, ккал
Паштеты мясные				
«Диабетический»	13,8	2,8	3,1 (0,3 ХЕ)*	92,8
«Особый»	12,2	11,4	2,8 (0,2 ХЕ)*	162,6
«Новый»	12,9	3,5	3,8 (0,3 ХЕ)*	116,3
«Здравушка»	12,7	8,4	1,0 (0,08 ХЕ)*	130,4
«Вита»	12,5	8,5	1,0 (0,08 ХЕ)*	130,5
«Низкокалорийный»	13,9	2,6	3,8 (0,3 ХЕ)*	94,2
Изделия колбасные вареные				
«Олимпийская»	12,9	7,6	0,1 (0,008 ХЕ)*	120,4
«Диавита»	12,4	11,4	0,1 (0,008 ХЕ)*	152,6
«Особая»	12,8	10,3	3,4 (0,1 ХЕ)*	149,1
«Классная»	13,4	7,8	1,3 (0,1 ХЕ)*	129,0

*ХЕ – хлебная единица, 1 ХЕ соответствует 12 г углеводов. Подсчет хлебных единиц используется в диабетическом питании для упрощения контроля количества употребляемых в пищу углеводов [2].

Сотрудниками РУП «Институт мясо–молочной промышленности» в 2008 году согласованы, утверждены и зарегистрированы в установленном порядке ТНПА (ТУ) и ТД (РЦ, ТИ) на мясные продукты для профилактики сахарного диабета:

- ТУ ВУ 100377914.543-2008 «Паштеты мясные»;
- сборник рецептов «Паштеты мясные» РЦ ВУ 100377914.470 – РЦ ВУ 100377914.475-2008 (6 рецептов);
- технологическая инструкция по производству паштетов мясных ТИ ВУ 100377914.542 – 2008.
- ТУ ВУ 100377914.544-2008 «Полуфабрикаты мясные рубленые»;
- сборник рецептов «Полуфабрикаты мясные рубленые» РЦ ВУ 100377914.456 – РЦ ВУ 100377914.462-2008 (7 рецептов);
- технологическая инструкция по производству полуфабрикатов мясных рубленых ТИ ВУ 100377914.543- 2008.
- сборник рецептов «Изделия колбасные вареные» по СТБ 126–2004 (18 рецептов);
- технологическая инструкция по производству изделий колбасных вареных.

Комплекты ТНПА (ТУ) и ТД (РЦ, ТИ) на мясные продукты для профилактики сахарного диабета разосланы на мясоперерабатывающие предприятия Республики Беларусь для освоения и внедрения.

Заключение. Освоение в промышленных масштабах выпуска новых видов мясных продуктов позволит расширить ассортимент диабетиче-

ческих продуктов, улучшит структуру питания населения. Разработанные продукты могут использоваться в питании не только больных сахарным диабетом, но и всеми категориями населения.

Литература

1. Бесседен, Д.Г. Избыточный вес и ожирение. Профилактика, диагностика и лечение / Д.Г. Бесседен, Р. Кушнер. – М.: БИНОМ, 2004. – 240 с.
2. Николайчук, Л.В. Настольная книга диабетика / Л.В. Николайчук, Э.В. Владимиров. – Минск, 2004. – 479 с.
3. Рудницкий, Л. Все, что нужно знать о диабете / Л. Рудницкий. – СПб.: Питер, 2007. – 123 с.
4. Raftiline u Raftilose – ингредиенты для функциональных продуктов питания // Пищ. пром–сть. – 2004. – № 8. – С. 82.

T. Kysonskaia, S. Gordinetz, L. Shalyshkova

NEW DIRECTIONS IN DEVELOPMENT OF MEAT PRODUCTS FOR DIABETIC NOURISHMENT

Summary

In this article the results of work on creation of meat products for the diabetic nourishment (pies, half-finished products, boiled sausages) was demonstrated. The optimal quantity of diabetic photocompositions «Диа-Вита» and inulin (4%) added in the meat products was determined.

*Т.В. Кусонская, С.А. Гордынец, Л.П. Шалушкова, к.б.н.
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»*

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ, НЕ СОДЕРЖАЩИЕ ГЛЮТЕНА

В статье представлены результаты исследований по созданию ассортимента мясных продуктов для больных целиакией (кулинарные мясные изделия (пицца, пирожки картофельные, оладьи картофельные); полуфабрикаты мясные рубленые; изделия колбасные варёные с отсутствием глютена).

Установлено, что кулинарные изделия характеризуются полным отсутствием клейковины, так как в их состав не входит мука из таких зерновых культур, как пшеница, рожь, ячмень, овес и продукты из них. В составе изделий также отсутствует молоко и молочные продукты, которые плохо переносятся больными с глютеневой энтеропатией.

Введение. Целиакия – заболевание, связанное с отсутствием или пониженной выработкой кишечной стенкой ферментов, расщепляющих глютен – полипептид, содержащийся в некоторых злаковых (пшенице, ржи, ячмене, овсе), что вызывает деструкцию ворсинок тонкого кишечника, нарушение всасывания питательных веществ и развитие различных дефицитных состояний. Продукты неполного распада глютена оказывают токсическое действие на слизистую оболочку кишечника, ухудшая всасывание белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ, нарушая кишечную моторику [1, 2].

Основное лечение целиакии – строгое соблюдение безглютеновой диеты на протяжении всей жизни человека. Попадание даже одного грамма пшеничной муки вызывает такие же изменения в тонком кишечнике, как и большое количество хлеба.

Соблюдение аглютеновой диеты для детей раннего возраста в домашних условиях организовать относительно несложно. У больных детей более старшего возраста закономерно возникают трудности психологического и социального характера, связанные с тем, что в нашей республике продукты из пшеницы, ржи и других злаковых традиционно являются основой рациона, а безглютеновые заменители продуктов не производятся.

По данным медицинской статистики, количество нуждающихся в мясных безглютеновых продуктах составляет 350 тыс. человек. Потребность в безглютеновых мясных продуктах, учитывая среднесуточную потребность в белках, составляет около 24,5 т в сутки, или около 9000 т в год, из них в полуфабрикатах – 5000 т.

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют безглютеновые мясные продукты. Из-за рубежа ввозятся полуфабрикаты (пельмени, блинчики и др.).

Материалы и методы исследования. Сотрудниками РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в рамках выполнения Государственной программы импортозамещения выполнялись исследования по разработке ассортимента мясных продуктов для больных целиакией, в частности кулинарных мясных изделий (пицца, пирожки картофельные, оладьи картофельные) с отсутствием глютена.

Дополнительно разработан комплект ТНПА (ТУ) и ТД (РЦ, ТИ) на полуфабрикаты безглютеновые и изделия колбасные вареные безглютеновые.

Рецептуры разрабатывались с учетом требований СанПиН 11-63 РБ и требований, предъявляемых к продуктам безглютеновым.

При проектировании рецептур на изделия кулинарные учитывалось, прежде всего, отсутствие глютенсодержащих компонентов в тестовой оболочке и начинке, так как глиадин пшеницы, секалин ржи, хордеин овса и ячменя являются токсичными для больных целиакией. В связи с этим при разработке тестовой оболочки для изделий кулинарных безглютеновых как основные компоненты были использованы смеси безглютеновые, разработанные специалистами УП «УНИТЕХПРОМ БГУ» («Вицета-1» (крахмал сушеный, рисовая крупа, крахмал картофельный окисленный, гуаровая камедь), «Вицета-2» (крахмал сушеный, рисовая крупа, крахмал картофельный окисленный, амилоцет АМІ, гуаровая камедь), «Вицета-3» (крахмал сушеный, рисовая крупа, крахмал картофельный окисленный, амилоцет АМІ, гуаровая камедь) в различных процентных соотношениях), картофель, картофельный крахмал, что позволило полностью исключить из рецептур пшеничную, ржаную, ячменную и овсяную муку, содержащие глютен.

При изготовлении начинки для кулинарных изделий безглютеновых в качестве мясного сырья использовали говядину, телятину, свини-

ну, печень говяжью. Из растительных компонентов – рисовую крупу, лук репчатый, сухую морскую капусту, свежую капусту и томаты. Все указанные рецептурные компоненты могут использоваться в питании больных целиакией без каких-либо ограничений.

Оценку качества опытных партий кулинарных изделий безглютеновых (пицца, пирожки картофельные, оладьи картофельные) проводили в ГУ «РНПЦ гигиены».

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что опытные партии новых видов изделий кулинарных безглютеновых с мясными начинками по содержанию тяжелых металлов, радионуклидов, нитрозаминов, пестицидов, микробиологическим показателям соответствуют требованиям СанПиН 11-63 РБ 98.

В табл. 1, 2 представлены результаты исследований по определению показателей пищевой ценности изделий кулинарных безглютеновых с мясными начинками (пицца, пирожки картофельные, оладьи картофельные).

Из данных, представленных в таблицах, очевидно, что полученные фактические показатели пищевой ценности соответствуют нормативным требованиям.

Таблица 1 – Пищевая ценность, %

Показатель	Пицца безглютеновая «Вита Ц со свининой»		Пицца безглютеновая «Вита Ц с сыром»	
	Результаты исследований	Требования СанПиН 11-63	Результаты исследований	Требования СанПиН 11-63
Массовая доля жира	6,90	Не более 16,0	8,60	Не более 16,0
Массовая доля белка	10,38	Не менее 8,0	8,64	Не менее 8,0
Массовая доля влаги	45,1	–	38,4	–
Массовая доля золы	0,32	–	0,35	–
Массовая доля углеводов	41,3	–	50,2	–
Массовая доля клейковины	Не обнаружена	–	Не обнаружена	–

Таблица 2 – Пищевая ценность пирожков и оладий картофельных безглютеновых, %

Единицы измерения	Пирожки картофельные безглютеновые с начинкой из мяса с рисом		Оладьи картофельные безглютеновые с начинкой из мяса с луком	
	Результаты исследований	Требования СанПиН 11-63	Результаты исследований	Требования СанПиН 11-63
Массовая доля жира	5,2	Не более 16,0	10,0	Не более 16,0
Массовая доля белка	8,0	Не менее 8,0	8,2	Не менее 8,0

Массовая доля влаги	38,4	–	60,1	–
Массовая доля поваренной соли	1,2	1,2	1,0	1,2
Массовая доля клейковины	–	–	–	–

Представленные образцы кулинарных изделий характеризуются полным отсутствием клейковины, так как в их состав не входит мука из таких зерновых культур, как пшеница, рожь, ячмень, овес и продукты из них. В составе изделий также отсутствует молоко и молочные продукты, которые плохо переносятся больными с глютеновой энтеропатией.

Следовательно, разработанные изделия относятся к безглютеновым продуктам и могут быть рекомендованы как для питания больных целиакией, так и для питания других категорий населения.

В 2008 году согласованы, утверждены и зарегистрированы в установленном порядке ТНПА (ТД) и ТД (РЦ, ТИ) на мясные продукты безглютеновые:

- ТУ ВУ 100377914.542-2008 «Кулинарные изделия с мясными начинками безглютеновые»;
- сборник рецептов по производству кулинарных изделий с мясными начинками безглютеновых, который включает 15 наименований кулинарных изделий из теста с начинкой. Из них 5 рецептов – на пиццу безглютеновую, 7 рецептов – на пирожки картофельные безглютеновые, 3 рецептуры – на оладьи картофельные безглютеновые;
- технологическая инструкция по производству кулинарных изделий с мясными начинками безглютеновых;
- ТУ ВУ 100098867.224-2008 «Полуфабрикаты мясные рубленые безглютеновые»;
- сборник рецептов по производству полуфабрикатов мясных рубленых безглютеновых РЦ ВУ 100098867.1308–1313.2008 (6 рецептов);
- ТИ по производству полуфабрикатов мясных рубленых безглютеновых;
- сборник рецептов «Изделия колбасные вареные безглютеновые» РЦ ВУ 100098867.1323–1331.2008 (18 рецептов);
- ТИ по производству изделий колбасных вареных безглютеновых.

Комплекты ТНПА (ТУ) и ТД (РЦ, ТИ) на мясные продукты безглютеновые разосланы на мясоперерабатывающие предприятия Республики Беларусь для освоения и внедрения.

Заключение. Освоение в промышленных масштабах выпуска кулинарных изделий безглютеновых позволит обеспечить больных целиакией полноценными продуктами питания и расширить ассортимент специализированных мясных продуктов.

Литература

1. Ревнова, М.О. Целиакия у детей / М.О. Ревнова. – СПб. 2005. – 255 с.
2. Воробьева, А.И. Справочник врача общей практики / А.И. Воробьева. – М.: Эксмо, 2005. – Т. 1. – 958 с.

T.V. Kysonskaia, S.A. Gordinetz, L.P. Shalyshkova

SPECIALIZED MEAT PRODUCTS NOT CONTAINING A GLUTEN Summary

The results of work on creation of meat products' range for people who are ill with coeliac disease (culinary meat products (pizza, potato pies, potato cakes); half-finished minced meat products; boiled sausages without content of gluten were demonstrated in this article.

In the result of this work it was determined that the culinary meat products completely have not gluten because they were making without using the flour from wheat, rye, barley and oats. These products also have not any milk and milk products which are bad for people who are ill with gluten intolerant enteropathy.

Ж.А. Яхновец, С.А. Гордынец
РУП «Институт мясо–молочной промышленности»

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЯСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ СОРТИРОВКЕ СЫРЬЯ ПО pH

В статье представлены результаты изучения качества мясного сырья по показателю pH. Разработаны рекомендации по использованию мясного сырья для производства различных групп мясопродуктов при сортировке сырья по pH

Введение. Переработка мяса со свойствами PSE и DFD значительно отличается от качественного (NOR) сырья и представляет серьезную проблему для мясоперерабатывающей промышленности. Такое сырье необходимо использовать целенаправленно для получения высококачественных мясных продуктов гарантированного качества.

Посмертные изменения, обусловленные содержанием молочной кислоты и величиной pH, имеют *важное практическое значение* и оказывают существенное влияние на *качество мяса, его пищевую ценность и технологические характеристики* (потери мяса в процессе обработки, изменение нежности мяса, водосвязывающая способность, аромат и вкус, переваримость под действием пищеварительных ферментов, устойчивость к микробиологическим процессам, сроки хранения, уровень потерь воды при тепловой обработке, количество мясного сока, выделяющегося при размораживании).

Разные свойства мяса PSE и NOR формируются после убоя животного вследствие различий в скорости гликолиза и величины pH мышечной ткани после убоя.

Ускоренный гликолиз в тканях животных после убоя приводит к тому, что мясо становится бледным и экссудативным (PSE). Для сырья с PSE–свойствами снижение pH среды происходит очень быстро и через 1 ч после убоя достигает практически минимального значения, характерного для мяса 24–48-часового хранения с нормальным ходом течения ав-

толиза, когда гидролизуется практически весь гликоген с образованием молочной кислоты.

Экссудативное PSE-мясо имеет низкое значение рН и характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока вследствие пониженной водосвязывающей способности. Экссудативности подвержены в первую очередь наиболее ценные части туши: длиннейшая мышца спины и окорока. После убоя животных в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстрее, чем в мясе с нормальным ходом автолиза. В течение 60 мин рН мяса понижается до 5,2–5,5. Изменения белков обуславливают снижение водосвязывающей способности мяса и тем самым ограничивают его технологическую пригодность, а также придают неудовлетворительные сенсорные свойства продукту. Мясо со свойствами PSE специфически реагирует на воздействие режимов охлаждения, замораживания и размораживания, нагревания, созревания, посола [1].

Мясо с признаками PSE из-за низких рН (5,0–5,5) и водосвязывающей способности непригодно для производства вареных колбас, вареных и сырокопченых окороков. Использование бледного, мягкого и экссудативного (PSE) сырья приводит к повышенным потерям влаги при переработке, нестабильности цвета и ухудшению вкуса готовых изделий.

В то же время у мяса с DFD-свойствами гликолитические изменения после убоя выражены слабо, о чем свидетельствует высокий конечный уровень величины рН. У такого сырья запасы гликогена в моменту убоя израсходованы и образования молочной кислоты не происходит, в связи с чем концентрация ионов водорода в мясе практически остается на одном уровне и не изменяется в течение первых суток автолиза.

DFD-мясо через 24 ч после убоя имеет уровень рН выше 6,2, темную окраску, грубую структуру мышечных волокон, плотную консистенцию, обладает высокой водосвязывающей способностью, повышенной липкостью. Вследствие прижизненного распада гликогена перед убоем животного количество образовавшейся после убоя молочной кислоты в мясе таких животных невелико и миофибриллярные белки в DFD-мясе имеют хорошую растворимость. Высокие значения рН ограничивают продолжительность его хранения. Большие трудности возникают при хранении и переработке DFD-мяса, так как оно подвергается микробной порче быстрее, чем NOR-мясо.

С учетом высокой водосвязывающей способности его целесообразно использовать при производстве вареных колбас и соленых изделий [2].

В табл. 1 представлены биохимические характеристики мяса.

Таблица 1.– Биохимические характеристики мяса с отклонениями в качестве

Свойства	Качественная группа мяса	
	PSE	DFD
<i>Характер гликолиза</i>		
Наличие запаса гликогена в мышце к моменту убоя	Имеется	Отсутствует
<i>Скорость гликолиза</i>		
pH ₁	Меньше 6,2	Больше 6,2
pH ₂₄	5,0–5,8	Равно NOR
Поверхность среза	Влажная, мягкая	Сухая, плотная
Структура	Открытая	Закрытая
Цвет	Бледнее NOR	Темный с фиолетовым оттенком
Водоудерживающая способность	Заметно меньше NOR. Быстрое удаление влаги из сырья	Значительно больше NOR, медленное удаление влаги
Потери в хранении и при термической обработке	Большие потери на всех этапах переработки и хранения сырья	Потери меньше NOR
Устойчивость к бактериальной порче	Бактерицидное или бактериостатическое действие на основные санитарно-показательные микроорганизмы	Стимулирующее действие на основные санитарно-показательные микроорганизмы

По питательной ценности мясо со свойствами PSE и DFD не отличается от качества мяса с традиционным классическим течением гликолиза.

Показатель pH является объективным и может быть измерен экспресс-методом. Существует несомненная зависимость между внешним видом, цветом, плотностью, консистенцией сырья, сочностью, упругостью, вкусом и ароматом продукта и pH. В связи с этим показатель pH является основным объективным качественным показателем технологических свойств сырья [3,4].

Материалы и методы исследования. Качество мясного сырья (говядины I, II категорий, тощей; свинины II, III, IV категорий различных

термических состояний) сырьевой зоны ОАО «Слуцкий мясокомбинат» изучали по показателю рН.

Данные по фактическому рН сырья были получены методом непосредственного измерения портативным рН–метром HI 8318 фирмы «HANNA instruments» (Румыния).

Измерения рН осуществлялись в длиннейшей мышце спины между 10-м и 11-м спинными позвонками:

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и после охлаждения.

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и дефростированном состоянии.

- в мясе говядины I, II категорий и тощей в парном состоянии и после охлаждения.

- в мясе говядины I, II категорий и тощей в парном состоянии и дефростированном.

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и после охлаждения, выращенной на собственном комплексе ОАО «Слуцкий мясокомбинат».

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и дефростированном состоянии, выращенной на собственном комплексе ОАО «Слуцкий мясокомбинат».

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и после охлаждения в целом по туше.

- в мясе говядины I, II категорий и тощей в парном состоянии и после охлаждения в целом по туше.

Для установления скорости и характера автолитических процессов по полутуше в целом проведено выборочное измерение рН в длиннейшей мышце спины, шейной части, лопаточной части, в окороке и грудинке:

- в мясе свинины II, III, IV категорий упитанности в парном состоянии и после охлаждения в целом по полутуше.

- в мясе говядины I, II категорий и тощей в парном состоянии и после охлаждения в целом по полутуше.

Результаты и их обсуждение. В результате проведения НИР было установлено, что:

– сырье, поступающее на промпереработку на ОАО «Слуцкий мясокомбинат», неоднородно по показателю рН (говядина NOR – 23%, DFD – 62%, PSE – 15%; свинина NOR – 23%, DFD – 15%, PSE – 62%);

– свинина, поступающая из собственного комплекса ОАО «Слуцкий мясокомбинат», имеет более однородные показатели рН (NOR – 33%, DFD – 35%, PSE – 32%).

– послеубойные автолитические процессы в целом по полутуше проходят достаточно равномерно, отклонения по отдельным группам мышц составляют $\pm 5\%$.

Достаточно высокий процент мяса DFD свидетельствует о недостаточно сбалансированном рационе питания животных, что приводит к прижизненному распаду гликогена. При этом мясо приобретает темный цвет, имеет пониженную стойкость при хранении, отмечаются большие потери при термообработке.

Достаточно высокий процент мяса PSE говорит о неправильной транспортировке и предубойном содержании животных, что способствует быстрому послеубойному распаду гликогена. При этом мясо приобретает бледную окраску, имеет низкую водосвязывающую способность, большие потери при термообработке.

Проведенные исследования показали необходимость разработки рекомендаций по использованию мясного сырья для производства различных групп мясопродуктов при сортировке сырья по рН.

1. Мясо со свойствами DFD необходимо использовать на ранних стадиях автолиза.

2. Мясо со свойствами PSE также не требует длительного созревания, так как это не приводит к улучшению его технологических показателей, однако для такого сырья необходима выдержка до 1 сут.

3. Естественные потери при охлаждении и хранении свиных туш со свойствами PSE увеличиваются на 1,4% по сравнению с тушами нормального качества (NOR).

4. Мясо с признаками PSE из-за низких рН (5,0–5,5) и водосвязывающей способности непригодно для производства эмульгированных мясных продуктов – вареных колбас, вареных и варено-копченых изделий, так как при этом ухудшаются органолептические характеристики

готовых изделий (светлая окраска, кисловатый привкус, жесткая консистенция, пониженная сочность) и уменьшается выход.

5. PSE–мясо следует использовать на изготовление сырокопченых и сыровяленых изделий и замороженных рубленых полуфабрикатов.

6. Мясо с DFD-свойствами приобретает темный цвет и плотную консистенцию. Высокие значения рН ограничивают продолжительность его хранения и сроки переработки, в связи с чем оно непригодно для выработки сырокопченых изделий. С учетом высокой водосвязывающей способности его целесообразно использовать при производстве вареных колбас, соленых изделий и быстрозамороженных полуфабрикатов.

В табл. 2 представлены направления использования сырья в шкале PSE, NOR, DFD для производства мясных продуктов.

Таблица 2. – Направления использования сырья в шкале PSE, NOR, DFD для производства мясных продуктов

Группа мяса	Рекомендуемые процессы при		Виды вырабатываемой продукции
	Посоле	Термообработке	
PSE	Заливка рассолом и выдержка	Копчение с последующим запеканием	Сырокопченые, копчено-запеченные
NOR	Все способы	Все способы	Все виды
DFD	Шприцевание с последующей выдержкой	Варка или запекание	Вареные, Варено-копченые

Применяемые в настоящее время методы контроля качества мясного сырья и готовой продукции имеют ряд недостатков: требуются значительные затраты времени, дорогостоящие химические реактивы, оборудование и приборы. Чувствительность методов не всегда отвечает необходимым требованиям, что затрудняет оперативное принятие решений в ходе производства и контроля технологического процесса.

В целях сортировки сырья по свойствам, для оценки переработанного скота и выбора оптимального использования сырья при производстве мясных продуктов на мясокомбинатах, предлагается использовать **инструментальный экспресс-метод оценки технологических свойств мясного сырья.**

Метод основан на высокой корреляционной связи между величиной рН, визуальной оценкой цвета и консистенцией мышечной ткани.

Объектами исследований являются полутуши, отрубы и отдельные мышцы говядины и свинины в парном, охлажденном и размороженном состояниях.

pH мяса определяют с помощью портативного переносного рН-метра, снабженного комбинированным стеклянным электродом и датчиком температуры.

Методика измерения рН включает процедуру подготовки прибора к работе, которая осуществляется один раз перед началом смены в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

При каждом единичном измерении рН-электрод и датчик температуры промывают дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой, а затем помещают в исследуемую мышцу. Записывают результат измерения, высвечиваемый на индикаторе (дисплее).

Допускается использование других типов рН-метров, имеющих разрешение на применение в пищевой промышленности.

Оценку цвета осуществляют визуально, можно с применением эталонов цвета для говядины и свинины.

Оценку консистенции проводят визуально, путем нажатия пальца на мышцу, с последующей оценкой времени и степени исчезновения ямки, возникающей после нажатия. Если след на мышце от надавливания пальцем исчезает быстро и полностью, то консистенция оценивается как «плотноупругая», что присуще мясу со свойствами от слабовыраженного до экстремального DFD. Если след на мышце исчезает очень медленно и не полностью (в месте нажатия долго остается ямка), то консистенция обозначается как «рыхлая», что присуще мясу со свойствами от слабовыраженного до экстремального PSE.

Оценку водянистости осуществляют визуально ощупыванием мышцы или по степени намокаемости фильтровальной бумаги, прикладываемой к мышце. При сильной намокаемости мясу дают оценку «водянистое», при очень слабой – «сухое».

Оценку критериев качества парных туш выполняют непосредственно на подвесном пути после ее зачистки и перед подачей на холодильную обработку. Измерение критериев производится на переднем, среднем и заднем отрубках полутуши.

Замеры на переднем отрубе выполняют на трехглавой мышце, расположенной в области между лопаточной, плечевой и локтевой кос-

тями; **на среднем отрубке** – на длиннейшей мышце спины между восьмым и девятым спинными позвонками; **на заднем отрубке** – на среднегодичной мышце, расположенной между повздошной и бедренной костями.

При поступлении на переработку охлажденных и размороженных полутуш, а также отрубов без обозначения свойства измерения критериев целесообразно проводить на указанных мышцах при разделке.

Для критериев водянистости, цвета и консистенции, так как они определялись визуальным способом, вводятся количественные уровни, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3. – Количественные уровни оценки свойств мяса

Уровни критериев оценки свойств мяса					
Цвет		Водянистость		Консистенция	
Количественный	Качественный	Количественный	Качественный	Количественный	Качественный
1	Бледно-желтый	1	Водянистая	1	Дряблая
2	Бледный	2	Влажная	2	Рыхлая
3	Бледно-розовый	3	Слабо-влажная	3	Слабо-упругая
4	Розовый	4	Суховатая	4	Упругая
5	Интенсивно-розов.	5	Сухая	5	Плотно-упругая
6	Светло-красный				
7	Красный				
8	Темно-красный				
9	Темно-красный с синеватым оттенком				

По формуле рассчитывают суммарный показатель количественного значения свойств мяса (СМ):

$$СМ = - 5,4 + рН + 0,60Ц + 0,25К + 0,15В \quad (1)$$

или

$$СМ = - 5,4 + рН + 0,60Ц + 0,35К, \quad (2)$$

где рН – измеренное значение рН; Ц – оценка цвета по девятиуровневой шкале; К – оценка консистенции по пятиуровневой шкале; В – оценка водянистости по пятиуровневой шкале.

Затем по табл. 4 определяют качественный уровень, соответствующий расчетному количественному значению свойств мяса.

Таблица 4 – Группы мяса по свойствам

№ п/п	Качественный уровень	Количественное значение (расчет СМ по уравнению 1 или 2)
1	Экстремальное PSE	<1,5
2	Ярко-выраженное PSE	1,51–2,50
3	Умеренное PSE	2,51–3,50
4	Слабо-выраженное PSE	3,51–4,50
5	Нормальное NOR	4,51–5,50
6	Слабо-выраженное DFD	5,51–6,50
7	Умеренное DFD	6,51–7,50
8	Ярко-выраженное DFD	7,51–8,50
9	Экстремальное DFD	>8,51

В практике работы мясоперерабатывающих предприятий целесообразно применять трехуровневую группировку мяса, которая представлена в табл. 5.

Таблица 5. – Трехуровневая группировка мяса по свойствам

Группа мяса	
Качественный уровень	Количественное значение
PSE	<3,50
NOR	3,51–6,50
DFD	>6,51

Заключение. Способ сортировки мясного сырья с применением инструментального экспресс-метода оценки технологических свойств мясного сырья является экспрессным и объективным. Метод основан на объективной между величиной рН, визуальной оценкой цвета и консистенцией мышечной ткани. Инструментальный экспресс-метод оценки технологических свойств мясного сырья позволит рационально использовать сырье строго в соответствии с его технологическими свойствами для выработки продуктов гарантированного качества. Технологический брак будет сведен до минимума.

Литература

1. Тышкевич, С. Исследование физических свойств мяса / С. Тышкевич. – М.: Пищевая промышленность, 1972. С. – 76.
2. Лисицын, А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын и [и др.]. – М.: ВНИИМП, 2004. – С. 378.

3. Алехина Л.В., Современные методы анализа качества мяса и мясных продуктов / Л.В. Алехина, В.А. Андреенков, В.И. Ивашов. – М.: АгроНИИТЭИ, 1991. – С. 295.

4. Производственно-технический контроль и методы оценки качества мяса, мясо-птицепродуктов: справ. под ред. В.М. Горбатова – М.: Пищевая промышленность, 1974. – С. 186.

J. Jakchnovetz, S. Gordinetz

**DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON USE OF MEAT
RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF VARIOUS GROUPS OF
MEAT PRODUCTS AT SORTING RAW MATERIAL ON pH
Summary**

In article results of studying of quality of meat raw material on a parameter pH are presented. As a result of researches on use of meat raw material recommendations are developed for manufacture of various groups of meat products at sorting raw material on pH.

*А.Л. Желудков, С.В. Акуленко, к.т.н., А.А. Бренч¹, к.т.н.
Могилевский государственный университет продовольствия,
¹Белорусский государственный аграрный технический университет,*

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В КОНСТРУИРОВАНИИ НОЖЕЙ В МАШИНАХ ДЛЯ КУТТЕРОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

В работе проанализировано влияние геометрических параметров куттерного ножа на процесс куттерования. Определены основные пути совершенствования конструкций рабочих органов машин для тонкого измельчения мясного сырья, что позволит повысить качество измельчаемого продукта и уменьшить затраты энергии на процесс куттерования. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния куттерных ножей при тонком измельчении мясного сырья в куттерах.

Введение. В мясной отрасли при производстве колбасных изделий широко применяется операция измельчения, которая оказывает существенное влияние на качество фарша и выход готового продукта. При конструировании мясорезущих машин и механизмов необходимо учитывать биологическое происхождение измельчаемого сырья, вид и количество добавок, а также особенности процесса куттерования.

Среди машин для тонкого измельчения мяса особое место занимают куттера. Рабочими органами куттера являются чаша и один или два ножевых вала с серповидными режущими ножами. На каждом валу устанавливается от трех до двенадцати ножей. Частота оборотов ножевого вала в современных куттерах фирм Нагема, Ласка, Зейдельманн, Кремер–Греббе и др. составляет до 6000 оборотов в минуту. Чаша куттера вращается с частотой ориентировочно в сто раз меньше, чем ножевой вал.

Особенностью обработки мяса в куттере является совмещение процессов интенсивного резания и перемешивания мяса, находящегося в чаше. При этом в процессе куттерования значительно увеличивается поверхность контакта белков мышечной ткани и воды, что позволяет в наибольшей степени по сравнению с другими измельчителями использовать естественную влагосвязывающую способность мяса. В процессе куттерования происходит образование также специфического водно–

жиро–белкового геля, который обеспечивает высокое качество колбасного фарша.

Качество колбасных изделий и их выход зависят от ряда факторов. Среди них особое место принадлежит тонкому измельчению мяса в куттере и температурному режиму процесса, причем на качество измельчения в значительной мере влияет форма ножей.

Процесс резания при тонком измельчении мясного сырья осуществляют на высоких скоростях режущих рабочих органов куттеров. Он сопровождается выделением большого количества теплоты, что вызывает значительное повышение температуры сырья и приводит к денатурации белков, снижению водосвязывающей способности полуфабриката и изменению структурно–механических свойств продукта, что существенно снижает качество готовых мясных изделий.

Основным требованием к любому режущему инструменту является сохранение остроты режущей части и геометрических форм рабочего органа в течение наиболее длительного времени, т.е. инструмент должен обладать достаточной жесткостью и высокой износостойкостью.

Конструктивные параметры режущих рабочих органов выбирают с учетом их работы, физического состояния разрезаемого материала, кинематики режущего органа и измельчаемого продукта, прочности и жесткости рабочего органа и других факторов.

Эти обстоятельства обуславливают необходимость точного расчета и контроля при производстве режущих инструментов с оптимальными геометрическими и механическими характеристиками.

Обоснование выбора геометрических параметров ножей. Процесс резания в куттерах отечественного и зарубежного производств осуществляется серповидными ножами, режущая кромка которых выполнена в виде кривой, построенной по определенной спирали, при этом были исследованы: спираль Архимеда с уравнением $R = a\varphi$ и логарифмическая спираль с уравнением $R = a^{\varphi}$.

Для произвольной кривой лезвия [3], описываемой в полярной системе координат уравнением $R=R(\varphi)$, и ножа, вращающегося вокруг ее полюса, общее выражение коэффициента скольжения, известное из дифференциальной геометрии, будет иметь вид

$$K_{\beta} = R \cdot \frac{d\varphi}{dR} \quad (1)$$

где φ – полярный угол; R – радиус–вектор точки лезвия.

Чтобы коэффициент скольжения не уменьшался по мере поворота лезвия, производная $\frac{d\varphi}{dR}$ должна уменьшаться не быстрее, чем растет радиус-вектор.

Выпуклое лезвие ножа, выполненное по Архимедовой спирали с уравнением $R = a\varphi$, не обеспечивает этого требования.

При анализе вышеприведенных спиралей [2], было выявлено, что постоянство коэффициента скольжения K_{β} можно достичь, очертив лезвие только логарифмической спиралью с уравнением

$$R = a^{\varphi}, \quad (2)$$

где R – радиус–вектор спирали; a – постоянный коэффициент.

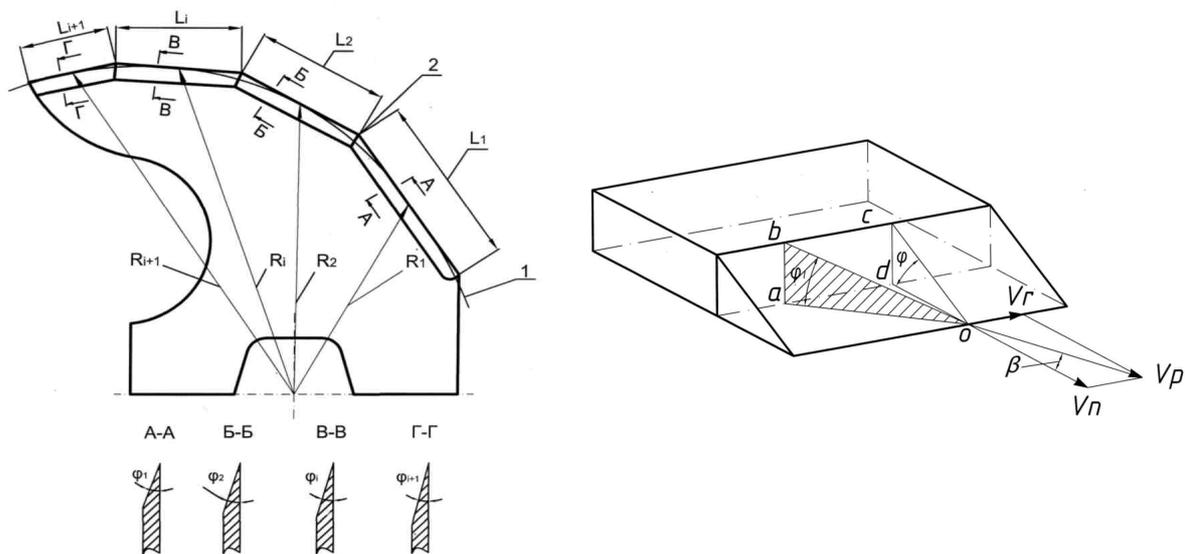
Основным недостатком ножей, выполненных по логарифмической спирали, является трудность выполнения заточки. Эта проблема решается путем выполнения режущей кромки ножа в виде ломаной линии с i -м количеством прямолинейных участков по закону логарифмической спирали (рис. 1, а).

Благодаря очертанию лезвия ножа куттера логарифмической спиралью с уравнением $R = a^{\varphi}$, достигается постоянство угла резания по всей длине режущей кромки, но из-за сложности выполнения ножей такой конструкции предлагается выполнить режущую кромку в виде ломаной линии, выполненной касательно к логарифмической спирали. Это дает возможность получить постоянство угла резания в середине каждой режущей кромки, что, в свою очередь, обеспечивает равномерность измельчения продукта по всей длине режущей кромки, это позволяет повысить качество готового продукта и эффективность работы ножа куттера.

При этом целесообразно, чтобы длина L_i каждой режущей кромки определялась из выражения

$$L_i = L_{i-1} \frac{R_{i-1}}{R_i}, \quad (3)$$

где R_{i-1} – расстояние от оси вращения ножа до середины $(i-1)$ -й режущей кромки; R_i – расстояние от оси вращения ножа до середины следующей режущей кромки.



а) Схема куттерного ножа:
 1 – логарифмическая спираль
 2 – режущая кромка

б) Схема к определению трансформации угла заточки

Рисунок 1 – Схема куттерного ножа с режущей кромкой в виде ломаной линии, построенной по закону логарифмической спирали

Использование формулы (3) позволяет соотнести геометрические размеры куттерного ножа и тем самым уменьшает длину каждого следующего прямолинейного участка режущей кромки, что снижает гидравлическое сопротивление, а также затраты энергии на процесс куттерования. Это дополнительно улучшает качество готового продукта и повышает эффективность работы куттера.

Кроме того, при резании волокнистых материалов необходимо, чтобы давление в зоне контакта режущей кромки и продукта не уменьшалось с увеличением расстояния от оси вращения, а наоборот, увеличивалось. Этот эффект может быть достигнут за счет уменьшения угла заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки либо путем увеличения угла встречи режущей кромки с продуктом. При использовании ножа с серповидной режущей кромкой второй путь более практичен и осуществляется путем увеличения угла встречи по мере роста расстояния от оси вращения до режущей кромки. Однако это ведет к увеличению боковой поверхности ножа, что приводит к более интенсивному повышению температуры фарша во время процесса куттерования.

В то же время использование ножей с ломаной режущей кромкой позволяет уменьшать угол заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки (рис. 1, а).

При движении лезвия нормально относительно своей режущей кромки определение величины угла заточки производится исходя из обычного представления о геометрии лезвия в статическом состоянии. Нетрудно убедиться, что в процессе резания со скольжением угол заточки в направлении резания меняет свое значение – уменьшается в зависимости от угла скольжения β . Иными словами, переходя от представления о статической геометрии лезвия к представлению о его кинематической геометрии, мы сталкиваемся с явлением трансформации угла заточки.

На рис. 1, б представлена схема лезвия с углом заточки φ , равным φ . При проникновении лезвия в материал нормально, т.е. по направлению V_n , указанный угол будет равен замеренному статически. В случае, когда лезвие станет проникать в материал под некоторым углом β к нормали, т.е. в направлении V_p , угол заточки должен быть замерен на плоскости, проходящей через это направление, т.е. будет равен углу aob , равным φ_1 .

Закономерность изменения угла заточки φ_1 в зависимости от изменения угла β может быть определена следующим образом:

$$tg\varphi_1 = \frac{ab}{ao}; \quad tg\varphi = \frac{dc}{do} = \frac{ab}{do};$$

$$tg\varphi_1 \cdot ao = tg\varphi \cdot do; \quad \frac{do}{ao} = \cos\beta.$$

Выражаем $tg\varphi_1$:

$$tg\varphi_1 = tg\varphi \cdot \cos\beta \quad (4)$$

Выражение (4) показывает закономерность изменения угла заточки φ_1 , в зависимости от изменения угла встречи β . Поэтому для уменьшения лобового сопротивления внедрения лезвия ножа в продукт необходимо выполнять режущую кромку с углом заточки, проходящим через плоскость aob .

В результате исследований влияния геометрических параметров ножа на процесс резания была разработана новая конструкция куттерных ножей (рис. 2).



Рисунок 2 – Фотография головки куттера с ножами, режущая кромка которых выполнена в виде ломаной линии, построенной по закону логарифмической спирали

Новая конструкция куттерного ножа обладает рядом преимуществ по сравнению с серийно выпускаемыми ножами:

- обеспечивается равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки;

- за счет трансформации угла заточки снижается лобовое сопротивление внедрения лезвия ножа в продукт;

- уменьшение угла заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения ножа до прямолинейного участка режущей кромки позволяет уменьшить длину режущей кромки, что приводит к уменьшению боковой поверхности ножа и снижению темпа роста температуры обрабатываемого продукта.

При работе ножей в куттерах происходит совмещение процессов резания, смятия и перемешивания мяса, находящегося в чаше. Такие ножи находятся в условиях сложного напряженного состояния. По данным некоторых исследователей давление q на плоскости серповидного ножа составляет 7,5 кПа [1].

Исследование напряженно-деформированного состояния ножа проводили теоретически и экспериментально.

При теоретическом исследовании применяли метод конечных элементов с использованием пакета прикладных программ на ЭВМ. В этом случае была получена распечатка полей напряжения и деформаций по всей плоскости ножа. Из анализа полученных данных видно, что

главные напряжения σ изменялись от нуля до 30 МПа в месте возле посадки на вал.

Для экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния использовались ножи новой конструкции с режущей кромкой в виде ломаной линии, выполненной касательно к логарифмической спирали, разработанные для куттера типа ФК-50.

Плоскость ножа разбивалась на 50 элементов (площадок) в которых определяли напряжение и деформацию. Для проведения испытаний использовали тензодатчики с базой равной 5 мм. Тензодатчики с такой базой измерений являются высокоточными. Для измерения показаний использовали цифровую тензостанцию. Показания по каждому тензодатчику оценивали в среднем по результатам десяти испытаний.

Очевидно, что создать равномерное давление 7,5 кПа на плоскости ножа в искусственных условиях весьма трудно, поэтому исходили из следующих допущений. Прикладывали в центре тяжести ножа сосредоточенную нагрузку P , равную 170 Н:

$$P = qS,$$

где S – площадь ножа, м^2 ; q – давление на плоскости ножа, Па.

Из теоретических исследований напряженно-деформированного состояния куттерного ножа видно, что максимальное напряжение создается в месте посадки ножа на вал. Поэтому очевидно, что для определения максимальных напряжений тензодатчики необходимо располагать в опасной точке у посадочного отверстия. Схема расположения тензодатчиков представлена на рис. 3.

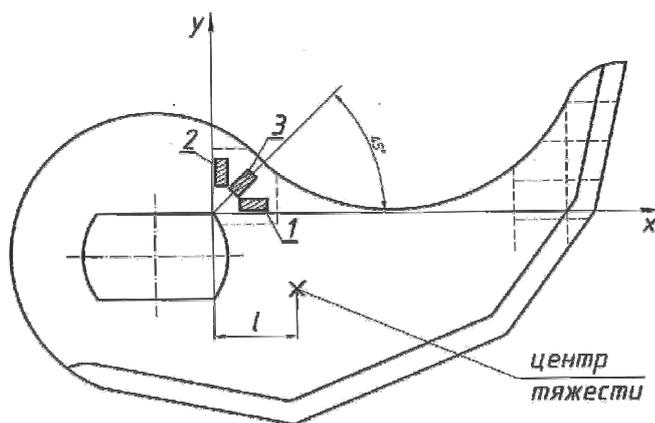


Рисунок 3 – Схема расположения тензодатчиков на плоскости ножа

Очевидно, что в рассматриваемой точке необходимо определить три величины: главные напряжения σ_1 , σ_2 и угол α , который образует напряжение σ_1 с произвольно выбранной осью X (рис. 4).

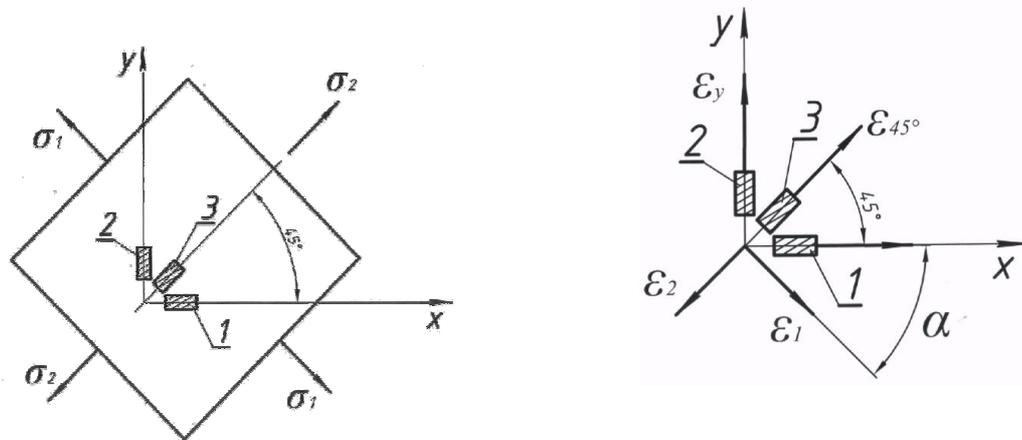


Рисунок 4 – Схема измерения напряжений и относительных деформаций в опасной точке

Для определения напряжения и относительных деформаций, связанных между собой, пользовались обобщенным законом Гука. Главное растягивающее напряжение определяется по формулам:

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2), \quad (5)$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1), \quad (6)$$

где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости, МПа; ε_1 и ε_2 – главные деформации, м.

Для определения главных деформаций использовали известные выражения из теории прочности:

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} + \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{2 \cos 2\alpha}, \quad (7)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} - \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{2 \cos 2\alpha}. \quad (8)$$

Угол α определяются из выражения:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y - 2\varepsilon_{45^\circ}}{\varepsilon_x - \varepsilon_y}. \quad (9)$$

По результатам испытаний получили следующие средние значения деформаций:

$$\varepsilon_x = 120 \cdot 10^{-6} \text{ м}; \quad \varepsilon_y = -40 \cdot 10^{-6} \text{ м}; \quad \varepsilon_{45} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

Из выражения (9) получаем значение угла α :

$$\alpha = 3,56^\circ.$$

Из выражений (7) и (8) имеем:

$$\varepsilon_1 = 120,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}; \quad \varepsilon_2 = -40,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

Тогда по выражениям (5) и (6) получаем:

$$\sigma_1 = 23,82 \text{ МПа}; \quad \sigma_2 = -0,98 \text{ МПа}.$$

Сравнение теоретического и экспериментального исследований ножа дают основание для точной оценки напряженно–деформированного состояния режущего инструмента, это позволяет утверждать, что ножи новой конструкции находятся в условиях равнопрочного состояния.

Заключение. Анализируя геометрические факторы, влияющие на процесс куттерования мясного сырья, была предложена новая конструкция куттерного ножа с ломаной режущей кромкой. Использование данной конструкции ножей позволяет получить ряд преимуществ по сравнению с известными ножами:

- обеспечивается равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки;
- за счет трансформации угла заточки снижается лобовое сопротивление внедрения лезвия ножа в продукт;
- уменьшение угла заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения ножа до прямолинейного участка режущей кромки позволяет уменьшить длину режущей кромки, что приводит к уменьшению боковой поверхности ножа и снижению темпа роста температуры обрабатываемого продукта.

Литература

1. Бояршинов, С.В. Основы строительной механики машин / С.В. Бояршинов –М., 1973. – С. 455.
2. Груданов, В.Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В.Я. Груданов. – Могилев, 2006. – С. 288.

3. Груданов, В.Я. Новые куттерные ножи для измельчения мясного сырья. / В.Я. Груданов, И.Д. Иванова, А.А. Бренч // Мясная промышленность. –2003. –№ 4. – С. 33–35.

4. Даурский, А.Н. Резание пищевых материалов. / А.Н. Даурский, Ю.А. Мачихин – М., 1980. – С. 240.

5. Пелеев, А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А.И. Пелеев – М., 1971. – С.519

6. Предтеченский, Н.А. Механическое оборудование предприятий общественного питания: учеб. для технолог. фак. торг. вузов / Н.А. Предтеченский; под. ред. В.Н. Шувалова, изд. 3-е перераб. и доп. –М.: Экономика, 1975. –224 с.

A. Zheludkov, S. Akulenko, A. Brench

NEW DIRECTION IN DESIGNING OF KNIFES IN CARS FOR CUTTING MEAT RAW MATERIALS

Summary

In work influence of geometrical parametres cutting a knife on process cutting is analysed. The basic ways of perfection of designs of working bodies of cars for thin crushing of meat raw materials that will allow to raise quality of a crushed product are defined and to reduce expenses of energy for process cutting. Results theoretical and experimental researches of the is intense-deformed condition cutting knives are resulted at thin crushing of meat raw materials in cutting machines.

*Ж.Д. Жайлаубаев, к.т.н.
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский
институт переработки сельскохозяйственной продукции»*

НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА И КОНДУКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВРАЩЕНИИ ЛОПАСТЕЙ

Исследована взаимозависимость процессов, протекающих в аппаратах между перегревом вскипания и скоростью циркуляции в контуре. Установлено, что скорость циркуляции зависит от величины перегрева, а величина нагрева от особенности технологического режима работы аппарата. В циркуляционном контуре аппарата с вращающимися лопастями в зоне кипения правильный выбор геометрических параметров в значительной мере определяет эффективность работы аппарата, разработки математической модели процессов, протекающих в процессе кипения. Сопоставления с экспериментальными данными на установке, оснащенной варочным аппаратом вынесенной зоной кипения, являются интенсификацией теплообмена путем нагревания.

Применение тепломассообменных аппаратов должно постоянно расширяться по ряду технологических показателей, где имеют несомненные преимущества перед кондуктивными аппаратами принудительной циркуляции [1]. Решение этой задачи с помощью полуэмпирических зависимостей, полученных большого объема экспериментальных работ на установках и обобщения опыта эксплуатации промышленных установок послужило основой для внедрения в практику тепломассообменных аппаратов. Сложность и взаимозависимость процессов, протекающих в аппаратах рассматриваемого типа. Является между перегревом вскипания и скоростью циркуляции в контуре: скорость циркуляции зависит от величины перегрева, а величина нагрева от особенности технологического режима работы аппарата и т.п.

При разработке метода расчета аппаратов условие осложняется тем, что полученные зависимости теплоэнергетиками относятся в основном к воде при давлениях, в то время как аппараты с естественной циркуляцией используются для упаривания компонентов сырья мясокостной муки. Поэтому одной из целей нашей работы является проверка возмож-

ности использования зависимостей, полученных в области тепломассообмена, в условиях работы варочных аппаратов.

Одним из важнейших элементов циркуляционного контура аппарата с вращающимися лопастями в зоне кипения является правильный выбор геометрических параметров которой в значительной мере определяет эффективность работы аппарата, разработка математической модели процессов, протекающих в процессе кипения.

На аппарате в процессе кипения выделяется многожировая эмульсия при большей температуре кипения T и давлении P с условиями:

- процесс перемешивания;
- термодинамическое равновесие между жидкой и паровой фазой;
- течение среды можно рассматривать как одномерное.

В этом случае уравнение движения на произвольном элементарном участке длиной объемно расположенной аппарате кипения может быть записано в следующем виде:

$$\frac{dP}{dZ} = g[p^1 - (p^1 - p^1)\varphi] - \frac{dp_{tp}}{dZ} - \frac{1}{f} \frac{d}{dZ} (G^1\omega + G^1\omega). \quad (1)$$

здесь dp – изменение давления на длине dz ; g – ускорение силы тяжести; p, p^1 – плотности жидкой и паровой фаз; φ – истинное объемное паросодержание; dp_{tp} – потери давления на трение; f – площадь емкости; $G \setminus G^1$ – массовые расходы жидкой и паровой фаз; ω – истинные средние по сечению скорости жидкой и паровой фаз; z – текущая координата при отсчете вскипания.

Для определения потерь давления на трение между частицами в процессе движения воспользуемся эмпирическим уравнением [2]:

$$\frac{dp_{tp}}{dZ} = \zeta \frac{GO^2}{2pf^{2d}} \left[1 + 1,5 \left(\frac{P^1}{P} - 1 \right) \right], \quad (2)$$

где d – диаметр емкости вскипания; коэффициент трения ζ вычисляется по тем же уравнениям, что и для течения жидкости с массовым расходом $GO = G^1 + G^2$.

Уравнение (2) получено при обработке экспериментальных данных для давлений больше 1 МПа.

Для определения истинного объемного паросодержания можно воспользоваться формулой

$$\varphi = \frac{1}{1 + S \frac{1-\beta}{\beta}}, \quad (3)$$

где $S = \frac{\omega}{\omega}$ – коэффициент скольжения; $\beta = \frac{V}{V+V^2}$ – паросодержание; V, V^2 – объемные расходы жидкости и пара.

Для определения коэффициента воспользуемся эмпирическим уравнением [3]:

$$S = 1 + \frac{13,5 \left(1 - \frac{P}{P_{kp}} \right)}{Fr^{5/12} Re^{1/6}} \quad (4)$$

(P_{kp} – критическое давление исследуемой жидкости).

$$Fr_0 = \frac{G_0^2}{p^2 f^2 g d};$$

$$Re_0 = \frac{G_{0d}}{p' f v'};$$

где v' – кинематический коэффициент вязкости жидкости.

Уравнение (4) в работе [3] получено при обработке экспериментальных данных для давлений больше 1 МПа.

Используя уравнения (2)-(4), определения истинных средних по сечению скоростей жидкой и паровой фаз

$$\omega = \frac{G'}{p' f (1-\varphi)};$$

$$\omega = \frac{G''}{p'' f \varphi};$$

уравнение баланса массы

$$G^1(z) + G^2(z) = G_0 = \text{const} \quad (5)$$

и энтальпии

$$G_0 [i^1(z_0) - i^1(z)] = [i^2(z_0) - i^2(z)] G^2. \quad (6)$$

которое, с учетом определения энтальпии через теплоемкость и температуру примет следующий вид:

$$G^2(z) = \frac{c^2 [T_0 - T(z)]}{r} G_0, \quad (7)$$

а также уравнение Клайперона – Клаузиса

$$P = P_c e^{-\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_c} \right)}, \quad (8)$$

Клайперона – Менделеева

$$p'' = \frac{\mu P}{RT}. \quad (9)$$

Уравнение (1) для условий работы варочного аппарата можно преобразовать к виду

$$\frac{(B - E_1 T)(P^2 - \sigma) dP}{P dz} = \frac{\mu g}{RT_c} [(S - \omega_1 M E_1) P^2 + \omega_1 (M B - N E_1) P + N \omega_1 B] \quad (10)$$

В уравнениях (6)–(10) приняты обозначения: T_c , P_c – температура кипения и давление в аппарате, R – универсальная газовая постоянная; ΔH – энтальпия фазового перехода; μ – молекулярная масса; $P=P(z)$, $T=T(z)$ – текущие давление и температура; i^1 , i^2 – удельные энтальпии жидкой и паровой фаз; r – теплота парообразования; c^1 – теплоемкость продукта;

$$\omega_1 = \frac{\omega RT_c}{\mu g}; \quad \omega = \zeta \frac{G_0^2}{2 p' f^2 d};$$

$$\sigma = \frac{G_0^2 B R T_c}{f^2 \mu S}; \quad M = 1 - 1,5 \frac{p' R T_c E}{\mu};$$

$$E = \frac{c^1 R T_c}{r \Delta H P_0}; \quad B = \frac{c^1}{r} \left(\Delta T_c + \frac{R T_c^2}{\Delta H} \right);$$

$$\Delta T_c = T_c - T_0;$$

c^1 – теплоемкость жидкости; r – теплота испарения; T_0 – температура жидкой фазы.

Уравнение (10) является дифференциальным уравнением удовлетворяющее условию давления в кипении

$$P(Z)_{z=z_0} = P_c e^{-\frac{\Delta h}{R T_c T_0} \Delta T_c} \quad (11)$$

(z_0 – координата начала вскипания)

Полученное уравнение (11) позволяет определить зоны кипения в зависимости от параметров процесса работы варочного аппарата.

Результаты расчетов по модели сопоставлялись с экспериментальными данными на установке, оснащенной варочным аппаратом вынесенной зоной кипения, при исследовании метода интенсификации теплообмена путем нагревания.

Сравнение расчета с экспериментом показывало, что модель дает значения производительности установки при обычном режиме работы в процессе нагревания. Этот эффект связан с равновесным характером кипения в аппарате, который в значительной мере устраняется при использовании для процесса кипения острых паров.

Литература

1. Кутепов, А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании / А.М. Кутепов, Л.С. Стерман, И.Г. Стюшин – М.: Высшая школа, 1983. – 448 с.
2. Миропольский, З.Л. Паросодержание при напорном движении пароводяной смеси с подводом тепла в адиабатических условиях / З.Л. Миропольский, Р.И. Шкарова, А.И. Карамышева // Теплоэнергетика. –1971. –№ 5. – С. 60–63.

Zh. Zhailaubaev

A HYDRODYNAMICS UNSTATIONARITY OF A STREAM AND CONDUCTIVITY A HEAT EXCHANGE DURING A ROTATION OF BLADES

Summary

An interdependence of the processes proceeding in devices between an overheat of boiling up and the speed of circulation in a contour: a speed of circulation depends on overheat size, and size of heating depends from feature of a technological operating mode of the device. In a circulating contour of the device with rotating blades in a boiling zone the correct choice of geometrical parametres appreciably defines an overall performance of the device, working out of mathematical model of the processes proceeding in the course of boiling. Comparisons with experimental data on the installation which equipped with the cooking device by the taken out zone of boiling, are an intensification of heat exchange by heating.

Статья публикуется в редакции автора.

Ж.Д. Жайлаубаев, к.т.н.

Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции»

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ЖИРА ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ДВИЖЕНИИ СРЕДЫ В АППАРАТЕ

При деформировании твердых дисперсных тел в процессах термообработки в теле возникают внутренние напряжения, вызывающие деформации сжатия и деформации сдвига. Внутренние напряжения создаются внешними силами и изменениями температуры, влагосодержания и общего давления в объеме тела в процессе нагрева пищевых продуктов. Полученная замкнутая система уравнений описывает нестационарные градиентные поля температуры, влагосодержания, избыточного давления и упругопластических деформаций, а уравнения характеризуют напряжено-деформированное состояние материала в процессе термообработки тепломассообменных аппаратах в производстве переработки пищевых продуктов.

При усилении деформирования твердых дисперсных тел в процессах термообработки в теле возникают внутренние напряжения, вызывающие деформации сжатия и деформации сдвига. Внутренние напряжения создаются внешними силами и изменениями температуры, влагосодержания и общего давления в объеме тела в процессе сушки, варки, нагрева пищевых продуктов.

Полагая влажное тело изотропным, независимые компоненты тензора напряжений можно выразить тремя инвариантами: $\sum_1 \sigma_{kk}$, $\sum_2 \sigma_y \tau_y$, $\sum_3 \det(\sigma_y)$ и представить термодинамический потенциал как функцию $\Phi(\Sigma_1, \Sigma_2, T, \omega)$. Разложим Φ в ряд Тейлора только по степеням σ_{ij} полагая коэффициенты зависящими от температуры и влагосодержания. Для малых деформация можно учесть влияние температуры, влагосодержания и общего давления при линейном соотношении между тензором деформаций и тензором напряжений. При этом условии достаточно сохранить в разложении Φ члены ряда не выше второго порядка малости относительно σ_{ij} .

$$\partial(\Sigma_1, \Sigma_2, T, \omega) = \partial_0 + \frac{\partial \partial_0}{\partial \Sigma_1} \Sigma_1 + \frac{\partial \partial_0}{\partial \Sigma_2} \Sigma_2 + \frac{\partial^2 \partial_0}{\partial \Sigma_1^2} \frac{\Sigma_1^2}{2}, \quad (2)$$

где $\Phi(0,0,T,\omega)$ – термодинамический потенциал единицы объема при отсутствии напряжений.

Обобщая представления теории термоупругости /1/ на случай мас-сотермической упругопластичности при сушке, вместо (2) получаем выражение термодинамического потенциала в явном виде:

$$\partial = -\frac{1}{2} \frac{\sigma_{ij}^2}{2G(1-\omega)} + \frac{1}{6} \frac{1}{2G(1-\omega)} \sigma_{kk}^2 - \sigma_{kk} \left(\alpha_T \vartheta + \beta_\omega \eta + \frac{1}{E_0} p \right) + \int_{T_0}^T dT \int_{T_0}^T \frac{\rho_0 c_{\omega, \sigma=0}}{T} dT \quad (3)$$

где ϑ , η , p – изменения соответственно температуры ($\vartheta = T - T_0$), влаго-содержания ($\eta = \omega - \omega_0$), общего давления ($p = P - P_0$).

На основании уравнения (1) и (3) находим равные выражения энтропии, химического потенциала поглощенной влаги и соотношение между тензором деформаций и тензором напряжений:

$$S = \frac{\sigma_{ij}^2}{2} \frac{\partial}{\partial T} \left[\frac{1}{2G(1-\omega)} \right] + -\frac{\sigma_{kk}^2}{6} \frac{\partial}{\partial T} \left[\frac{1}{2G(1-\omega)} - \frac{1}{E_0} \right] + \sigma_{kk} \frac{\partial}{\partial T} \left(\alpha_T \vartheta + \beta_\omega \eta + \frac{1}{E_0} p \right) + \int_{T_0}^T \frac{\rho_0 c_{\omega, \sigma=0}}{T} dT, \quad (4)$$

$$\rho_0 \mu = \frac{\sigma_{ij}^2}{2} \frac{\partial}{\partial \omega} \left[\frac{1}{2G(1-\omega)} \right] + -\frac{\sigma_{kk}^2}{6} \frac{\partial}{\partial \omega} \left[\frac{1}{2G(1-\omega)} - \frac{1}{E_0} \right] + \sigma_{kk} \frac{\partial}{\partial \omega} \left(\alpha_T \vartheta + \beta_\omega \eta + \frac{1}{E_0} p \right), \quad (5)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{2G(1-\omega)} - \frac{1}{3} \left[\frac{1}{2G(1-\omega)} - \frac{1}{E_0} \right] + \sigma_{kk} \delta_{ij} \left(\alpha_T \vartheta + \beta_\omega \eta + \frac{1}{E_0} p \right) \delta_{ij}, \quad (6)$$

где ω – определяемая экспериментально функция обобщенной деформации /2/, равная нулю в области упругих деформаций.

Для систем, в которых протекают необходимые процессы деформирования, тепломассопереноса и фазовых превращений, уравнение баланса энтропии в энергетическом представлении имеет вид /3/

$$T \frac{\partial S}{\partial \tau} = -d_j v_j - \mu \frac{\partial p}{\partial \tau} + I_q \quad (7)$$

После преобразований (7) с помощью выражений (4) и (5) и значений

$$\bar{j}_q = -\lambda_q \text{grad}T, \quad \frac{\partial p}{\partial \tau} = p_0 \frac{\partial \omega}{\partial \tau}$$

находим уравнение теплопроводности высушиваемого нагретого тела

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \gamma \text{div}(a_q \text{grad}T) + (\gamma - 1) \frac{\beta_\omega}{\alpha_T} \frac{\partial \omega}{\partial \tau} + \frac{\gamma - 1}{\alpha_T E_0} \frac{\partial p}{\partial \tau} - \frac{\gamma - 1}{3d_T} \text{div} \frac{\partial U}{\partial \tau} + \frac{I_q^*}{p_0 c_{\omega, \varepsilon=0}}$$

Уравнение (8) получено в линейном приближении относительно деформаций и управлением движения деформируемого при сушке нагретого тела /4/

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} = \text{div} \left(a_m \text{grad} \omega + a_m \delta \text{grad} T + \frac{k_p}{p_0} \text{grad} p \right), \quad (9)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \tau} = \text{div}(a_m \text{grad} p) - \frac{\varepsilon_\omega \partial \omega}{C_B \partial T}, \quad (10)$$

и уравнение движения деформируемого при сушке нагретого тела /2/

$$\frac{\partial \sigma_y}{\partial \tau} + F_1 - p \frac{\partial^2 u_1}{\partial \tau^2} = 0 \quad (i, j = 1, 2, 3) \quad (11)$$

Представим уравнение (11) в перемещениях части u_i . Для этого из (6) получим соотношение между σ_{ij} и ε_{ij}

$$\sigma_{ij} = 2G(1 - \omega)\varepsilon_{ij} + \frac{1}{3}[E_0 - 2G(1 - \omega)]E_{kk} \delta_{ij} - \left(\alpha_T \vartheta + \beta_m \eta + \frac{1}{E_0} p \right) \delta_{ij} \quad (12)$$

и с помощью формул

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right), \quad (13)$$

соотношений (12) заменим в (11) компоненты тензора σ_{ij} компонентами вектора перемещений U_i . После преобразования запишем уравнение движения в векторной форме

$$\begin{aligned} \sigma_{ij} &= 2G(1 - \omega)\nabla^2 \vec{u} + \frac{1}{3}[E_0 - G(1 - \omega)]\text{grad} \text{div} \vec{u} + 2\text{grad}G(1 - \omega)\dot{I}_\varepsilon + \\ &\frac{1}{3}\text{grad}[E_0 - 2G(1 - \omega)]\text{div} \vec{u} - \text{grad}E_0 \left(\alpha_T \vartheta + \beta_m \eta + \frac{1}{E_0} p \right) + \vec{F} - p \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial \tau^2} = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Таким образом, полученная нами замкнутая система уравнений (8)–(10); (14) описывает нестационарные градиентные поля температуры, влагосодержания, избыточного давления и упругопластических деформаций, а уравнения (12) и (13) характеризуют напряженно-деформированное состояние материала в процессе термообработки тепломассообменных аппаратах в производстве переработки пищевых продуктов.

E_{ij} – компоненты тензора деформаций, λ_{ij} – компоненты тензора напряжений, δ_{ij} – символ Кронекера, τ – время, I – мощность распределенных источников тепла, g и g – плотность влажного абсолютно сухого тела, удельная теплоемкость при отсутствии напряжений и при отсутствии деформаций, G – модуль деформации сдвига, E_0 – объемный модуль упругости, средний коэффициент линейного теплового расширения, α – средний коэффициент линейной усадки, отношение удельной теплоемкости тела при отсутствии напряжений к удельной теплоемкости при отсутствии деформаций (показатель политропы процесса сушки).

Литература

1. Коваленко, А.Д. Термоупругость / А.Д. Коваленко. – Киев: Вища школа, 1975. – 216 с.
2. Лыков, А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Т.А. Михайлов – М.: Л.Госэнергоиздат, 1963. – 535с.
3. Паттерман, С. Гидродинамика сверхтегучей жидкости / С. Паттерман – М.: Мир, 1978. – 520с.
4. Абраменко, А.Н. Теплообмен при испарении и кипении жидкости в пористых телах / А.Н. Абраменко [и др.] // Инж.физ.журн., 1982, т.42, № 2. – С. 218–227.

Zh. Zhailaubaev

PECULIARITY OF HEAT EXCHANGE IN A FORCED CONVECTION OF FAT IN THE TURBULENT FLOW ENVIRONMENT IN THE APPARATUS

Summary

In the deformation of the solid dispersed bodies during the heat treatment process in the body there are internal stresses that cause deformation of compression and shear deformation. The internal stresses created by external

forces and changes of a temperature, moisture content and the total pressure in the volume of the body in the process of heating food. An obtained closed system of equations describes the time-varying gradient fields of temperature, moisture content, pressure and elastic deformation, and the equations describe the stress strain state of material in heat treatment of heat and mass exchange apparatus in the production of food processing.

*О.В. Дымар, к.т.н., С.А. Гордынец, И.В. Калтович
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ТОПЛЕННЫХ ЖИРОВ

В статье представлен обзор единых требований, предъявляемых к основному сырью и технологическим процессам производства пищевых топленых жиров, а также рассмотрены достоинства и недостатки различных технологий их производства как у нас в стране, так и за рубежом.

В настоящее время пищевые топленые жиры занимают значительную долю ассортимента предприятий мясоперерабатывающей промышленности, а также находят широкое применение в пищевой и парфюмерно-косметической промышленности. Пищевые животные жиры применяются преимущественно для кулинарных целей, приготовления жировых смесей (маргарина, сборного жира), при производстве колбасных изделий, консервов, кондитерских изделий, вторых готовых быстрозамороженных блюд и т.д. Кроме того, высокая эмульгирующая способность и сравнительно низкая температура плавления обуславливают применение костного пищевого жира в качестве жирового компонента при выработке заменителей цельного молока для сельскохозяйственных животных. В парфюмерно-косметической промышленности пищевые животные жиры также используют для производства туалетного мыла, кремов и жирных кислот [1-3].

Широкое использование пищевых топленых жиров в различных отраслях промышленности и отсутствие ТНПА на производство этих продуктов в нашей стране затрудняет оценку качества и сдерживает экспортные поставки данного вида продукта.

Цель данной работы – обзор единых требований, предъявляемых к основному сырью и технологическим процессам производства пищевых топленых жиров, а также рассмотрение достоинств и недостатков различных технологий их производства как у нас в стране, так и за рубежом.

В связи с поставленной целью основными задачами являются:

- обзор номенклатуры и классификации сырья для производства пищевых топленых жиров;
- обзор требований к основному сырью для производства пищевых топленых жиров;
- обзор достоинств и недостатков различных технологий, применяемых для производства пищевых топленых жиров;
- обзор основных установок для производства пищевых топленых жиров.

Методами достижения поставленной цели и задач является анализ различных литературных источников по производству пищевых топленых жиров как у нас в стране, так и за рубежом.

Основным сырьем для выработки пищевых жиров являются жировая ткань (жир-сырец) и кость, получаемая при убое и разделке туш, а также в субпродуктовом, кишечном, колбасном и консервном цехах и допущенная ветеринарно-санитарным надзором для переработки на пищевые цели [1].

Жир-сырец подразделяют на говяжий, свиной и бараний, а с учетом особенностей подготовки – на две группы. К I группе относятся: сальник, выстилающий брюшную полость, а также околопочечный, брыжеечный жир; жировая обрезь, направленная из колбасного и консервного цехов от всех видов сырья; жировая ткань говяжья – щуповая, подкожная (получаемая при зачистке туш), с ливера, хвоста, вымени, головы (с заушных и височных впадин), жирное вымя молодняка; свиная обрезь свежего шпика, от зачистки туш, с калтыка и ливера; бараний околосердечный жир, жировая обрезь от зачистки туш, с ливера, калтыка, хвоста, курдюк свежий. Ко II группе относятся: жир-сырец с желудка; обрезь при ручной обрядке шкур; кишечный жир, получаемый при обезжиривании кишок вручную; соленый и мездровый пшик, получаемый при машинном мездрении свиных шкур. Из птичьих жиров используют сальник, жир кишечный и жир с желудков.

Костные пищевые жиры вырабатывают из костей всех видов животных после обвалки мясных туш в колбасном и консервном цехах, из голов и ног, если их не используют для производства полуфабрикатов, и пищевых бульонов. Костный жир получают также из костного остатка после механической дообвалки говяжьих, свиных и бараньих костей.

К основному сырью для производства пищевых топленых жиров применяется ряд требований. Мягкое жирсырье можно хранить в течение 2–3 сут при плюсовых температурах, близких к нулю, с достаточным воздухообменом или в замороженном или консервированном солью (8–10% к массе сырья) виде в течение 3–4 мес. Жирсырье не должно быть загрязнено кровяными сгустками, остатками содержимого кишок и желудка, случайными примесями, прирезами мышечной ткани и желез.

Подобно мягкому жирсырью кость легко портится под влиянием микроорганизмов, поэтому ее необходимо передавать в переработку свежей, чистой и освобожденной от мясных остатков не позднее 4–6 ч после обвалки. При необходимости кость можно хранить до переработки в сухих, темных и хорошо вентилируемых помещениях при низких плюсовых температурах, но качество жира окажется ниже, чем из сырья без хранения.

Основными подготовительными операциями перед вытопкой жира при производстве пищевых топленых жиров являются сортировка и освобождение от нежелательных примесей (оборка), предварительное измельчение и промывка, охлаждение, стекание и тонкое измельчение.

Извлечение жира является важнейшей стадией технологического процесса производства пищевых животных жиров, влияющей на выход и качество получаемого жира [4].

Жир из жирсырья выделяют следующими способами: вытопкой, экстракцией, гидромеханическим, гидролизным.

Вытопка – тепловой метод извлечения жира. Достоинство вытопки – ее простота, возможность применения несложных технических средств. Но этот метод экономичен только в том случае, если используются технически совершенные установки непрерывного действия с кратким производственным циклом и максимальным выходом качественного жира.

Экстракция – извлечение жира из сырья летучими растворителями. Этот метод позволяет практически полностью обезжирить сырье. Однако его применение требует тщательной очистки жира и обезжиренного жирсырья от остатков растворителя, а также регенерации самого растворителя. Это требует специальной и сложной аппаратуры, поэтому в мясной промышленности практически не применяется. Процесс харак-

теризуется пожароопасностью и отрицательно влияет на окружающую среду.

Извлечение жира *гидромеханическим (импульсным)* методом основано на использовании высокоскоростных механических импульсов и кавитационных явлениях, возникающих при быстром движении рабочего органа и машины и обрабатываемого сырья в водной среде. Этот метод целесообразен для извлечения жира из трубчатой кости при ее использовании на выработку клея и желатина, пригоден и для извлечения жира из мягкого жирсырья.

При использовании *электроимпульсного метода* извлечение жира из сырья происходит без разрушения самой кости. Жир извлекается из кости с помощью искровых разрядов конденсаторов в воде.

Для обработки некоторых видов жира-сырца, отличающихся содержанием большого количества плотной соединительной ткани, например, мездрового жира, межсосковой части свиной шкуры и т.п., существуют методы, предусматривающие обработку химическими реагентами, а также ферментами. Извлечение жира происходит в результате того, что белки жировой ткани разрушаются (растворяются) горячей щелочью, и жир таким образом выделяется из жировых клеток. Жир, получаемый этим методом, высокого качества (в/с и I с), белого цвета, без постороннего привкуса и запаха. Выход жира составляет 60% к весу сырья. Основным недостатком гидролизного способа является то, что жир не стоек, и, кроме того, шквару нельзя использовать на кормовые цели.

Наибольшее распространение в мясной промышленности получил тепловой метод извлечения жира из жира-сырца – вытопка, которая осуществляется мокрым и сухим способами [4].

Мокрый способ вытопки жира-сырца заключается в том, что в процессе переработки жир-сырец находится в непосредственном соприкосновении с водой или острым паром. Сухой способ вытопки предусматривает кондуктивный нагрев жира-сырца за счет контакта с греющей поверхностью. Преимуществом сухого способа вытопки является возможность безотходной переработки жира-сырца. К недостаткам следует отнести большие энергозатраты и возможность снижения органолептических показателей вытопленного жира (появления поджаристого вкуса, запаха и цвета с коричневым оттенком), необходимость в допол-

нительном обезжиривании шквары (прессованием или центрифугированием).

На предприятиях мясной промышленности для вытопки жира из мягкого жирсырья применяются установки непрерывного и периодического действия. Во первых, процесс извлечения проходит в непрерывном потоке, когда частицы жира-сырца в ходе обработки перемещаются из одного аппарата в другой и от стадии к стадии. К таким установкам относят линию РЗ-ФВТ-1, «Титан», «Де-Лаваль-Центрифлоу», «Центрифлоу-Майонор», ЯЗ-ФПТ, «Шарплес».

При вытопке жира на установках периодического действия процесс извлечения протекает в одном аппарате, в котором также осуществляются и другие стадии технологического процесса. Выплавка жира из мягкого жирсырья в аппаратах периодического действия неэкономична, этот способ используется для выплавки жира из кости, причем процесс можно вести как при атмосферном, так и при избыточном давлении.

Вытопка сухим способом при атмосферном давлении в открытых котлах – наиболее простой метод получения пищевого топленого жира. Этот способ вытопки жира в основном применяют при небольших объемах жира-сырца.

Для вытопки жира при атмосферном давлении используют варочные котлы различных конструкций (К7-ФВА, КВ-600). В открытых котлах невозможно полностью извлечь жир из жирсырья. В шкваре, остающейся после вытопки, содержится до 20% жира, который приходится извлекать дополнительно, что требует материальных затрат и специального оборудования [5].

При избыточном давлении жир вытапливают в том случае, если перерабатывают неизмельченный малоценный жир-сырец (мездровой жир, межсосковую часть свиной шкуры) или когда необходимая степень обезжиривания может быть достигнута только при высокой температуре (выделение жира из жира-сырца, полученного от скота тощей категории упитанности, из шквары после вытопки в открытых котлах).

Для извлечения жира из кости мокрым способом используется линия Я8-ФБ, а сухим – линии Я8-ФЛК, Я8-ФЛК-2-К, установки фирмы «Атлас» (Дания), способ «Элькрак» (Германия), сущность которого заключается в воздействии низкочастотных импульсов высокого напряжения на измельченное сырье с одновременным умеренным нагревом.

Кроме того, для переработки кости используются линии комплексной переработки кости «Спомаш» (Польша), «Лильдаль» (Дания), линия фирмы «Berlin Consalt» (Германия), «Wartex» (Бельгия), линия фирмы FMC (США), установка «Центрифлоу» (Швеция) и др. [1–3, 8].

Помимо традиционной вытопки жира для совершенствования процесса вытопки жира из жира-сырца разработаны устройства для вытопки жира более высокой производительности, которые обеспечивают увеличение выхода жира и не имеют недостатков, присущих другим эксплуатируемым машинам. К этим недостаткам можно отнести: осуществление процесса вытопки при непосредственном контакте жира-сырца с паром, в результате чего часть его конденсируется, а конденсат вместе с вытопленным жиром и шкварой выводится из аппарата и требуются дополнительные затраты для его отделения; незначительное время пребывания жира-сырца в камере плавления не позволяет достаточно полно извлечь жир, а увеличение продолжительности вытопки приводит к снижению производительности оборудования; контакт неподвижных ножей с внутренней поверхностью вращающегося перфорированного барабана приводит к износу трущихся поверхностей, попаданию частиц металла в продукт, а также значительному расходу электроэнергии на преодоление трения. Данные недостатки позволяют устранить устройства, в которых применяется электромагнитная индукция в сочетании с кондуктивным нагревом сырья паром. Кроме того, с целью дальнейшей интенсификации процесса вытопки и более полного извлечения жира применяются устройства, в которых наряду с использованием электромагнитного поля применена вибрация [6, 11].

В США для переработки животных жиров, содержащих небольшое количество влаги, например, свиного околопочечного жира, используются установки для вытопки жира смешанным способом. Существенным отличием данного метода является вытопка жира с помощью глухого аппарата за счет тепла, передаваемого от стенок котла [7].

Очистка жира от мелких твердых частичек и воды после вытопки может быть выполнена отстаиванием и сепарированием [1, 4].

При отстаивании жир отделяется в результате разной плотности жира, воды и шквары. Для обеспечения эффективного отстаивания жира производят отсолку, т.е. внесение соли в количестве 1–2% к массе жира. Соль разрушает эмульсию жир-вода, утяжеляет частицы жидких приме-

сей. Отстаивание можно ускорить поддержанием температуры 60–65 °С. Продолжительность процесса при таких условиях достигает 5–7 ч. Недостатком такого способа очистки является то, что длительное воздействие высоких температур приводит к быстрому окислению жира, кроме того, велики потери жира с отделяемым осадком.

Сепарирование жира основано на отделении его от примесей под действием центробежных сил. Сепарирование производят при соблюдении следующих условий:

- после предварительного отделения от крупных частиц шквары;
- температура подаваемого на очистку жира не ниже 90–95 °С;
- количество вносимой при сепарировании воды 10–15% к массе жира.

Выбор установки для очистки жира производится индивидуально в зависимости от вида обрабатываемого сырья, заданной мощности и других параметров.

Для получения однородной структуры, а также торможения окислительных процессов жиры охлаждают в пластинчатых и шнековых охладителях, фризерах, охлаждающих барабанах, ротаторах и других аппаратах. В зависимости от вида жира, его назначения и вида тары животные жиры подвергают одно – или двухстадийному охлаждению. При фасовании в крупную тару (бочки) жиры проходят одну стадию охлаждения, при использовании потребительской тары жиры охлаждают в две стадии, причем вторую стадию называют переохлаждением.

Для охлаждения жиров применяют охладители непрерывного действия, в которых он не имеет контакта с воздухом (Д5-ФОП, «Титан») и охлаждается в среднем до 38 °С. Для переохлаждения жира используют охладители «Астра» (Германия), «Вотатор» (Англия), льдогенераторы. При этом температура жиров ниже, чем после охлаждения, в среднем до 27 °С [5].

После охлаждения пищевые топленые жиры фасуют. Применяются различные устройства для фасовки пищевых топленых жиров. Автомат АР–ИМ предназначен для фасовки жира в пачки массой нетто 250±3 г. В качестве упаковочного материала используют пергамент. Для фасовки жира используют также и модернизированный автомат М6-ОРВ периодического действия. Жир на нем по 400±4 г фасуют в коробки из поливинилхлорида с крышкой из фольги. Предварительно его охлаждают до

приобретения им консистенции сметаны, а затем насосом подают в автомат М6-ОРВ.

Выводы.

1. Производство пищевых топленых жиров является перспективным направлением деятельности предприятий мясоперерабатывающей промышленности, так как позволяет перерабатывать большое количество вторичных продуктов убоя, полученных в различных цехах, и тем самым снизить издержки производства.

2. Требования к основному сырью для производства пищевых топленых жиров строго регламентированы, однако в нашей стране существует необходимость разработки ТНПА на производство пищевых топленых жиров, что позволит увеличить экспортные поставки и ужесточит оценку качества данного вида продукта, тем самым значительно улучшив показатели качества пищевых топленых жиров, предоставляемых потребителю.

3. К выбору способа для извлечения жира из жиросырья следует подходить индивидуально в зависимости от целесообразности применения, что определяется прежде всего анатомическим происхождением обрабатываемого сырья, а также масштабами производства, затратами на оборудование и другими параметрами.

4. На сегодняшний момент существует огромное количество фирм, выпускающих оборудование для производства пищевых топленых жиров. Искусство управления предприятием и грамотность руководителя определяются тем, чтобы правильно оценить все достоинства и недостатки существующего на рынке оборудования и выбрать именно тот вариант, который больше всего подходит для данного предприятия.

Литература

1. Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: Колос, 2000.– 367 с.

2. Файвишевский, М.Л. Использование отходов мясоперерабатывающей промышленности при производстве заменителя цельного молока / М.Л. Файвишевский, Н.А. Смекалов // Пищевая промышленность. –2005. –№11 –С. 66–67.

3. Файвишевский, М.Л. Костный жир и направления его использования/ М.Л. Файвишевский // Хранение и переработка сельхозсырья. –2007. –№5 –С. 74–77.
4. Мышалова, О.М. Общая технология мясной отрасли: учеб. пособие/ О.М. Мышалова / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово: ЛМТ КемТИПП, 2004. – 100с.
5. Производство пищевых животных топленых жиров // Знайтовар.ru [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new1005.html>.
6. Файвишевский, М.Л., Современные методы и оборудование производства пищевых животных жиров в СССР и за рубежом: обзор. информ. / М.Л. Файвишевский, Н.П. Кузьменко // Мясная промышленность. –1985.– №8 – 28 с.
7. Новое в технике и технологии производства пищевых животных жиров за рубежом: обзор. информ. / С.Г. Либерман [и др.] // Мясная промышленность.– М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1978.– №13 – 20с.
8. Производство и использование пищевых и технических жиров за рубежом: обзор. информ. / С.Л. Либерман [и др.] // Мясная промышленность.– М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1974. –№ 24 –48 с.
9. Новая линия для производства жира / А.И. Сницарь [и др.] // Мясная промышленность, 1993. –№3 –С. 14–15.
10. Файвишевский, М.Л. Совершенствование метода вытопки жира / М.Л. Файвишевский, Н.П. Кузьменко // Мясная индустрия. –1986. –№3 –С. 24–27.

O. Dymar, S. Gordinets, I. Kaltovich

MODERN TECHNOLOGIES AND THE EQUIPMENT FOR MANUFACTURE OF FOOD BAKED FATS

Summary

In clause the review of the uniform requirements shown to the basic raw material for manufacture of food baked fats and technological processes of manufacture of food baked fats is presented, and also merits and demerits of various "know-how" of food baked fats as at us in the country, and abroad are considered.

*О.В. Дымар, к.т.н., С.А. Гордынец, И.В. Калтович
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

СОСТАВ, СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ТОПЛЕННЫХ ЖИРОВ

В статье представлен обзор пищевой, биологической ценности и усвояемости пищевых топленых жиров из разного вида сырья, а также требований, предъявляемых к качеству пищевых топленых жиров и методов определения основных показателей качества пищевых топленых жиров.

Жиры имеют очень большое значение в питании человека, они составляют около одной трети общей калорийности нашей пищи. В настоящее время установлено, что жир принадлежит к числу важнейших факторов питания. Без потребления жиров нормальная жизнедеятельность организма невозможна. Жиры используются в организме как пластический материал для построения тканей и как источник энергии участвуют в водном обмене. Кроме того, животные жиры являются источником холестерина, жирорастворимых витаминов и других биологически активных веществ.

Поскольку пищевые топленые жиры являются важнейшим фактором питания, а также занимают значительную долю ассортимента предприятий мясоперерабатывающей промышленности, достаточно актуальным вопросом является определение влияния различных компонентов, входящих в состав пищевых топленых жиров, на организм человека и его здоровье. Кроме того, необходимо, чтобы пищевые топленые жиры были безопасными для потребителя, а их качество было на высоком уровне и соответствовало стандартам качества. В связи с этим актуальным также является обзор существующих методов определения качественных показателей, а также направлений улучшения качества пищевых топленых жиров.

Цель данной работы – обзор литературных источников для определения пищевой, биологической ценности и усвояемости пищевых топленых жиров из разного вида сырья, а также требований, предъявляемых к

качеству пищевых топленых жиров, и методов определения основных показателей качества пищевых топленых жиров.

В связи с поставленной целью основными задачами являются:

- обзор химического состава и химических свойств пищевых топленых жиров;
- обзор основных методов для определения доброкачественности, видовой принадлежности и сорта пищевых топленых жиров;
- обзор пищевой ценности и усвояемости пищевых топленых жиров из различного сырья, а также направлений улучшения качества пищевых топленых жиров.

Методами достижения поставленной цели и задач является анализ различных литературных источников по производству пищевых топленых жиров как у нас в стране, так и за рубежом.

Большое значение жиров в питании человека объясняется прежде всего их химическим составом, который весьма разнообразен. Жиры представляют собой смесь триглицеридов высокомолекулярных жирных кислот и сопутствующих веществ. К ним относят соединения животных тканей (фосфатиды, стерины (холестерин) и стериды, витамины, пигменты), которые растворимы в триглицеридах и гидрофобных органических растворителях, а также технические примеси (азотистые, минеральные вещества и вода).

В состав триглицеридов жиров входят глицерин и высокомолекулярные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Из насыщенных содержатся – пальмитиновая (24–27%) и стеариновая (4–29%); из ненасыщенных – олеиновая (31–51%), линолевая (2–23%), линоленовая (0,3–0,7%), арахидоновая (0,09–2%). Особенностью жирнокислотного состава топленых жиров наземных животных является наличие арахидоновой кислоты. Арахидоновая кислота, имеющая четыре двойные связи, считается более биологически активной. Физиологическая роль данной кислоты определяется участием в синтезе гормонов. Кроме того, полиненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая и арахидоновая – выполняют специфическую роль в процессах жизнедеятельности организма. Они относятся к незаменимым веществам пищи, поэтому полиненасыщенные жирные кислоты должны поступать в организм в готовом виде с пищей. Недостаточное количество этих кислот в пище затрудняет нормальное развитие растущего организма и неблагоприятно отражается

на здоровье взрослых людей. Выяснено, что при недостатке незаменимых кислот в организме нарушается обмен холестерина, что, в свою очередь, приводит к развитию атеросклеротического процесса. Незаменимые жирные кислоты усиливают защитные функции организма, в частности, повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям [3,4].

Жиры обладают высокой энергетической ценностью (от 816 до 898 ккал), так как в составе пищевых топленых жиров от 90 до 99,8% приходится на липиды. При распаде в организме жиров выделяется не только энергия, но и значительное количество воды. В топленых жирах содержатся в количестве 0,33–1,40% фосфолипиды, имеющие большое физиологическое значение, поскольку способствуют межклеточному обмену жиров, являются переносчиками кислорода и обладают антиокислительными свойствами. Из минеральных веществ в топленых животных жирах содержатся: натрий, калий, кальций, фосфор и железо. Физиологическая роль натрия и калия состоит в том, что они участвуют во внутриклеточном и межклеточном обмене, а также поддерживают осмотическое равновесие в организме человека; фосфор и кальций необходимы для обмена веществ, выполнения функций нервной и мозговой ткани, мышц, печени, костной ткани, ферментов и гормонов; железо участвует в процессах кроветворения и образовании ферментов – каталазы, пероксидазы, цитохрооксидазы и др. В топленых животных жирах содержатся витамины А, Е, РР. Количественное содержание ретинола (А) и ниацина (РР) низкое, а токоферола (Е) высокое. Витамин Е – один из самых сильных антиоксидантов. Он предохраняет от окисления в первую очередь полиненасыщенные жирные кислоты и препятствует тем самым образованию вредных для организма органических перекисей. Витамин Е защищает также чувствительный к действию кислорода витамин А от окислительного разрушения, усиливая тем самым снабжение организма витамином А. Содержание холестерина в топленых животных жирах не превышает 0,11%, что находится в пределах среднесуточной физиологической потребности, установленной ААН (Американской Академией Наук) и Codex Alimentarius. Биологическая ценность холестерина состоит в том, что под действием ультрафиолетовых лучей из него образуется витамин D₃, который участвует в синтезе гормонов надпочечников и половых гормонов у женщин [6].

Химические свойства жиров определяются главным образом эфирной связью между радикалом глицерина и радикалами жирных кислот, наличием или отсутствием двойных связей в структуре их радикалов и подвижностью водородных атомов, радикалов этих кислот. Наличие эфирной связи делает возможными реакции омыления (гидролиза) и переэтерификации глицеридов. Присутствие в составе жиров непредельных жирных кислот и подвижных атомов водорода обуславливает способность глицеридов к реакциям присоединения и замещения. В связи с этим жиры как в процессе производства, так и в процессе хранения легко подвергаются химическим изменениям. Скорость, глубина и характер этих изменений во многом зависят от свойств жирсырья и условий его переработки, от свойств жира и условий его хранения.

Химические изменения жиров в процессе хранения обуславливают порчу жира. В результате этого ухудшаются товарные свойства жира, кроме того, он может стать опасным для потребителя. В подавляющем большинстве случаев порчу жира можно определить органолептическими методами. Испорченный жир обладает сравнительно более мягкой консистенцией, измененным цветом (особое внимание обращают на неравномерность окраски), имеет несвойственный доброкачественному жиру цвет и запах. При осаливании жира на его поверхности образуется плотный желтый налет (штафт) со стеариновым (сальным) запахом, сам жир обесцвечивается. При прогоркании жир размягчается, приобретает желто-зеленоватый, коричневый или серый оттенки, горький вкус и прогорклый запах [7]. Поэтому для каждой партии пищевых топленых жиров проводятся органолептические и физико-химические исследования. Для этого от каждой партии пищевых топленых животных жиров отбирают среднюю пробу массой не менее 600 г. Пробу отбирают от 10% единиц тары, но не менее чем от 5 единиц тары. Если жир имеет твердую консистенцию, то пробы отбирают при помощи щупа, который вкручивают на всю глубину тары. Жир отбирают из верхней, средней и нижней части извлеченного столбика. После чего жир из разных единиц тары перемешивают, получая среднюю пробу, отражающую состояние всей партии жира. Если жир имеет жидкую консистенцию, то его отбирают при помощи трубчатого пробоотборника диаметром 25 мм. От партии жира, расфасованного в потребительскую тару, отбирают 1 единицу тары целиком.

Лабораторные методы определения свежести жира не только позволяют более точно определить порчу жира, но и установить степень его свежести. К лабораторным методам относится определение перекисного числа жира, реакция с нейтральным красным, качественная реакция на альдегиды.

Наиболее эффективное удлинение сроков хранения жиров и сохранение их качества достигается применением антиокислителей. Антиокислители рекомендуется вводить на возможно ранней стадии процесса производства жира при незначительном количестве свободных радикалов. Многие натуральные пряности обладают антиокислительными свойствами. Так, черный перец задерживает прогоркание жиров благодаря содержанию в нем токоферолов. Наиболее высоким антиокислительным действием среди пряностей обладают шалфей и розмарин. В качестве антиокислителя жиров применяются также лимонная и аскорбиновая кислота. Однако важнейшим приемом защиты жира от окислительной порчи все же является соблюдение оптимальных условий при его производстве и хранении.

Доброкачественные пищевые животные жиры, которые по своим органолептическим и лабораторным показателям соответствуют высшему или первому сортам по ГОСТ 25292, можно использовать без ограничений. Жиры сомнительной свежести и с признаками осаливания направляют в немедленную промышленную переработку после зачистки и устранения дефектов. Испорченные или прогорклые жиры направляют в техническую утилизацию.

Для определения сорта жира необходимо определить его вкус, цвет, запах, консистенцию и прозрачность, кислотное число жира и массовую долю влаги. Жир всех видов вырабатывается высшего, первого сорта или сборный.

Определение видовой принадлежности жиров особенно актуально при определении натуральности жиров и в судебно-ветеринарной практике. Для определения видовой принадлежности жира используется органолептические исследования, при которых особое внимание обращают на специфический запах и вкус, свойственный тем или иным видам животных, а также различные лабораторные исследования: определение температуры плавления жира, коэффициента преломления, состава жирных кислот [2].

Пищевая ценность топленых жиров зависит от их усвояемости, т.е. той части жиров, которая полезно воспринимается организмом. Усвояемость топленых пищевых жиров колеблется от 73 до 97% (таблица) и зависит от жирнокислотного состава исходного сырья [8].

Животные жиры (говяжий, бараний), имеющие высокую температуру плавления, трудно усваиваются организмом и лишь в ограниченных пределах используются на пищевые цели. Для повышения пищевой ценности их целесообразно подвергать вторичной переработке с целью выделения насыщенных глицеридов. Глицериды, входящие в состав жиров и отличающиеся по температуре плавления и степени насыщенности, могут быть разделены на высокоплавкую и низкоплавкую фракции; последняя обладает высокой пищевой ценностью и применяется в маргариновом и кондитерском производствах.

Таблица – Характеристика усвояемости пищевых топленых жиров

Группа, подгруппа, наименование	Жирные кислоты, %		Температура плавления, °С	Усвояемость, %
	насыщенные	ненасыщенные		
<i>Из жирового сырья с.-х. животных</i>				
Тугоплавкие:				73–84
бараний	51,2	43,0	44–45	
козий			48–50	
говяжий	50,9	43,8	42–52	
Легкоплавкие:				90–97
свиной	39,6	56,2	33–46	
конский			27–32	
костный	38,6	58,2	35–45	
сборный	Зависит от состава сырья			
<i>Из жира-сырца птиц</i>				
Легкоплавкие:				92–97
куриный		64,8	23–38	

Рациональным направлением использования высокоплавких животных жиров является фракционирование. Учеными предложен ряд способов выделения из жиров фракций наиболее ценных в пищевом отношении (фракции с низкой температурой плавления). Наиболее важным из них является способ кристаллизации жира при температуре, обеспечивающей выделение высокоплавкой фракции и отделение ее от низкоплавкой фракции. Наряду с кристаллизацией фракционирование тугоплавких жиров может быть осуществлено разделением жиров посредством эмульгирования с последующим разделением эмульсии на центрифугах. Другим способом улучшения качества жиров является переэтерификация (процесс перераспределения радикалов жирных кислот между

отдельными глицеридами или внутри одной молекулы одного и того же глицерида). Переэтерификацией можно изменить физические свойства жира, а также повысить его качество, увеличив долю тугоплавких глицеридов с последующим их отделением [1,6].

Выводы:

1. Большая физиологическая роль компонентов, входящих в состав пищевых топленых жиров, обуславливает их неоспоримое положительное влияние как на здоровье человека в целом, так и на деятельность отдельных органов и систем, что позволяет отнести пищевые топленые жиры к числу важнейших факторов питания.

2. Химические изменения жиров неизбежны как в процессе производства, так и в процессе хранения, что обусловлено их химическими свойствами, однако соблюдение оптимальных условий при их производстве и хранении и умелое применение антиокислителей позволяет эффективно удлинить сроки хранения пищевых топленых жиров.

3. Основные методы для определения доброкачественности, видовой принадлежности и сорта пищевых топленых жиров позволяют произвести их дифференциацию по указанным признакам, что позволяет привести в соответствие товарные характеристики жира со стандартом качества.

4. Несмотря на то, что усвояемость пищевых топленых жиров из разных видов животных варьирует в широких пределах, качество тугоплавких пищевых топленых жиров можно улучшить такими эффективными методами, как фракционирование и переэтерификация, основанными на разделении высокоплавкой и низкоплавкой фракций, входящих в состав пищевых топленых жиров.

Литература

1. Производство и использование пищевых и технических жиров за рубежом: обзор. информ. / С.Л. Либерман [и др.] // Мясная промышленность.– М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1974. –№24 –48 с.

2. Новое в технике и технологии производства пищевых животных жиров за рубежом: обзор. информ. / С.Г. Либерман [и др.] // Мясная промышленность.– 1978.– №13 – 20 с.

3. Мышалова, О.М. Общая технология мясной отрасли: учеб. пособие/ О.М. Мышалова // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово: ЛМТ КемТИПП, 2004. – 100 с.
4. Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: Колос, 2000.– 367 с.
5. Файвишевский, М.Л. Костный жир и направления его использования / М.Л. Файвишевский // Хранение и переработка сельхозсырья. –2007. –№5. –С. 74–77.
6. Файвишевский, М.Л. Современные методы и оборудование производства пищевых животных жиров в СССР и за рубежом: обзор. информ. / М.Л. Файвишевский, Н.П. Кузьменко // Мясная промышленность.– М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1985.– №8. – 28 с.

O. Dymar, I. Kaltovich, S. Gordinets
**STRUCTURE, PROPERTIES AND QUALITY
OF FOOD BAKED FATS**
Summary

In clause the review of food, biological value and comprehensibility of food baked fats from a different kind of raw material, and also the requirements shown to quality of food baked fats and methods of definition of the basic parameters of quality of food baked fats is presented.

*О.Л. Автомеенко, С.В. Радьков, Л.Д. Божко, к.б.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В КОПЧЕНОЙ РЫБЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ ВЭЖХ

В статье приведены данные по содержанию бенз(а)пирена в копченой рыбе промышленного производства. Проведенные исследования показали, что содержание бенз(а)пирена в представленных образцах копченой рыбы не превышает ПДК (0,005 мг/кг) за исключением одного образца шпрот. Превышение ПДК, по всей вероятности, связано с несовершенством или нарушением процесса копчения.

Необходимо дальнейшее проведение исследований, направленных на разработку технологий копчения, позволяющих получать безопасные для здоровья человека пищевые продукты.

Введение. Повышение качества и безопасности выпускаемой продукции – одна из важнейших задач, стоящих перед пищевой промышленностью.

С позиций гигиены питания продукты должны обладать соответствующими для конкретного вида органолептическими свойствами, питательной ценностью и соответствовать всем показателям безопасности: остаточному содержанию пестицидов, тяжелых металлов, антибиотиков, нитрозаминов, а также бенз(а)пирена в копченых продуктах.

Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен) относится к классу полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ) и является наиболее активным канцерогеном среди представителей данной группы соединений, образующихся, как правило, при термическом воздействии на пищевые продукты.

ПАУ образуются в природе и попадают в объекты пищевых цепей прежде всего как результат сжигания при низких температурах углеводородного сырья, древесины, полимеров, пищи и др. Развитие неконтролируемых процессов неполного окисления приводит к тому, что в копченых продуктах содержание бенз(а)пирена может превышать безопасные нормы. В частности, ПАУ образуются при пиролизе жира, капающего на древесный уголь и попадающего в продукт с дымом при копчении [1,2].

По данным НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова (Санкт-Петербург), концентрация бенз(а)пирена в коптильном дыме в зависимости от вида используемой древесины и, способа и условий пиролиза опилок может достигать $0,007 \text{ мг/м}^3$. В настоящее время в ряде стран в законодательном порядке введено ограничение содержания канцерогенных соединений в копченых продуктах. Например, в Германии содержание ПАУ в съедобной части копченых изделий не должно превышать $0,001 \text{ мг/кг}$ по бенз(а)пирену и $0,003 \text{ мг/кг}$ по N-нитрозодиметил-амину [3].

Учитывая высокую токсичность бенз(а)пирена, действующим СанПиН 11 63 РБ установлены предельно допустимые его концентрации (ПДК): в мяскопченостях и колбасных изделиях – $0,001 \text{ мг/кг}$; в рыбокопченостях – $0,005 \text{ мг/кг}$; в зерне продовольственном – $0,001 \text{ мг/кг}$; в продуктах для детского питания – не допускается ($< 0,0002 \text{ мг/кг}$, контроль по сырью) [4].

Применительно к канцерогенной оценке изделий горячего копчения имеющиеся сведения достаточно противоречивы, поскольку по одним литературным источникам содержание бенз(а)пирена в продуктах горячего копчения на порядок выше по сравнению с изделиями холодного копчения, а по другим сведениям его концентрация в различных копченых продуктах находится на одном уровне [5,6].

Выполнение измерений массовой доли бенз(а)пирена в продуктах копчения осуществляется методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора, обеспечивающего интервал длин волн возбуждения $270\text{--}360 \text{ нм}$ и регистрации $390\text{--}450 \text{ нм}$.

Цель наших исследований – оценка содержания бенз(а)пирена в рыбе холодного и горячего копчения промышленной выработки.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись: рыба горячего и холодного копчения (скумбрия, сельдь, мойва, килька), рыбные консервы – шпроты в масле натурального копчения. Содержание массовой доли бенз(а)пирена в исследуемых образцах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [7].

При выполнении данного метода использовалась хроматографическая колонка, заполненная обращено-фазным сорбентом (Кромасил С18). Сущность метода заключается в щелочном гидролизе пробы (спиртовой раствор едкого натрия) с образованием глицерина, солей жирных кислот

и неомыляемой фракции липидов, содержащей бенз(а)пирен; экстракции гексаном бенз(а)пирена вместе с неомыляемой частью липидов; очистке экстракта (раствором N,N-диметилформамида); реэкстракции бенз(а)пирена в гексан; концентрировании и определении массовой концентрации бенз(а)пирена методом ВЭЖХ с флуоресцентным детектированием (при длине волны возбуждения – 292 нм, волне регистрации – 405 нм). Подвижная фаза: смесь ацетонитрил-вода (8:2), скорость подачи подвижной фазы – 200 мм³/мин, объем вводимой пробы – 10 мкл.

Идентификация пика бенз(а)пирена производилась по совпадению времени удерживания определяемого пика со временем удерживания пика бенз(а)пирена в концентрате градуировочного раствора. Концентрацию бенз(а)пирена в исследуемом растворе определяли с помощью программного обеспечения «МультиХром для Windows» по заложенной в метод градуировочной зависимости. Диапазон измерения составляет от 0,0005 мг/кг (0,5 мкг/кг) до 1,0 мг/кг (10 мкг/кг).

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что содержание бенз(а)пирена в представленных образцах копченой рыбы не превышает ПДК (0,005 мг/кг) за исключением одного образца шпрот (рис. 2 б).

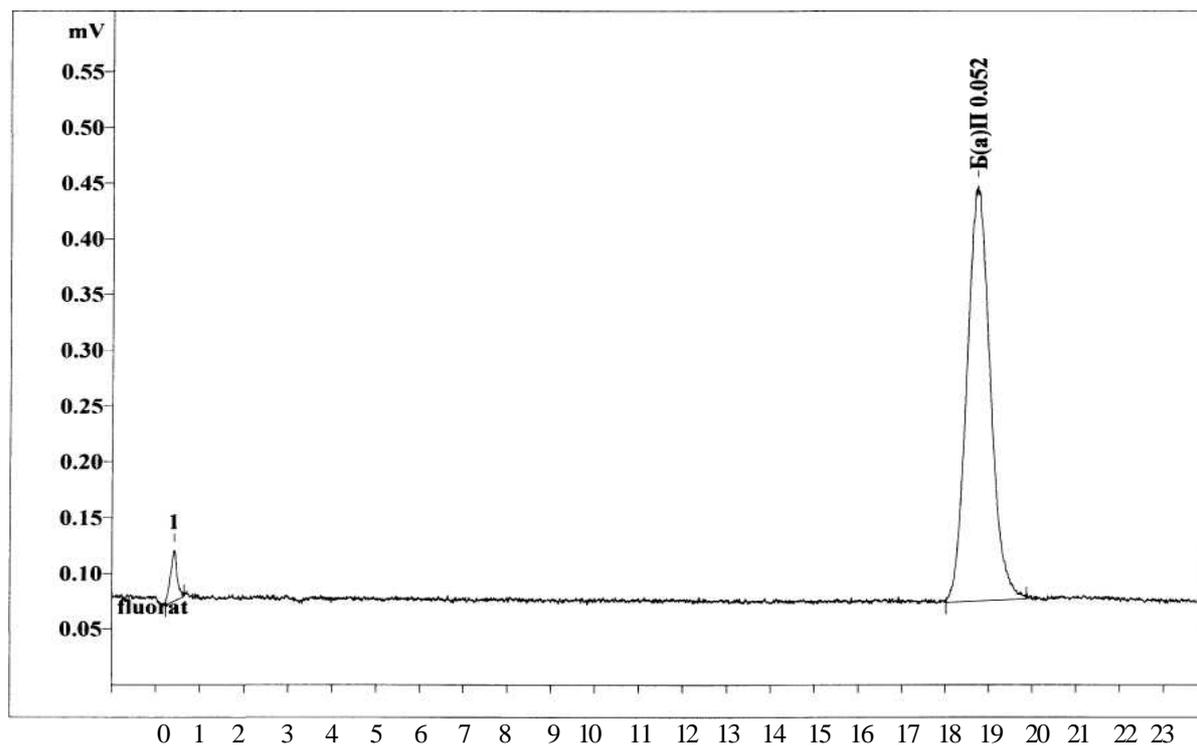


Рисунок 1 – Хроматограмма стандартного раствора бенз(а)пирена с концентрацией 0,05мкг/см³

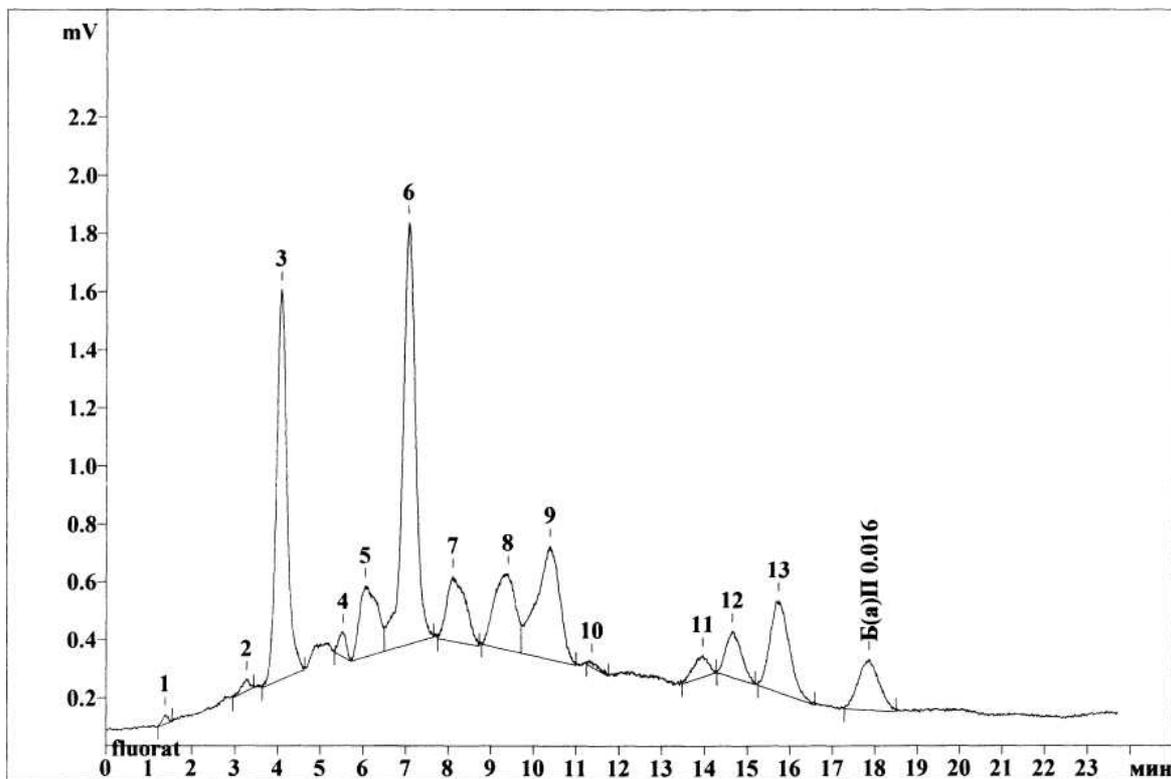


Рисунок 2а – Хроматограмма пробы шпрот (с содержанием бенз(а)пирена)

Примечание: полученный результат является предварительным, который при подстановке в формулу расчета массовой доли бенз(а)пирена имеет конечный вид 0,0045 мг/кг, что составляет 80% ПДК

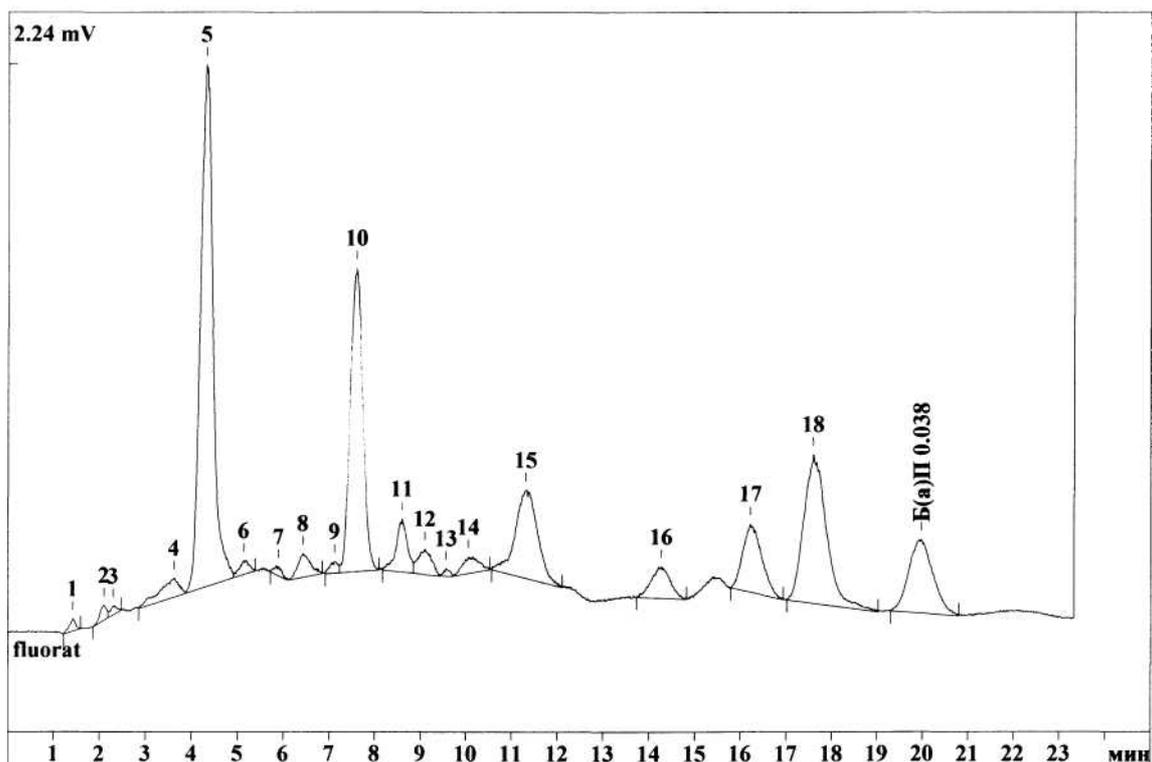


Рисунок 2б – Хроматограмма пробы шпрот с содержанием бенз(а)пирена 0,01 мг/кг, что превышает ПДК в 2 раза.

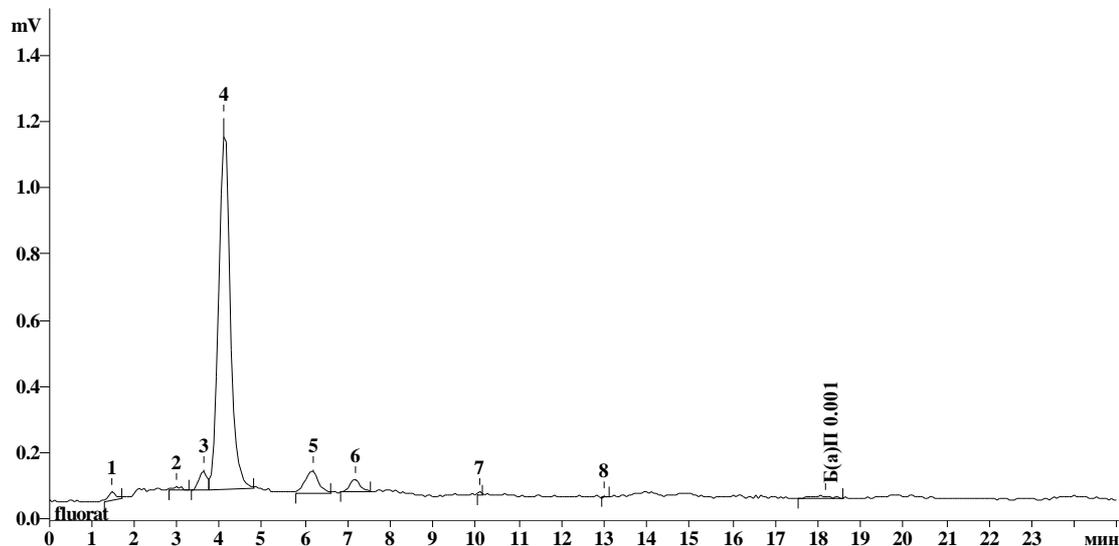


Рисунок 3б – Хроматограмма образца скумбрии холодного копчения с содержанием бенз(а)пирена 0,0002 мг/кг рыбы

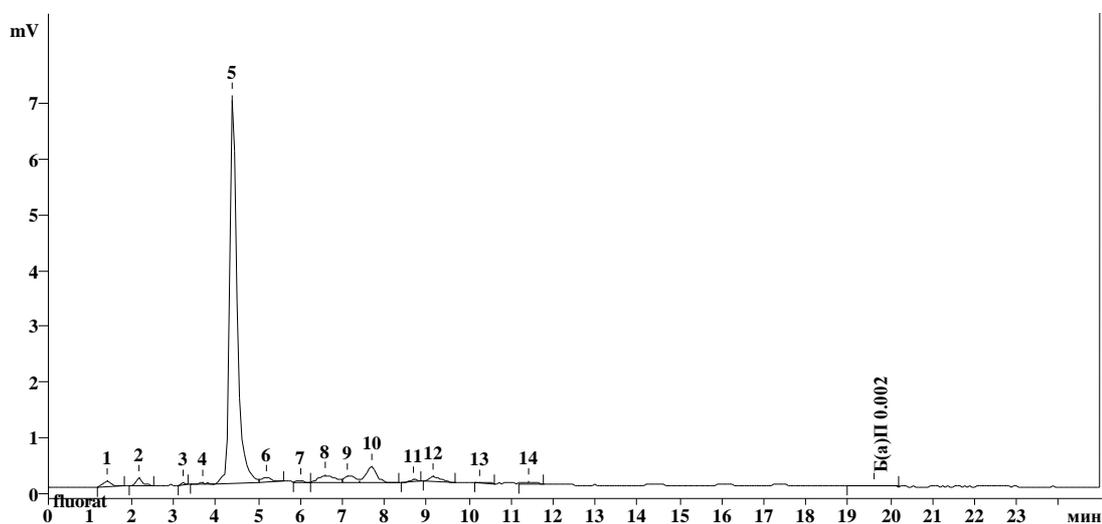


Рисунок 3в – Хроматограмма образца скумбрии горячего копчения с содержанием бенз(а)пирена 0,0005 мг/кг рыбы

На рис. 1 представлена хроматограмма стандартного раствора бенз(а)пирена с концентрацией 0,05 мкг/см³.

Согласно хроматограмме 2а, содержание бенз(а)пирена в образце составляет 0,016 мкг/см³. Полученный результат является предварительным, при подстановке в формулу расчета массовой доли бенз(а)пирена получим 0,0045 мг/кг, что составляет 80% ПДК.

На рисунке 2б представлена хроматограмма с содержанием бенз(а)пирена в образце – 0,038 мкг/см³, что составляет при пересчете 0,01 мг/кг продукта. Данная концентрация бенз(а)пирена превышает ПДК в 2 раза.

При сравнении анализируемых данных с имеющимися литературными источниками следует подчеркнуть, что мы не подтвердили сведения о значительном (как правило на порядок) превосходстве содержания бенз(а)пирена в изделиях горячего копчения по сравнению с холодным. На рисунке 3б представлена хроматограмма образца скумбрии холодного копчения с содержанием бенз(а)пирена $0,001 \text{ мкг/см}^3$, что составляет $0,0002 \text{ мг/кг}$ рыбы. Содержание бенз(а)пирена в скумбрии горячего копчения представлено на хроматограмме 3в и составляет в пересчете $0,0005 \text{ мг/кг}$. В обоих случаях содержание бенз(а)пирена в образцах не превышает ПДК.

Как следует из приведенных хроматограмм, содержание бенз(а)пирена в отдельных копченых продуктах может превышать ПДК, что связано с несовершенством или нарушением процесса копчения.

Заключение. Исследования показали, необходимо дальнейшее проведение исследований, направленных на разработку технологий копчения, позволяющих получать безопасные для здоровья человека пищевые продукты.

Литература

1. Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]. – Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: 2007. – С. 515–517.
2. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов: учеб. пособие / И.А. Рогов [и др.]. – Новосибирск, 2007. – С. 119–120.
3. Мезенова, О.Я. Производство копченых пищевых продуктов / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким, С.А. Бредихин. – М.: Колос, 2001. – С. 17–22.
4. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 11 63 РБ 98. – Минск, 1999. – С.57.
5. Ким И.Н., Ким Г.Н. Исследование состава ПАУ в копченой сельди // Хранение и переработка сельхозсырья. –1999. –№7– С. 55–59.
6. Ким, И.Н. Содержание и канцерогенный потенциал приоритетных полициклических ароматических углеводородов в копченой рыбе / И.Н. Ким, Г.Н.Ким // Хранение и переработка сельхозсырья. –2008. – №1.– С. 33–37.

7. Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена. – СТБ ГОСТ Р 51650–2001. –Дата введения 11.01.2002. – 18 с.

O. Avtameenka, C. Radzkou, L. Bazhko

**INVESTIGATION OF BENZ(A)PIREN IN BLOATER
MANUFACTURED BY HPLC**

Summary

In the article indicate the results of content of benz(a)piren in bloater manufactured. Our research show that content of benz(a)piren in bloater wasn't exceed maximum permissible concentration (0,005 mg/kg). An exception was one pattern of sprat. Possible it was connected with failure to comply of smoking process.

Necessary the next investigation for development of smoking process. This allow to give safe food products for human healthy.

В.Б. Корако, Л.А. Шамаль
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Рассматриваются методические особенности разработки научно-обоснованных технологических нормативов водопотребление ряда птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятий АПК РБ, рассчитанных на основе научно-методической документации, разработанной РУП «Институт мясо-молочной промышленности», и экономический эффект от их применения в производстве

Введение. Охрана окружающей среды представляет собой весьма многогранную проблему, решением которой занимаются инженерно-технические работники практически всех специальностей, связанных с хозяйственной деятельностью промышленных предприятий.

Пищевая и перерабатывающая промышленности, как и многие другие отрасли народного хозяйства, являются источником негативного воздействия на окружающую среду. По степени интенсивности взаимодействия пищевой промышленности с окружающей средой одно из ведущих мест среди объектов природы занимают водные ресурсы, которые играют важнейшую роль в обеспечении устойчивого функционирования экономики любой страны.

Специфика производства птицеводческой отрасли – многообразие операций, выполняемых с применением воды.

Высокий уровень водопотребления обуславливает и большой объем образования сточных вод, так как специфика производства мяса птицы и яйца, многообразие функций, выполняемых с применением воды, приводят к тому, что при производстве 1 т мяса птицы образуется 23–30 м³ сточных вод, при производстве 1000 шт. яиц – 18–25 м³ сточных вод, это составляет от 30 до 60% потребляемой воды [1].

Объекты и методы исследования. Нормирование расхода и качества воды является одним из немногих государственных методов охраны, регулирования и рационального использования водных ресурсов.

В соответствии с новой редакцией статьи 15 Водного кодекса РФ [2], в 2009 году нами был проведен анализ наличия разработанных норм водопользования (водопотребления и водоотведения) для отдельных предприятий отрасли.

Индивидуальные технологические нормативы водопользования птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятий АПК предназначены: для определения плановой потребности в воде предприятия; установления лимитов отпуска воды и сброса сточных вод предприятием; получения разрешения на специальное водопользование; контроля за использованием воды питьевого качества.

Составляющими индивидуальных технологических нормативов являются индивидуальные нормы водопользования на производственные и хозяйственно–питьевые нужды.

Расчет индивидуального технологического норматива водопотребления и водоотведения выполняется расчетно-аналитическим и экспериментальным методами. Размерность рассчитанного индивидуального технологического норматива водопользования устанавливается:

– для птицефабрик мясного направления в кубических метрах на 1 т мяса птицы в убойном весе независимо от способа потрошения (включая мясо, переработанное на производство колбасно–кулинарных изделий и полуфабрикатов;

– для птицефабрик яичного направления устанавливаются в кубических метрах на тысячу штук производимых яиц.

Основой для определения индивидуального технологического норматива водопотребления являются операционные расходы воды, которые определяются путем замеров или принимаются по паспортным данным применяемого оборудования с учетом его производительности. Операционные расходы воды определяются в типичных производственных условиях при нормальной загрузке оборудования. В результаты определения расходов воды не включаются непромышленные расходы, не предусмотренные действующими технологическими инструкциями или иными нормативными документами, а также утечки воды в результате использования неисправной запорной арматуры.

Разработке технологического норматива водопользования предприятия предшествует не только тщательный анализ условий потребле-

ния воды и сброса сточных вод, но и изучение факторов, определяющих расход воды; степень влияния каждого из них на величину нормы; анализ причин потерь воды, имевших место в производстве; анализ передового опыта аналогичных предприятий и зарубежной практики по рациональному использованию водных ресурсов.

Для разработки системы технологического нормирования водопользования из 50 имеющихся в настоящее время предприятий птицеводческой и птицеперерабатывающей отрасли республики были обследованы 28. Для них были разработаны методические основы, включающие статистические данные по переработке сырья и расходу воды в помесечном и годовом разрезах, установлены нормообразующие статьи расхода воды по основным направлениям ее использования, а также разработаны индивидуальные технологические нормативы водопотребления и водоотведения.

Результаты и их обсуждение. В таблице представлен сравнительный анализ водопотребления для 6 птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятий 6 областей республики после внедрения индивидуальных технологических нормативов, разработанных РУП «Институт мясо–молочной промышленности», и соответствующий экономический эффект в денежном эквиваленте.

Таблица – Сравнительный анализ потребления воды на предприятиях птицеводческой отрасли

Наименование предприятия	Годовой расход воды, тыс. м ³		Годовая экономия воды после внедрения разработанных норм водопотребления	
	до внедрения	после внедрения	м ³ (%)	млн. руб*
РУСПП «Птицефабрика Медновская»	71,0	55,7	15,3 (21,5)	34,9
РУСПП «Птицефабрика «Оршанская»	197,0	142,2	54,8 (27,8)	124,9
ППР «Юбилейный»				
отд. Скидель	47,0	42,1	4,9 (10,4)	11,2
отд. Свислочь	90,5	62,5	28,0 (30,9)	63,8
ОАО «Гомельская птицефабрика»	83,0	25,9	57,1 (68,8)	130,1
СЗАО «Серволюкс» водопотребление	111,0	51,2	59,8 (53,9)	136,3
РУСПП «Птицефабрика «Солигорская»	291,5	264,9	26,6 (9,1)	60,6

* Стоимость 1 м³ воды на 01.10.2009 г. (без учета НДС) – 2 279,0 руб.

Заключение. Нормирование объемов водопотребления и водоотведения является одной из наиболее эффективных мер охраны водных ресурсов, поскольку способствует более рациональному использованию воды, внедрению экологически чистых технологических процессов, строительству локальных очистных сооружений, обоснованному и своевременному планированию и эффективному использованию в производстве технически и экономически обоснованного количества воды.

Годовая экономия водных ресурсов в результате разработки научно обоснованных индивидуальных норм водопотребления для предприятий мясной отрасли составила от 9,1 до 68,8%, или от 11,2 до 357,4 млн рублей.

Литература

1. Водный кодекс Республики Беларусь // Ведомости Верховного Совета Республики Беларусь. –1998. –№33. –75 с.

2. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды: справ. /под ред. Е.И. Сизенко. –М., 1999. – 536 с.

V.Karaka, L. Shamal

EXPERIENCE OF RATIONING OF WATER CONSUMPTION IN POULTRY-FARMING BRANCH

Summary

Water consumption of some the poultry-farming enterprises RB calculated on the basis of the scientifically-methodical documentation, developed by institute and economic benefit of their application in manufacture is considered methodical features of working out of the scientifically-proved technological specifications.

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

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ХРАНИЛИЩ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Наработан современный эффективный метод дезинфекции аэрозолями растворами дезинфицирующих средств для хранилищ плодоовощной продукции, с использованием разработанного в РУП «Институт мясо-молочной промышленности» отечественного генератора аэрозолей Я23-ГТА и лабораторного образца нового отечественного дезинфицирующего средства «НАВИСАН-АГРО».

Введение. Один из основных источников пополнения продовольственного фонда – сокращение потерь овощей при хранении. При этом затраты на устранение потерь в несколько раз меньше, чем на дополнительное производство того же объема продукции.

Сохраняемость пищевых и товарных качеств плодовых овощей помимо сортовых особенностей, технологии возделывания и уборки, степени спелости прежде всего зависит от условий хранения. Для оптимального хранения плодов необходимо создание и поддержание оптимального температурно-влажностного режима, оптимальных концентраций кислорода и углекислого газа. Однако даже при соблюдении указанных выше условий при хранении свежих овощей очень часто возникают потери в связи с деятельностью микроорганизмов и плесневых грибов. На поверхности овощей содержится 105–107 видов микроорганизмов (кишечная палочка, сапрофиты, протей, кокки, актиномицеты, плесневые грибы, дрожжи и др.), которые попадают на плодоовощную продукцию во время выращивания, уборки, перевозки и хранения и приводят к быстрой порче продуктов и образованию в них токсинов [1,2].

Высокий уровень зависимости отечественного рынка от импорта плодоовощной продукции обуславливает необходимость увеличения производства и обеспечения эффективного хранения наиболее потребляемых овощей отечественного производства.

Объекты исследования. Качество и безопасность продуктов питания требует проведения строго регламентированных мероприятий на

производстве, включающих тщательную мойку и дезинфекционную обработку оборудования и помещений. Поэтому невозможно обойтись без комплекса научно обоснованных санитарно-гигиенических мероприятий по снижению микробной обсемененности и поддержания требуемого санитарно-гигиенического состояния производственных помещений для хранения плодоовощной продукции.

Мерами предупреждения развития болезней при хранении овощей являются:

- дезинфекция хранилища и тары;
- дополнительные виды санитарной обработки продукции в период закладки;
- строгое соблюдение рекомендуемых режимов хранения;
- недопущение колебаний температуры, вызывающих выпадение конденсата на продукции и ее отпотевание;
- контроль за состоянием продукции.

Комплекс дезинфекционных мероприятий включает профилактическую, текущую и заключительную дезинфекцию:

профилактическая дезинфекция проводится при отсутствии выявленного источника инфекции (дезинфекционная обработка овощехранилищ перед закладкой овощей на хранение);

текущая дезинфекционная обработка производится на любых поверхностях, продуктах и др., пораженных микроорганизмами (дезинфекционная обработка овощей и хранилищ при наличии признаков порчи);

заключительная дезинфекция проводится с целью уничтожения накопившихся микроорганизмов, их спор, токсических и аллергических продуктов их жизнедеятельности во всем объеме помещения, в котором проводилась обработка [3].

Современные технологии обеззараживания должны отвечать следующим требованиям.

1. Использование дезинфекционных средств, характеризующихся широким спектром антимикробной активности.
2. Обеспечение адекватной конкретным требованиям эффективности обеззараживания.
3. Обеспечение безопасности проводимых дезинфицирующих мероприятий для персонала и окружающей среды.

4. Обеспечение совместимости с материалами приборов и иных обрабатываемых объектов как в настоящее время, так и с учетом дальнейшего развития технологий.

5. Пригодность для использования в различных помещениях.

6. Простота использования.

7. Экономическая приемлемость.

8. Экологичность.

На эффективность дезинфекции овощехранилищ влияют различные факторы, каждый из которых может снизить эффективность процесса обеззараживания. В частности, на эффективность дезинфекции хранилищ плодоовощной продукции влияют:

- биологическая устойчивость микроорганизмов к различным средствам дезинфекции;

- физико-химические свойства дезинфектанта;

- целостность обрабатываемых овощей;

- массивность микробного обсеменения овощей;

- способ дезинфекционной обработки;

- время воздействия (экспозиция).

Экономичным, безопасным и эффективным методом дезинфекции является мелкодисперсная аэрозольная дезинфекция, при которой происходит дробление дезинфицирующих растворов до состояния мелкодисперсных аэрозолей и распределение по всему объему обрабатываемого помещения. Аэрозоли дезинфицирующих препаратов применяют для профилактической, вынужденной и заключительной дезинфекции различных объектов [4,5].

Отделом санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности» был разработан генератор аэрозолей «холодного тумана» Я23-ГТА (рис. 1) для проведения дезинфекции мелкодисперсными аэрозолями.

Характеристики генератора аэрозолей: производительность 8–24 л/ч, объем перемешиваемого воздуха 6500 м³/ч, дисперсность частиц аэрозоля 25–100 мкм, мощность электрооборудования 4 кВт, работа генератора – ручной / автоматический режим, напряжение питания 220 В.



Рис. 1 – Генератор аэрозолей «холодного тумана» Я23-ГТА

При проведении дезинфекции мелкодисперсными аэрозолями используют современные дезинфицирующие средства, обладающие следующими свойствами: широким диапазоном антимикробной активности, не вызывая при этом резистентности; нетоксичен для людей, экологически безопасен; не вызывать коррозии оборудования; химически устойчивый.

Микробиологические исследования показывают, что при выраженной селективной способности циркулирующие в окружающей среде микроорганизмы по хромосомному и нехромосомному типу способны формировать устойчивость не только к антибиотикам, но и дезинфицирующим средствам. Все это требует глубокого анализа современной номенклатуры дезинфектантов, разработки композиционных препаратов путем сочетания нескольких антимикробных соединений в преломлении к адаптивным возможностям микроорганизмов с целью предупреждения селекции устойчивых вариантов.

Среди препаратов, обладающих биоцидными и фунгицидными свойствами и, применяемых для увеличения сроков хранения и уменьшения потерь хранимой плодоовощной продукции, большинство мало пригодны для использования в загруженных овощехранилищах для целей профилактической и текущей дезинфекции методом аэрозолей де-

зинфицирующих средств. Традиционно используемые для дезинфекции средства и технологии, к сожалению, не обеспечивают надежную защиту овощей от поражения физиологическими и грибными заболеваниями, не отвечают современным требованиям экологической безопасности.

Отделом санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности» совместно с НИИ ФХП БГУ был разработан лабораторный образец отечественного препарата для обеззараживания хранилищ плодоовощной продукции «НАВИСАН-АГРО».

Характеристика препарата:

- высокая антимикробная активность в отношении бактерий, споровых форм, плесеней;
- после применения препаратом обработка водой не требуется;
- срок хранения концентрата 18 мес, срок годности рабочего раствора 10 сут;
- IV класс токсичности, согласно ГОСТ 12.1.007-76;
- расход средства – 0,3 л/м³.

«НАВИСАН-АГРО» – многокомпонентное средство, обладающее высокой антимикробной активностью, небольшой летучестью и ярко выраженным пролонгирующим действием. Обладает незначительной токсичностью и выраженным действием на бактерии, грибы, дрожжи и водоросли при относительно незначительных концентрациях.

Первый компонент А включает в себя перекись водорода и молочную кислоту, второй компонент Б – композиция полигуанидинов и ЧАС. В качестве пленкообразующей составляющей использован водорастворимый полимерный гидрогель. Препарат отличается тем, что быстро расщепляется во внешней среде на безопасные компоненты, не накапливается в продукции, не является агрессивным по отношению к металлам и полимерным материалам, не содержит свободных кислот и создает пролонгированный эффект санации поверхностей помещений хранилищ плодоовощной продукции.

Методы исследования. Экспериментальные исследования проводили в лабораторном боксе, где были созданы максимально приближенные к реальным условиям хранения овощей. Овощи (капуста, морковь, картофель, свекла) располагали в деревянных и пластмассовых ящиках, а

также на металлических, деревянных, пластмассовых и керамических полках.

Был подобран перечень штаммов микроорганизмов, являющихся возбудителями наиболее распространенных заболеваний овощей при хранении: *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*. В лабораторных условиях готовили суспензию тест-культуры микроорганизмов в стерильном физиологическом растворе, стандартизировали ее до 10⁵ КОЕ/мл. С помощью бытового распылителя производили разбрызгивание 100мл суспензии микроорганизмов по всему используемому для опытов помещению. Подтверждение содержания клеток в рабочей культуре проводили путем высева на соответствующие агаризованные среды.

Исследования проводили в три этапа.

I этап. Предварительно перед закладкой овощей на хранение все поверхности бокса, в том числе ящики и полки, а также воздух лабораторного бокса, были обработаны компонентом А: концентрация – 2%; экспозиция – 30 мин; дисперсность аэрозоля – 25 мкм.

Компонент А равномерно распределили по всему объему помещения благодаря принудительной циркуляции воздуха, создаваемой установленными на генераторе Я23-ГТА двумя вентиляторами в автоматическом режиме. Созданный аэрозоль компонента А представлен на рис. 2.



Рис. 2 – Вид аэрозоля компонента А

II этап. Поверхности бокса (стены, потолок), а также деревянные и пластмассовые ящики, металлические, деревянные, пластмассовые полки обработали компонентом Б: концентрация – 2%; дисперсность аэрозоля – 50 мкм.

Компонент Б наносили направленным аэрозолем с помощью генератора аэрозолей Я23-ГТА при выключенных вентиляторах в ручном режиме на все указанные поверхности для создания защитной пленки. Созданный аэрозоль компонента Б представлен на рис. 3.

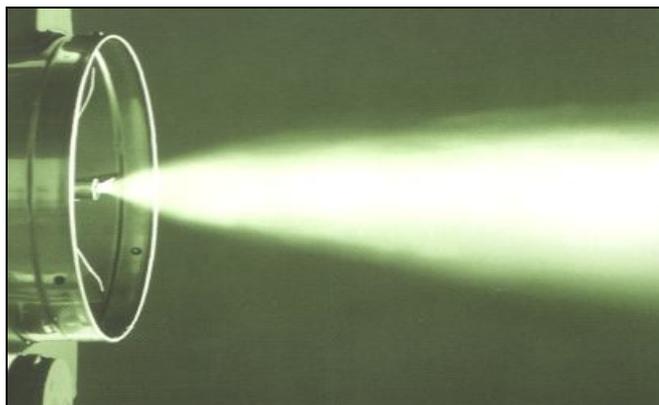


Рис. 3 – Вид аэрозоля компонента Б

III этап. После закладки овощей в ящики, на металлические, деревянные, пластмассовые полки, бокс был повторно обработан компонентом Б генератором аэрозолей Я23-ГТА с включенными вентиляторами в автоматическом режиме: концентрация – 0,5%; дисперсность аэрозоля – 25 мкм.

Отбор проб с объектов внешней среды (смывов, воздуха), а также их исследование проводили стандартными и общепринятыми методами.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения эксперимента проводился микробиологический мониторинг качества проведения дезинфекции воздушной среды и поверхностей лабораторного бокса и заложенных на хранение овощей. Результаты проведения дезинфекции I этапа исследований на различных поверхностях компонентом А представлены в таблице.

Таблица 1. Результаты проведения дезинфекции на различных поверхностях компонентом А

Тест– поверхность	<i>St. aureus</i> , КОЕ на см ²		<i>Esherichia coli</i> , КОЕ на см ²		<i>Candida albicans</i> , КОЕ на см ²	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Бетон	$6,8 \cdot 10^4$	9	$3,5 \cdot 10^5$	2	$3,4 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^1$
Нержавеющая сталь	$4,3 \cdot 10^4$	—	$1,8 \cdot 10^5$	—	$2,5 \cdot 10^4$	—
Керамическая плитка	$3,8 \cdot 10^4$	—	$1,9 \cdot 10^5$	—	$1,4 \cdot 10^4$	—
Пластмасса	$2,7 \cdot 10^4$	3	$2,4 \cdot 10^5$	—	$1,9 \cdot 10^4$	2

Бактерицидный эффект компонента А дезинфицирующего средства «НАВИСАН-АГРО» обусловлен своеобразным аутолитическим «взрывом» за счет реакций перекисного окисления липидов, что обеспечивает практический избирательный механизм бактерицидного действия с компонентами лизиса за счет деструкции соответствующих компонентов клеточной стенки.

Результаты проведения II и III этапа исследований и сравнительная характеристика антимикробного воздействия препаратов представлены на рис. 4.

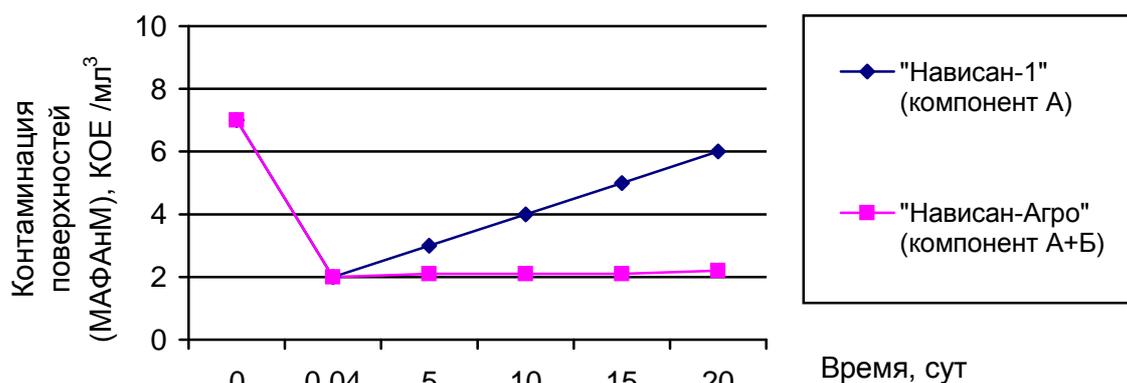


Рис. 4 – Сравнительная характеристика антимикробного воздействия дезинфицирующих препаратов

Анализ графика показывает, что после применения компонента А количество патогенной микрофлоры снизилось, однако после определенного времени рост возобновился. При этом применение для дезинфекции препарата «НАВИСАН-АГРО», состоящего из двух компонентов, позволяет не только снизить количество вредных микроорганизмов, но и поддерживать его на требуемом уровне для эффективного хранения плодов и овощей.

Выводы.

1. Пероксидный дезинфектант (компонент А) обладает широким спектром антимикробной активности по отношению к грамположительным бактериям (*Staphylococcus aureus*), грамотрицательным бактериям (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), дрожжеподобным грибам р. *Candida* при весьма низких рабочих концентрациях.

2. Полимерная природа компонента Б дезинфицирующего препарата «НАВИСАН-АГРО» позволяет ему формировать на обработанных поверхностях тонкую полимерную пленку, обеспечивающую длительный дезинфицирующий эффект поверхности. Проникая в микробную клетку,

препарат блокирует действие ферментов, препятствует репликации нуклеиновых кислот, угнетает дыхательную систему клетки, что приводит к ее гибели.

3. Применение аэрозольной технологии обеззараживания с использованием отечественного генератора аэрозолей Я23-ГТА и двухкомпонентного отечественного дезинфицирующего препарата «НАВИСАН-АГРО» в два этапа (обработка поверхностей компонентом А для «глубокой» дезинфекции, затем нанесение пленочного компонента Б для пролонгированного биоцидного и особенно фунгицидного действий) позволяет: значительно увеличить сроки хранения продукции; исключить необходимость создания и поддержания экстремальных условий хранения; при высоком качестве дезинфекции сократить расход дезинфицирующего препарата.

Литература

1. Основные направления исследований в области создания дезинфицирующих препаратов / Белова В.И. [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования дезинфекционных и стерилизационных мероприятий. – Ч. 2. – М., 1990. – С. 137–141.

2. Волкинд И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов / И.Л. Волкинд – М., 1989. – С. 15–25.

3. Жоровин, Н.А. Сокращение потерь овощей и картофеля при уборке и хранении / Н.А. Жоровин, М.А. Николаева, – Минск, 1989. – С. 11–16.

4. Пажи, Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов, – М.: Химия, 1984. – 255 с.

5. Трушина А.В., Бамбурова Л.С., Тупицын Д.И. Пути сохранения качества плодоовощной продукции при хранении. – М., 1990. – С. 15–19.

6. Ховзун, Т.В. Объемная аэрозольная дезинфекция и опыт ее использования на предприятиях мясо и птицеперерабатывающей промышленности Республики Беларусь / Т.В. Ховзун // «Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов»: сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф. – 2006г., Мн.

J. Lobanov, T. Hovzun, A. Shakh

**DOMESTIC WORKINGS OUT IN THE FIELD OF CARRYING OUT
DISINFECTION OF STOREHOUSES OF FRUIT-AND-VEGETABLE
PRODUCTION**

Summary

In given article there is a speech about working out of a modern and effective method of disinfection aerosols solutions of disinfectants for storehouses of fruit-and-vegetable production, applying developed in Institute of the meat-and-milk industry the domestic generator of aerosols Я23-ГТА and the laboratory sample of new domestic disinfectant "NAVISAN-AGRO".

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНОГО И
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ:**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2009

Компьютерный набор и верстка В.В. Хегстрем

Ответственный за выпуск С.А. Суслов

Подписано в печать 17.08.2010г.

Формат 60?84/8. Бумага офсетная 70г/м². Гарнитура Times

Отпечатано на ризографе. Усл. печ.л. 17,0 Уч.-изд.л. 17,3

Тираж 150 экз. Заказ № 10

Издатель и полиграфическое исполнение

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ЛИ-02330/0552911 от 07.05.2010г.

Партизанский пр., 172. 220075, Минск

