

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований
Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь
от 2 февраля 2011 г. № 26



ISSN 2073-4794

№3(29)
2015

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

ул. Козлова, 29, г. Минск,
220037, Республика Беларусь
Тел./факс: (375-17) 285-39-70/
285-39-71, 294-33-32 (редактор)
e-mail: biblio@belproduct.com

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 15.09.2015.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,9. Уч.-изд. л. 10,50.

Тираж 100 экз. Заказ 364.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Учредитель

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации
Республики Беларусь (свидетельство
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Научное сопровождение масложировой отрасли.....	3
Семинар «Актуальные вопросы повышения конкурентоспособности отечественной винодельческой продукции на рынке евразийского экономического союза».....	6
О развитии консервной отрасли	8
З.В. Ловкис, А.В. Садовская. О подготовке научных кадров высшей квалификации для пищевой промышленности	10

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

З.В. Ловкис, Д.А. Зайченко, Н.Н. Петюшев, С.А. Арнаут, А.А. Литвинчук, В.В. Литвяк, И.М. Почичкая. Технология переработки картофеля при производстве сухого концентрата и крахмала	14
А.В. Лысый, Е.В. Грабовская, В.В. Литвяк. Исследование сорбционных характеристик крахмалов	22
О.В. Дымар, Н. Мувад, А.П. Райский. Стандартизация состава смесей для йогурта методом нанофльтрации.....	28
О.В. Кочубей-Литвиненко, Е.А. Билык, В.В. Олишевский, А.И. Маринин, К.Г. Лопатько. Способ обогащения молочной сыворотки коллоидными частицами биогенных металлов Mg и Mn, перспективы ее использования.....	36
О.В. Дымар, С.А. Гордынец, И.В. Калтович. Определение оптимальной дозировки КСБ-УФ-80 в составе специализированных мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности	42
Д.В. Хлиманков, Т.М. Тананайко, А.А. Пушкарь. Исследование влияния применения ферментного препарата целлюлолитического спектра действия на процесс дрожжегенерации при дифференцированном разделении и переработке биополимеров тритикале	49
Т.М. Тананайко, О.Л. Зубковская. Исследование влияния технологических приемов на интенсификацию процесса брожения и качественные характеристики фруктово-ягодных натуральных виноматериалов	56
А.Б. Торган. Анализ реологических аспектов течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием нелинейной модели Балкли-Гершеля.....	64
Е.М. Моргунова, Л.М. Павловская, Л.А. Гапеева. Инулин в технологии производства плодоовощных консервов.....	71
Л.Л. Богданова, И.Б. Фролов, К.В. Обьедков, Т.А. Савельева. Разработка технологии изготовления нового вида пребиотической кормовой добавки.....	76
О.А. Подковко, Т.А. Рашевская. Исследование антиокислительных свойств масляной пасты с криопорошком из столовой свеклы.....	81
Ху По, Т.А. Савицкая, Л.А. Готина, С.Е. Макаревич, Д.Д. Гриншпан. Съедобные пленки – будущее упаковки пищевых продуктов.....	87

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

И.М. Почичкая, В.П. Субач. Обзор современных методов исследования компонентного состава ягодного сыра.....	94
Л.А. Мельникова, А.Н. Лилишенцева. Исследование потребительских предпочтений на рынке рыбных пресервов	99



НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ МАСЛОЖИРОВОЙ ОТРАСЛИ

В Витебске 9 июня 2015 г. состоялся Республиканский научно-практический семинар «Научное сопровождение масложировой отрасли» на базе ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод». Мероприятие было организовано РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» при поддержке концерна «Белгоспищепром».

В работе семинаре приняли участие 50 специалистов от 18 организаций, в том числе Российской Федерации: концерн «Белгоспищепром», Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», РУП «Витебский центр стандартизации, метрологии и сертификации», ВНИИЖиров (Российская Федерация, г. Санкт-Петербург), ООО «Фирма «РосКо» (Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону), ООО «Зовсак» (Российская федерация, г. Москва), маслособывающие и маслоперерабатывающие предприятия республики.



Работу семинара открыл З.В. Ловкис, генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор техн. наук, профессор. Зенон Валентинович поздравил участников семинара с началом работы и пожелал семинару успешного проведения. Он отметил, что основополагающим для успешной работы масложировой отрасли, как и пищевой промышленности в целом, является обмен знаниями между ведущими специалистами отрасли и научными организациями, и на это направлена работа Республиканского научно-практического семинара.

Выступление главного инженера ОАО «Витебский МЭЗ» П.В. Твердовского было посвящено истории становления и развития маслоэкстракционного завода. Павел Викторович рассказал

о техническом перевооружении производства и расширении лабораторного оснащения предприятия, осуществленных за последние десять лет.



Начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции В.Н. Бабодей в своем докладе рассказала о научном сопровождении масложировой отрасли Республики Беларусь. Валентина Николаевна осветила основные направления деятельности группы по масложировой отрасли и представила результаты проделанной работы по разработке новых видов масложировой продукции, в том числе функционального назначения, по совершенствованию технологических процессов и обновлению базы стандартов и других ТНПА.

В рамках семинара с докладом на тему «Научно-обоснованные тенденции переработки масличного сырья» выступил директор ВНИИЖиров, доктор техн. наук А.Н. Лисицын. В докладе рассмотрена динамика развития масложировой отрасли России и затронуты актуальные проблемы обеспечения сырьевой базы, касающиеся баланса между твердыми и жидкими растительными маслами. Основной акцент в докладе сделан на понимание процессов формирования капиллярно-пористой структуры и протекания окисления масел в процессе переработки масличного сырья, направленного на получение растительных масел высокого качества.



Вопросы обеспеченности сырьем маслодобывающей отрасли на 2015 г. в своем докладе осветила заведующая лабораторией крестоцветных культур, кандидат сел.-хоз. наук, доцент Я.Э. Пилук. В ходе доклада Ядвига Эдвардовна выразила общую озабоченность о гибели более 40 % озимых посевов рапса. Также было отмечено, что уже зафиксированы случаи гибели яровых посевов. Основными причинами гибели столь высокого количества посевов являются климатическо-физиологические (отсутствие закалки растений перед уходом в зиму, воздействие низких температур и ветра без снежного покрова, ледяная корка и вымокание) и агротехническо-физиологические (поздние сроки сева, загущенность посевов, отсутствие или несба-

лансированность питания). Прогнозируемый валовой сбор маслосемян рапса в 2015 г составит 53-66 % к уровню 2014 г. Как результат, перед республикой встает вопрос обеспечения необходимым количеством высокобелковых кормов для животноводства. Ядвига Эдвардовна акцентировала внимание на основных причинах, снижающих урожайность и повышающих риск гибели посевов, рассказала о надежных и проверенных, а также новых способах защиты посевов рапса от неблагоприятных факторах окружающей среды.

В рамках семинаров для маслоперерабатывающих предприятий были представлены презентации компаний ООО «ЗОВСАК» и ООО «Фирмы «РосКо», поставляющих вспомогательные материалы для адсорбционной отбелики растительных масел. ООО «ЗОВСАК» предлагает кизельгур и перлит компании «Imerys», отбеливающих глин «Clariant» и активированного угля «Sabot». ООО «Фирма «РосКо» (Группа компаний «Альтаир») предлагает активированные отбельные глины и активированный уголь компании «Taiko». Применение адсорбентов помогает решать важные задачи очистки растительных масел: снижение цветности, удаление следов мыл, снижение содержания металлов, продуктов окисления и остаточного содержания фосфолипидов. Компании работают в непосредственном контакте с фирмами-изготовителями и осуществляют технологическую поддержку своих клиентов.

В ходе семинара отмечен ряд актуальных вопросов масложировой отрасли, в том числе:

- ♦ необходимость расширения работы по рекламе в средствах массовой информации отечественной масложировой продукции;
- ♦ актуальность оснащения производственных лабораторий маслоперерабатывающих предприятий современным оборудованием с целью обеспечения стабильного качества выпускаемой продукции;
- ♦ необходимость загрузки существующих мощностей маслосебяющих предприятий в связи с неблагоприятной ситуацией по ожидаемому валовому сбору маслосемян рапса в 2015 г.

По результатам принята резолюция и выработаны рекомендации:

1. Считать необходимым усиление работы, проводимой РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: по оказанию консультативной и методологической помощи предприятиям масложировой отрасли, по исследованию инновационных технологий и продукции, расширению ассортимента масложировых продуктов, в том числе для промышленной переработки.

Продолжить работу по актуализации и разработке ТНПА на масложировую продукцию.

2. Предприятиям масложировой отрасли совместно со специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» усилить работу по рекламе в средствах массовой информации отечественной масложировой продукции, в том числе повышенной пищевой ценности.

3. Маслоперерабатывающим организациям:

- ♦ с целью обеспечения стабильного качества отечественной маргариновой продукции изыскать возможности для оснащения производственных лабораторий современным оборудованием, позволяющим определять твердые триглицериды и *транс*-изомеры жирных кислот в жировом сырье, маргаринах, спредах и жирах специального назначения;
- ♦ освоить технологию и организовать выпуск инновационной масложировой продукции.

4. Информировать концерн «Белгоспищепром» и Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь о необходимости принятия мер в связи с ожидаемым производством маслосемян рапса урожая 2015 г. около 500 тыс. т (в бункерном весе) и ожидаемой загрузке имеющихся производственных мощностей по переработке семян масличных культур.

5. С целью исключения потерь урожая маслосемян рапса сельскохозяйственным организациям руководствоваться рекомендациями РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по земледелию» по возделыванию масличных культур.

*Отдел технологий кондитерской и масложировой продукции,
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию»*

СЕМИНАР «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА РЫНКЕ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА»

15 июля 2015 г. в г. Минске состоялся Международный научно-практический семинар «Актуальные вопросы повышения конкурентоспособности отечественной винодельческой продукции на рынке Евразийского экономического союза», организованный РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

В работе семинаре приняли участие 43 специалиста от 23 организаций, в том числе специалисты ГУ РЦГЭ и ОЗ Шевелева Г.А.; РУП «Белорусский государственный институт метрологии» Булавина Е.Р.; «PERDOMINI-IOC SPA РУП» (Италия) Майя Маслек; директор ООО «Элиар-М» Мойсюк В.Т.; руководители и специалисты РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» - Шепшелев А.А., Моргунова Е.М., Тананайко Т.М., Урсул О.Н., Комарова Н.В., руководители и специалисты винодельческих предприятий республики.

Работу семинара открыл Шепшелев А.А., заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», кандидат техн. наук. Александр Анатольевич поздравил участников семинара с началом работы и пожелал семинару успешного проведения. Он отметил, что основополагающим для успешной работы винодельческой отрасли, как и пищевой промышленности в целом, является обмен знаниями между ведущими специалистами отрасли и научными организациями, и на это направлена работа Международного научно-практического семинара.



На обсуждение было представлено 9 докладов по современным тенденциям развития рынка винодельческой продукции, о порядке государственной санитарно-гигиенической экспертизе алкогольной продукции, о внедрении стандартов пищевой безопасности, открывающих новые экспортные возможности и конкурентные преимущества; о современных подходах к контролю качества винодельческой продукции, представленной на рынке таможенного союза; о путях повышения конкурентоспособности и стабильности винодельческой продукции с использованием современных вспомогательных средств; о научных основах разработки конкурентоспособной винодельческой продукции путем использования отечественной древесины дуба.

Выступление заместителя генерального директора по качеству и стандартизации продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продо-

вольствию» Моргуновой Е.М. было посвящено вопросам технического регулирования алкогольной отрасли в Евразийском экономическом союзе, а также обеспечению алкогольной отрасли Республики Беларусь национальными стандартами.

Елена Михайловна рассказала о действующих технических регламентах Таможенного союза и актуальных вопросах технического регулирования алкогольной отрасли. В следующем ее докладе были отмечены действующие и новые национальные стандарты на отдельные группы алкогольной продукции, а также стандарты по методам испытаний алкогольной продукции за последние пять лет.

Начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции Тананайко Т.М. в своем докладе рассказала о научном сопровождении винодельческой отрасли Республики Беларусь. Татьяна Михайловна осветила основные направления деятельности группы по винодельческой отрасли и представила результаты проделанной работы по разработке новых групп винодельческой продукции, в том числе импортозамещающих, по совершенствованию технологических процессов и обновлению базы стандартов и других ТНПА.

В рамках семинара с докладом на тему «Внедрение стандартов пищевой безопасности – новые экспортные возможности и конкурентные преимущества» выступила консультант программы IFC по внедрению стандартов агробизнеса в Европе и Центральной Азии, ведущий инженер отдела сертификации пищевой и парфюмерно-косметической продукции РУП «Белорусский государственный институт метрологии» Булавина Е.Р. В докладе рассмотрена современная ситуация и актуальные вопросы пищевой безопасности. Основной акцент в докладе сделан на понимание процессов формирования безопасности производства пищевой продукции и соответствия производства основным системам управления безопасности пищевых продуктов (СУБПП) – FSSC 22000.

Руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции Урсул О.Н. в своем докладе рассказала о научных основах разработки конкурентоспособной винодельческой продукции с использованием белорусской древесины дуба. Ольга Николаевна представила основные факторы, которые обеспечивают производственные, экономические и научно-обоснованные преимущества использования отечественной древесины в производстве национального выдержанного винодельческого продукта.

В рамках семинаров для винодельческих предприятий были представлены презентации компании «PERDOMINI-IOC SPA», поставляющих пищевые добавки и вспомогательные материалы для винодельческой отрасли. Инактивированные дрожжи «LaVigne» для обработки плодов и ягод с целью ускорения их созревания, комплексные препараты по обеспечению снижения содержания железа в винах, осветляющие и стабилизирующие препараты производства «Lallemmand» и «PERDOMINI-IOC SPA» такие как бентониты, желатины, активированные угли и таннины. Применение стабилизаторов помогает решать важные задачи обеспечения розливостойкости и прозрачности винодельческой продукции.

В ходе семинара отмечен ряд актуальных вопросов винодельческой отрасли, в том числе:

- ♦ необходимость расширения работы по рекламе новых научных разработок винодельческой продукции в средствах массовой информации;
- ♦ усиление работы специалистов винодельческих предприятий и государственных структур над проектом регламента Евразийского экономического союза «О безопасности алкогольной продукции»;
- ♦ необходимость улучшения внешнего оформления винодельческой продукции, активизации маркетинговых служб предприятий и актуализации действующего ассортимента в соответствии с потребительским спросом.

По результатам работы научно-практического семинара принята резолюция для дальнейшего развития винодельческой отрасли нашей республики.

*Отдел технологий алкогольной и безалкогольной продукции,
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию»*

О РАЗВИТИИ КОНСЕРВНОЙ ОТРАСЛИ



В Республике Беларусь стало традицией ежегодное проведение Научно-практическим центром НАН Беларуси по продовольствию выездных семинаров для руководителей и специалистов по переработке плодоовощной продукции. Семинары прошли в Могилевской области на базе ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод», в Гомельской области на базе КСУП «Брилево», КСУП «Восход», ОАО «Мозырьсоль», Туровском филиале ОАО «Туровщина», в Минской области на базе Столбцовского филиала ОАО «Городейский сахарный комбинат», в Гродненской области на базе УДП «Гродненский консервный завод» и «Фирмы АВС» ООО.

22-23 июля 2015 г. очередной семинар проведен на базе ОАО «Савушкин продукт». Тема семинара: «Пути развития консервной отрасли республики на основе опыта предприятий частной формы собственности». Организатором семинара выступил РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» при финансовой поддержке концерна «Белгоспищепром» и ОАО «Савушкин продукт».

В его работе приняли участие 80 представителей 33 предприятий республики, занимающихся производством плодоовощных консервов и замороженных консервированных продуктов.

Работу семинара открыли генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» Ловкис З.В. и заместитель председателя концерна «Белгоспищепром» Михальцевич М.Ю. Они подчеркнули актуальность и значимость проводимого мероприятия. Возможность поделиться опытом, почерпнуть для себя новые знания, пообщаться с коллегами в современном мире конкуренции и корпоративной закрытости информации – величайшая роскошь и достоинство, которые в силу своего менталитета мы иногда не ценим.

От имени Брестского исполнительного комитета участников семинара приветствовала первый заместитель председателя комитета по экономике Палейко Т.А., которая ознакомила присутствующих с опытом развития экономики региона.

Вопросы государственно-частного партнерства и подготовки его законодательной базы осветил депутат Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь Бороденя В.А.

С анализом работы консервной отрасли республики, постановочными задачами повышения ее эффективности ознакомил присутствующих начальник отраслевого отдела концерна «Белгоспищепром» Андреева Е.А.

Опытом работы поделились генеральный директор ОАО «Савушкин продукт» Савчиц А.В., учредитель ИООО «Вастега» Панкова А.В., учредитель ИООО «БЕЛ-ОБСТ» Харьков В.И., директор СООО «Оазис Дистрибьюшн» Белов Г.Е. У каждого из них свой взгляд на построение и функционирование бизнеса в области консервированных продуктов, но общие подходы едины – без личной инициативы руководителя, ответственного и творческого отношения к работе команды специалистов успеха добиться невозможно. Только высокое качество продукции, ее

востребованность на рынке, ориентированность на запросы потребителей и мобильность производства могут обеспечить устойчивый положительный результат бизнеса в области продуктов питания.

На семинаре были затронуты вопросы создания собственных сырьевых зон предприятий переработки. На примере Крестьянского фермерского хозяйства «Ягодка» было показано, как можно работать с ягодными культурами, развивать сырьевую базу малораспространенных видов ягодных культур голубики и клюквы, а также их переработку на высокоценные соковые продукты прямого отжима.



Вопросы научного сопровождения предприятий отрасли, независимо от их ведомственной подчиненности и форм собственности, осветила начальник отдела консервирования пищевых продуктов РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» Павловская Л.М. Все разработки ученых имеют практическую направленность и способствуют, как технологическому совершенствованию процессов производства, так и созданию новых видов продукции, улучшению ее полезных свойств и качественных характеристик. За последние 4 года было разработано 7 СТБ, 19 изменений к СТБ; 8 – технических условий, 41 изменение к техническим условиям, 24 технологические инструкции на процессы производства продукции и 327 новых видов консервов. Все запросы предприятий отрасли в полном объеме помогают решать ученые, особенно это ярко проявилось на этапе широкомасштабной модернизации отрасли. Ученые помогли производителям осваивать новое технологическое оборудование, выявлять и использовать максимальные его технические возможности, создавая оптимальные режимы переработки сырья.

Кроме того очень важна и нужна просветительная работа среди специалистов отрасли. Научные работники стали поистине объединяющим и координирующим звеном всей отраслевой технологической службы.

Участники семинара ознакомились с практикой производства соковой продукции на ОАО «Савушкин продукт» и замороженных продуктов на ИООО «Терсет – Вест».

В рамках семинара прошла процедура подведения итогов и награждения победителей отраслевого конкурса лучших консервированных продуктов – «Хрустальное яблоко – 2015».

В год 70-летия Великой Победы, встречаясь на священной брестской земле, участники семинара отдали дань памяти и уважения героизму защитников Брестской крепости, посетив мемориал «Брестская крепость – герой».

На волне высокого патриотизма, профессионального единения и личной ответственности каждого из присутствующих за состояния отрасли завершилась 2-х дневная работа отраслевого семинара.

*Отдел технологий консервирования пищевых продуктов,
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию»*

В статье рассматриваются вопросы подготовки кадров высшей научной квалификации в аспирантуре РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», исследуются основные проблемы деятельности аспирантуры и пути решения. Анализируется динамика численности обучающихся и результативность процесса подготовки диссертаций.

О ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*З.В. Ловкис, заслуженный деятель науки Республики Беларусь,
член-корр. НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор,
генеральный директор;*

А.В. Садовская, кандидат технических наук

Эпоха развития Республики Беларусь в целом и перерабатывающей промышленности в частности характеризуется инновационностью, экономическим ростом, технологичностью, информационностью. В условиях повышения требований к качеству и конкурентоспособности продукции из перерабатываемого сырья растительного и животного происхождения и производителям продукции необходимы новые научные знания, высокая профессиональная подготовка и культура.

Кадровая политика Национальной академии наук Беларуси и РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» является важнейшей составляющей государственной кадровой политики в научной сфере, содержание которой определяется основными целями, задачами, направлениями Концепции государственной кадровой политики и Программой социально-экономического развития Республики Беларусь. Развитие кадрового потенциала академической науки невозможен без выполнения прогнозных показателей подготовки научных работников высшей квалификации через аспирантуру и докторантуру [1].

С целью повышения результативности научных кадров в плане создания новых техники и технологий, методик и других продуктов исследований необходима целенаправленная работа с молодежью: создание условий для работы, организация научных исследований через научно-технические программы и проекты, воспитание специалиста интеллектуала высокой квалификации, привитие умения и желания трудиться и т.д.

В соответствии с Планом приема в аспирантуру и докторантуру научных организаций Национальной академии наук Беларуси на 2014 г. планировалось принять 144 чел., РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» – 4 человека. В результате план приема Национальной академией наук Беларуси был выполнен на 94,4 %, нашей организацией план выполнен в полном объеме (100 %). Прогнозные показатели приема для получения послевузовского образования на 2015 г. в Национальной академии наук Беларуси составляют 147 чел., РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» – 9 чел.

Выпуск из аспирантуры в 2014 г. в Национальной академии наук Беларуси составил 176 чел. Удельный вес численности аспирантов, обучающихся в дневной форме получения образования, в общем количестве аспирантов на начало 2014 г. составил 55,1 % (323 чел.), заочной – 21,4 % (125 чел.), а в форме соискательства 23,5 % (138 чел.) [2].

Выпуск из аспирантуры РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в 2014 г. составил 6 чел. Распределение аспирантов по форме обучения следующее: дневной – 16 % (4 чел.), заочной – 76 % (19 чел.), в форме соискательства – 8 % (2 чел.).

На 1 июля 2015 г. удельный вес численности аспирантов по организации, обучающихся в дневной форме – 33,3 % (5 чел.), заочной – 53,3 % (8 чел.), в форме соискательства – 13,4 % (2 чел.). Для нужд государственных заказчиков (Министерства образования, Министерства сельского хозяйства и продовольствия) проходит обучение в аспирантуре организации 5 человек.

Анализ данных динамики численности аспирантов и соискателей (рис. 1) показывает, что с 2011 г. наблюдается снижение количества аспирантов заочной формы обучения, что обусловлено изменениями в нормативно-правовых документах, устанавливающих сдачу кандидатских экзаменов по общеобразовательным дисциплинам до поступления в аспирантуру.

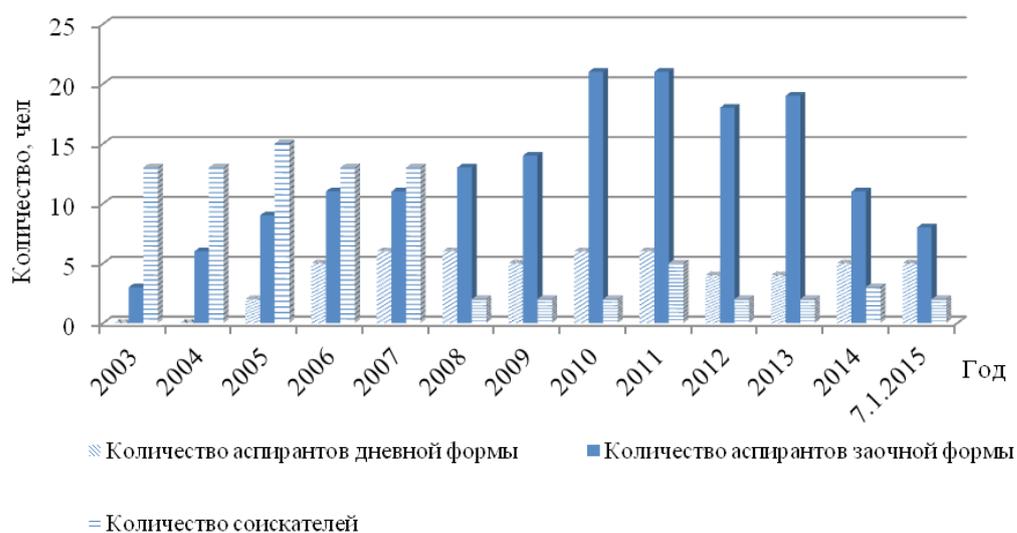


Рис. 1. Динамика численности аспирантов и соискателей РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

Общее количество принятых в аспирантуру с 2007 г. по 01.07.2015 г. составило 83 чел., из них 15 чел. обучается на данный момент в аспирантуре, 21 человек был отчислен из аспирантуры до срока окончания обучения, что составляет 25,3 %. Полный курс обучения в аспирантуре прошли 47 чел. (56,6 % от общего количества, принятых в аспирантуру), общее количество успешно защитившихся – 19 чел., а также одна докторская диссертация была защищена в 2014 г. сотрудником Центра в Кубанском государственном технологическом университете, что составляет 40 % от успешно прошедших полный курс обучения. Из 47 чел., окончивших аспирантуру, 28 чел. не защитили диссертации, причем из них 14 человек являются сотрудниками организации.

Распределение аспирантов и соискателей по специальностям отражено в табл.

Шифр	Название специальности	Количество обучающихся
05.18.01	Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)	6
05.18.07	Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ (технические науки)	6

Шифр	Название специальности	Количество обучающихся
05.18.12	Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки)	1
05.18.15	Технология и товароведение пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания(технические науки)	2
Всего 15 человек		

Как видим, в последние годы одной из проблем развития аспирантуры является снижение численности аспирантов, так в 2014 г. количество аспирантов, включая соискателей, уменьшилось на 43,8 % (по сравнению с 2011 г.) и на 28 % по сравнению с 2013 г. Прием и выпуск из аспирантуры сохраняется на одном уровне с 2011 г. и ежегодно составляет 5-6 чел. Эффективность деятельности аспирантуры по показателю «выпуск из аспирантуры с защитой диссертации» снижается.

Анализ тематик диссертаций, выполняемых в Центре по продовольствию, показывает, что преобладающее большинство работ соответствует утвержденному перечню приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь и перечню приоритетных направлений научно-технической деятельности и осуществляется в рамках заданий государственных программ научных исследований.

Исследования аспирантов выполняются по ряду приоритетных направлений, обеспечивающих развитие высокотехнологичных производств:

- ♦ технологии переработки сырья растительного происхождения (технология биосинтеза этанола из клубней топинамбура; технология производства муки крупчатки из твердых сортов пшеницы; технология макаронных изделий с добавлением порошка плодов и ягод);
- ♦ импортозамещающие и ресурсосберегающие технологии (технологии сыров, вырабатываемых с пропионовокислыми бактериями; технология получения химически модифицированных крахмалов для пищевой промышленности; технология получения дистиллята напитка типа «Виски»; технология получения экстрактов из отечественной древесины для производства алкогольной продукции);
- ♦ технологии продуктов питания функционального и профилактического назначения (технология обогащенных хлебобулочных изделий для школьного питания; технология ферментированных фруктоовощных продуктов; технология производства новых видов консервированных продуктов с использованием инулина);
- ♦ технологии переработки отходов пищевых производств (технология переработки хитин-гликоканового комплекса, полученного из отходов производства лимонной кислоты биологическим путем; технология переработки отходов картофеля для производства комбикормов; технология получения комплексного пищевого продукта из гидролизата пивных дрожжей).

Продолжаются работы над расширением ассортимента выпускаемой продукции, созданием продуктов питания высокой пищевой ценности, по переходу на индивидуальные рационы и функциональные продукты питания.

Задачи формирования кадрового потенциала белорусской науки, адекватного инновационной фазы развития экономики и общества, не могут решаться без коренной модернизации кадровой политики в научной сфере и реформирования системы подготовки научных кадров, прежде всего высшей квалификации, являющихся интеллектуальным ядром кадрового потенциала науки [2].

Многие причины сложившейся ситуации в системе подготовки научных кадров высшей квалификации выходят за рамки собственно научнообразовательной сферы. Большую роль здесь играют низкий престиж научной деятельности среди талантливой студенческой молодежи. Вследствие этого большинство выпускников вузов особенно технических и естественнонаучных специальностей не нацелены на научную деятельность.

Для решения указанных проблем в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» реализуется комплекс мер направленных совершенствование деятельности аспирантуры Центра. К наиболее важным мерам можно отнести:

- ♦ формирование структуры подготовки научных кадров в соответствии с приоритетами государственной научно-технической и экономической политики, обеспечивающих развитие инновационной экономики на базе новейшей техники и высоких технологий;
- ♦ повышение роли научных руководителей, экспертов, научно-технического совета в координации исследований и научных разработок по приоритетным направлениям;
- ♦ координация обеспечения подготовки узкопрофильных (отраслевых) специалистов необходимых для существенного прорыва в развитии и научном сопровождении отрасли;
- ♦ обеспечение молодых исследователей современными приборами, оборудованием, программами и методиками исследований;
- ♦ совершенствование социально-экономического механизма закрепления молодых специалистов в науке: создания более привлекательных условий для молодых специалистов и ученых и принятие мер по подъему заработной платы; обеспечение семей научных сотрудников доступным жильем.

Кардинальное решение вопроса о привлечении способной молодежи в сферу науки и образования состоит в создании ясной и стабильной перспективы карьерного роста молодого специалиста, что предполагает: высокий уровень оплаты труда и пенсии; возможность успешной научной карьеры, реально учитывающей профессиональные достижения. Наука как сфера деятельности должна давать шанс профессионального и карьерного роста наиболее достойным.

В настоящее время невозможно комплексно и эффективно решить кадровые проблемы науки и вопросы привлечения молодежи в сферу науки за счет использования рыночных механизмов. Это может быть осуществлено на основе программно-целевого метода, применение которого позволит обеспечить системное решение проблемы, рационально использовать ресурсы. Эффективность программно-целевого метода обусловлена его системным, интегрирующим характером, что позволит сконцентрировать ресурсы на выбранных приоритетных направлениях привлечения талантливой молодежи в сферу науки, образования и высоких технологий, достигнуть положительной динамики обновления кадрового состава этой сферы. Отсутствие программной поддержки воспроизводства научных кадров высшей квалификации со стороны государства в создавшихся условиях может привести к снижению инновационной направленности экономического роста в Беларуси, к недоиспользованию научного потенциала в качестве основного ресурса инновационного развития экономики страны [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о деятельности Национальной академии наук Беларуси в 2013 году М. : Белар. навука, 2014. – 411 с.
2. Шкурко, В.В. Проблемы подготовки кадров в НАН Беларуси в современных условиях / В.В. Шкурко, М.И. Артюхин // Наука и общество: история и современность: материалы Международной науч.-практ. конф., г. Минск, 16-17 октября 2014 г. – Минск : Право и экономика, 2014. – С. 84-93.

Рукопись статьи поступила в редакцию 28.05.2015

Z.V. Lovkis, A.V. Sadouskaya

THE TRAINING OF SCIENTIFIC STAFFS OF HIGH QUALIFICATIONS FOR THE FOOD INDUSTRY

In article questions of training of the top scientific skills in postgraduate study of RUP «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» are considered, the main problems of activity of postgraduate study and their solutions are investigated. Dynamics of number of post-graduate students and process productivity of preparation of theses are analyzed.

Разработана инновационная и импортозамещающая технология производства сухого концентрата в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат, которая состоит из участка механического обезвоживания (насос, центробежное сито, накопительная емкость мезги, конвейер, ленточный пресс, накопительная емкость клеточного сока) и участка сушки мезги (конвейер, смеситель, конвейер-распределитель, сушильная установка, транспортер).

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА И КРАХМАЛА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

З.В. Ловкис, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр. НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор;

Д.А. Зайченко, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по инновационной работе и внедрению;

Н.Н. Петюшев, кандидат технических наук, начальник отдела продукции из корнеклубнеплодов;

С.А. Арнаут, кандидат технических наук, и. о. начальника отдела новых технологий и техники;

А.А. Литвинчук, кандидат технических наук;

В.В. Литвяк, доктор технических наук, доцент;

И.М. Почицкая, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания

Введение. При переработке картофеля на крахмал образуются побочные продукты – картофельная мезга и клеточный (картофельный) сок. В настоящее время для многих отечественных предприятий, перерабатывающих картофель на крахмал, остро стоит вопрос утилизации побочных продуктов. Эти продукты до настоящего времени используются сезонно на корм скоту и ввиду высокой их влажности зачастую портятся, загрязняя окружающую среду [1-3].

На сегодняшний день отечественная технология обезвоживания и сушки картофельной мезги отсутствует. Поэтому целесообразно провести исследования по разработке отечественной конкурентоспособной технологии обезвоживания и сушки картофельной мезги, что позволит повысить общую эффективность картофелекрахмальных заводов Республики Беларусь и более широко вовлечь в сферу комбикормовой промышленности отходы крахмалопаточной отрасли пищевой промышленности.

Цель – разработать технологию производства сухого концентрата мезги в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат.

Объект и методы исследований. Объектом исследований являлась сухая картофельно-крахмальная мезга и промежуточные продукты ее концентрирования (отжатая и неотжатая сырая картофельно-крахмальная мезга и клеточный сок), а так же технологическое оборудование, предназначенное для концентрирования мезги.

Фотографирование. Фотографирование (макросъемку) проводили с помощью фотоаппарата SONY NEX-5N (Таиланд).

Световая микроскопия. Микроструктура исследована с помощью светового микроскопа Olympus CX41RF (увеличение в 40 раз), камера ALTRA 20 Soft Imaging Sistem (Япония).

Сканирующая электронная микроскопия. Морфологическая структура оценена на сканирующем электронном микроскопе LEO 1420 (Germany). Металлизацию препаратов осуществляли золотом в вакуумной установке ЕМТЕСН К 550Х.

Физико-химические исследования. Физико-химические свойства определены с использованием общепринятых стандартизированных методик МУК 4.1.986-00, ГОСТ Р 53182-2008, ГОСТ Р 53183-2003, МВИ МН 4475-2012, МВИ МН 1363-2000, ГОСТ 7698-93, ГОСТ 26188-84, ГОСТ 13496.2-91.

Результаты и их обсуждение. В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в рамках задания 2.8 «Усовершенствовать технологию и разработать комплект оборудования безотходной переработки картофеля с выходом продукции: нативный и модифицированный крахмал, сухой концентрат» программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля топинамбура на 2013-2016 гг.» разработана инновационная и импортозамещающая технология производства сухого концентрата в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат.

Технологическая схема. Производство сухого концентрата картофельной мезги осуществляется в следующей последовательности:

- ♦ механическое обезвоживание жидкой картофельной мезги;
- ♦ подготовка мезги перед сушкой;
- ♦ сушка мезги.

Технологическая линия производства сухого концентрата в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат состоит из двух участков: участок механического обезвоживания мезги и участок сушки мезги (рис. 1).

Технологическая схема участка механического обезвоживания мезги. На участке механического обезвоживания мезги предусмотрено последовательное осуществление следующих технологических операций:

- ♦ предварительное обезвоживание мезги на центробежном сите с целью удаления основной массы свободной влаги;
- ♦ дополнительное механическое обезвоживание на ленточном прессе.

Жидкая картофельно-крахмальную мезгу при помощи насоса (1) подается на центробежное сито (2). На центробежном сите (2) осуществляется предварительное обезвоживание жидкой мезги. Далее предварительно обезвоженная мезга, для равномерной подачи на пресс, поступает в накопительную емкость (3) и при помощи конвейера (4) подается для дополнительного обезвоживания с помощью ленточного пресса (5). Отжатый клеточный сок собирается в накопительной емкости (6). Затем при помощи конвейера (7) обезвоженная мезга подается на участок сушки мезги.

Технологическая схема участка сушки. На участке сушки (рис. 1б) предусмотрено последовательное осуществление следующих технологических операций:

- ♦ смешивание механически обезвоженной мезги с возвращаемой сухой мезгой;
- ♦ сушка мезги.

С участка механического обезвоживания мезги при помощи конвейера (1) обезвоженная мезга подается в смеситель (2). Одновременно с обезвоженной мезгой в смеситель (2) при помощи конвейера-распределителя (6) в заданном технологической инструкцией количестве поступает часть сухого концентрата мезги. После установления равновесной влажности в смесителе (2) картофельная мезга поступает при помощи конвейера (3) в сушильную установку (4), после чего при помощи транспортера (5) часть сухой мезги возвращается на конвейер-распределитель (6), а оставшаяся часть отправляется на фасовку и упаковку в потребительскую тару.

Технологический расчет. Для проектируемой линии и технологических расчетов процессов обезвоживания и сушки картофельно-крахмальной мезги принимаются исходные данные (табл. 1).

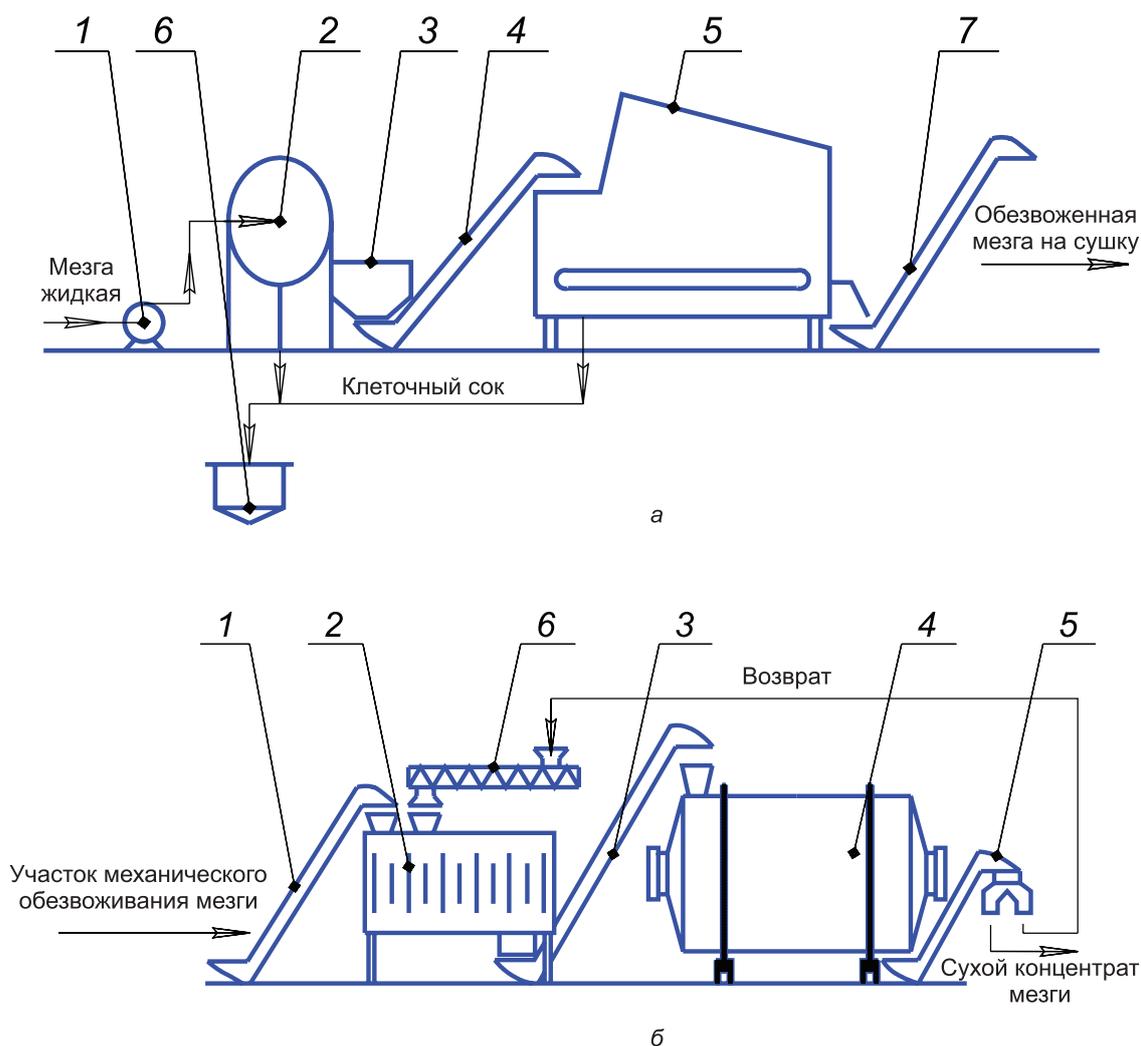


Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема производства сухого концентрата мезги:
а – участок механического обезвоживания; б – участок сушки

1.

Обозначение	Наименование показателя и ед. изм.
Q	мощность линии по перерабатываемому картофелю: т/сут., т/ч
b	выход мезги и картофельного сока, т/ч
C_1	массовая доля сухих веществ (СВ) в мезге, выходящей из производства, и поступающей на обезвоживание, %
C_2	массовая доля СВ в мезге, после центробежного сита, %
C_3	массовая доля СВ в мезге, после прессования, %
C_4	массовая доля СВ в мезге, поступающей на сушку после смесителя, %
C_5	массовая доля СВ в высушенной мезге, %

Принципиальная схема продуктовых потоков линии обезвоживания и сушки картофельно-крахмальной мезги представлена на рис. 2.

На участке механического обезвоживания мезги на центробежное сито из производства поступает жидкая картофельно-крахмальная мезга с определенной массовой долей сухих веществ (СВ).

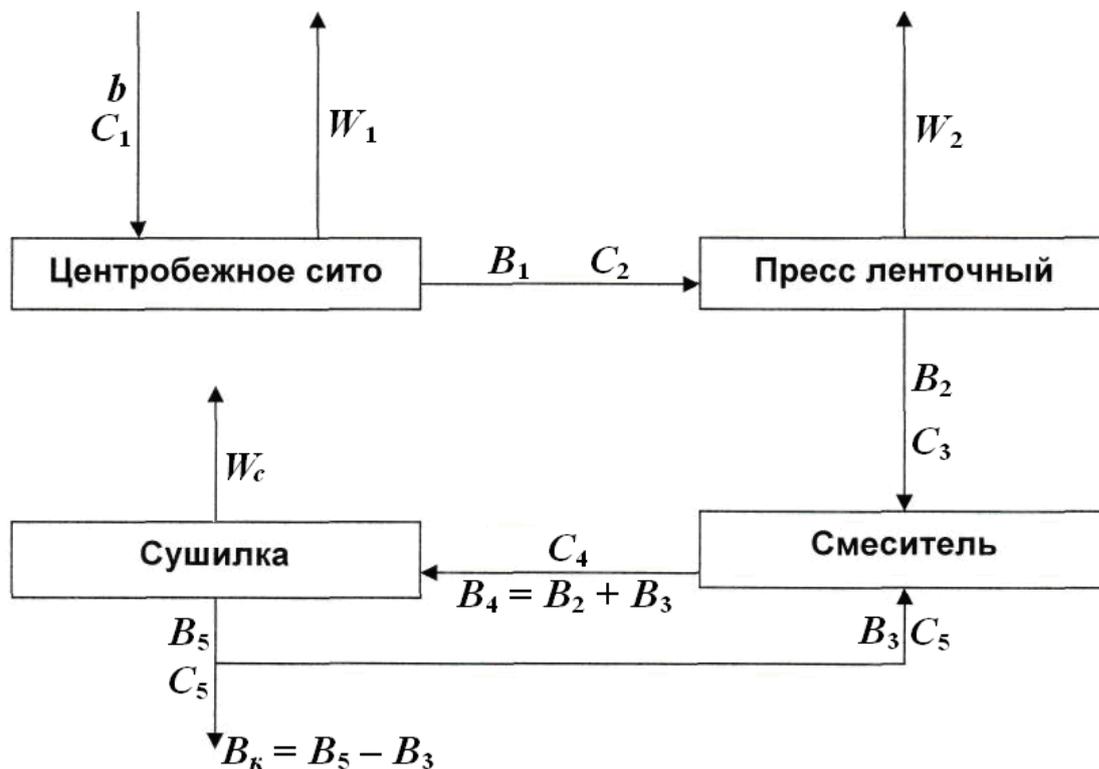


Рис. 2. Принципиальная схема продуктовых потоков линии обезвоживания и сушки картофельно-крахмальной мезги

После обезвоживания на центробежном сите образуется:

- ♦ мезга картофельно-крахмальная с массовой долей СВ (B_1):

$$B_1 = \frac{b \cdot C_1}{C_2}; \quad (1)$$

- ♦ жидкая фаза (вода и клеточный сок) (W_1):

$$W_1 = d - B_1. \quad (2)$$

На стадии прессования образуется:

- ♦ мезга картофельно-крахмальная с массовой долей СВ (B_2):

$$B_2 = \frac{B_1 \cdot C_2}{C_2}; \quad (3)$$

- ♦ жидкая фаза (вода и клеточный сок) (W_2):

$$W_2 = B_1 - B_2. \quad (4)$$

Всего на участке механического обезвоживания картофельно-крахмальной мезги будет выделено жидкой фазы (W):

$$W = W_1 + W_2. \quad (5)$$

Таким образом, на участке механического обезвоживания образуется картофельно-крахмальная мезга с массовой долей СВ (т/сут.), которая передается на участок сушки жидкой фазы (т/сут.).

Продуктовый расчет участка сушки картофельно-крахмальной мезги. Для получения на выходе из смесителя мезги с определенной массовой долей СВ на смешивание должно поступать следующее количество возвращаемой сухой мезги (B_3):

$$B_3 = B_2 \cdot \frac{C_4 - C_3}{C_5 - C_4}. \quad (6)$$

Таким образом, на смеситель будет поступать следующее количество мезги (B_4):

$$B_4 = B_2 + B_3. \quad (7)$$

А после высушивания будет получено сухой картофельно-крахмальной мезги с массовой долей СВ (B_5):

$$B_5 = \frac{B_4 \cdot C_4}{C_5}. \quad (8)$$

Отсюда количество выпариваемой на сушилке влаги (W_c) составляет:

$$W_c = B_4 - B_5. \quad (9)$$

В целом на выходе из сушилки будет получено сухой картофельно-крахмальной мезги (B_k):

$$B_k = B_5 - B_3. \quad (10)$$

Из общего количества сухой картофельно-крахмальной мезги $B_{k,m/ч}$ будет поступать на фасовку и упаковку, а $B_{3,m/ч}$ будет находиться в возврате на смеситель.

Соотношение физических масс влажной и сухой картофельно-крахмальной мезги, поступающих на смешивание составит:

$$m = \frac{B_2}{B_3}. \quad (11)$$

Характеристика сухого концентрата мезги. Картофельная мезга образуется в результате переработки клубней картофеля (*Solanum tuberosum L.*) на крахмал и является побочным продуктом картофелекрахмального производства.

Морфологическая структура картофельно-крахмальной мезги представлена на рис. 3.

Как свидетельствует рис. 3 общий вид сухой картофельно-крахмальной мезги представляет собой порошок неоднородного кремового цвета (т.е. имеются отдельные частицы, окрашенные в коричневый цвет и частицы, окрашенные в белый цвет), состоящий из мелких частиц неправильной формы.



Рис. 3. Морфологическая структура картофельно-крахмальной мезги

Особенности морфологии микроструктуры частиц картофельной мезги показаны на сканирующих электронных микрофотографиях (рис. 4).

Морфология картофельной мезги – совокупность гранул картофельного крахмала овальной формы, разнообразных по форме и размерам комков и отдельных мелких частиц типа чешуек, по-видимому, целлюлозной и/или гемицеллюлозной природы.

Основные качественные характеристики (общие физико-химические показатели, углеводный состав, аминокислотный состав, витаминный состав, и минеральный состав) сырой картофельно-крахмальной мезги (не отжатой и отжатой на прессе), а также клеточного (картофельного) сока из отжатой мезги представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2 в промежуточных продуктах концентрирования (отжатой и неотжатой сырой картофельно-крахмальной мезги и клеточном соке) нами не было обнаружено заметных количеств фруктозы, глюкозы, сахарозы, витамина B2, а также солей тяжелых металлов (свинца, кадмия, мышьяка и ртути).

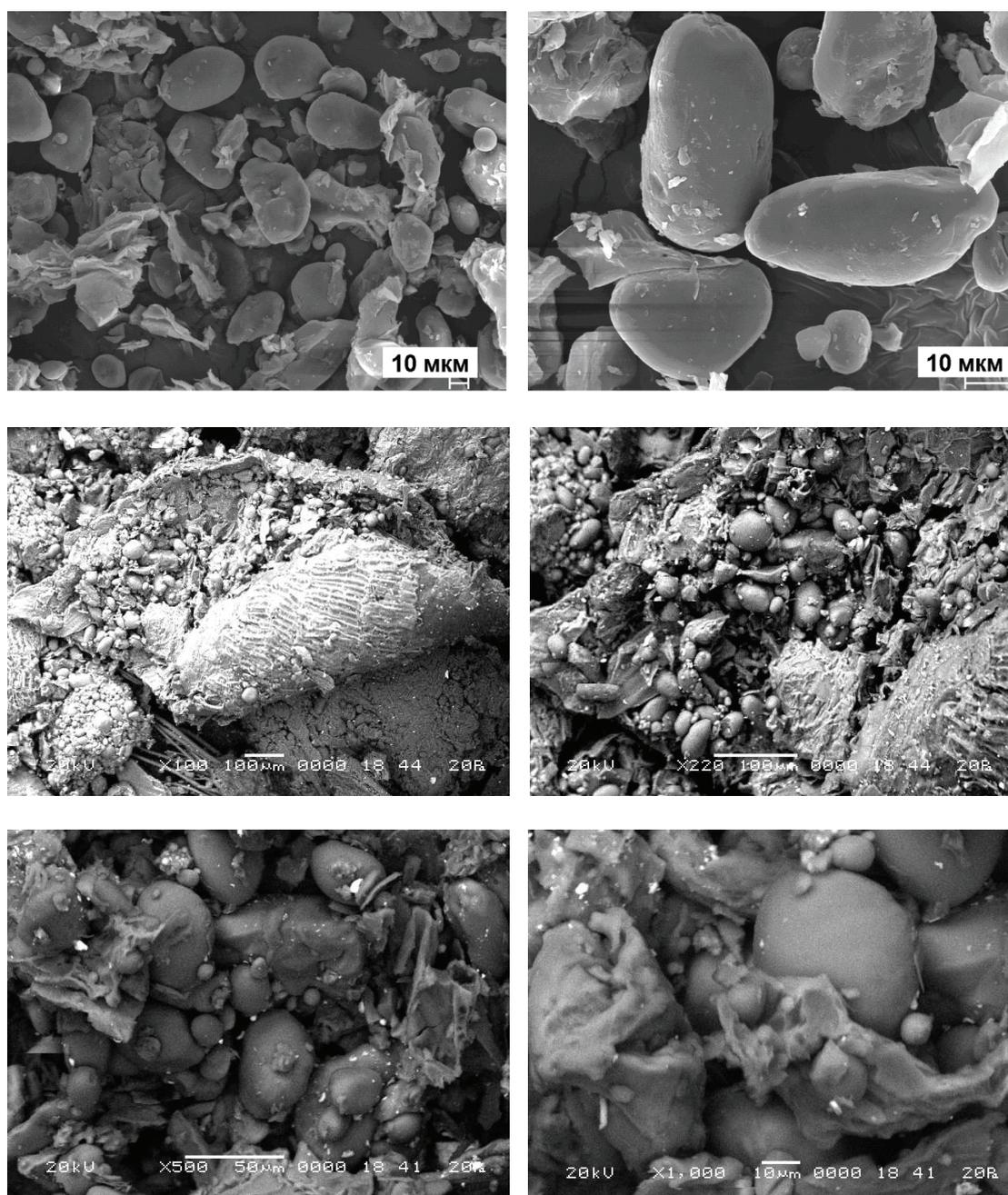


Рис. 4. Морфологические особенности картофельно-крахмальной мезги

Показатель концентрации ионов водорода у промежуточных продуктов концентрирования картофельно-крахмальной мезги не изменялся, оставаясь на уровне 4,1-4,2 ед. рН (табл. 2).

Установлено, что технологические стадии концентрирования картофельно-крахмальной мезги не приводят к существенным изменениям массовой доли жира (табл. 2). Так, массовая доля жира у промежуточных продуктов колебалась на уровне 0,7-0,8 %.

Массовая доля общей золы у отжатой и неотжатой сырой картофельно-крахмальной мезги находилась на одинаковом уровне 1,10-1,11 %, а в клеточном соке данный показатель составлял 0,70 % (табл. 2). Сходным образом изменялась массовая доля золы (песка) нерастворимой в соляной кислоте (табл. 2). Так, если в сырой картофельно-крахмальной мезге массовая доля золы (песка) нерастворимой в соляной кислоте была на уровне 0,07 %, то в клеточном соке – 0,05 %. Содержание таких важных микроэлементов, как кальций, магний, калий и натрий у неотжатой сырой картофельно-крахмальной мезги соответственно составляло – 460, 254, 6225 и 136 мг/кг, у отжатой – 179, 236, 5935 и 136 мг/кг, а в клеточном соке – 38, 196, 5690 и 130 мг/кг (табл. 2).

2.

Наименование показателя	Сырая картофельно-крахмальная мезга		Клеточный сок из отжатой мезги
	Неотжатая	Отжатая	
<i>Общие физико-химические показатели:</i>			
Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, %	1,10	1,11	0,70
Массовая доля золы (песка) нерастворимой в соляной кислоте в пересчете на сухое вещество, %	0,07	0,07	0,05
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	2,8	2,7	1,8
Показатель концентрации ионов водорода, ед. рН	4,2	4,2	4,1
Массовая доля жира, %	0,7	0,8	0,7
Массовая доля сырой клетчатки, %	2,4	2,5	0,06
<i>Углеводный состав, г/кг:</i>			
Фруктоза	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)
Глюкоза	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)
Сахароза	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)	Не обнаружено (<2,5)
<i>Аминокислотный состав, мг/кг:</i>			
Аспарагин	160,73	72,16	8,28
Глутамин	100,95	132,75	62,16
Серин	46,92	54,63	6,54
Треонин	62,73	62,42	6,48
Глицин	65,38	65,06	4,98
Аланин	374,13	377,53	17,28
Пролин	800,40	811,81	69,40
Валин	182,13	195,99	13,72
<i>Витаминный состав, мг/100 г:</i>			
Витамин В ₂	Не обнаружено (<0,10)	Не обнаружено (<0,10)	Не обнаружено (<0,10)
<i>Минеральный состав, мг/кг:</i>			
Свинца	<0,01	<0,01	<0,01

Наименование показателя	Сырая картофельно-крахмальная мезга		Клеточный сок из отжатой мезги
	Неотжатая	Отжатая	
Кадмия	<0,01	<0,01	<0,01
Мышьяка	<0,01	<0,01	<0,01
Ртути	<0,01	<0,01	<0,01
Кальция	460	179	37,6
Магния	254	236	196
Каля	6225	5935	5690
Натрия	136	136	130

В результате проведенных исследований выявлено, что массовая доля протеина у неотжатой и отжатой сырой картофельно-крахмальной мезги и у клеточного сока, соответственно, составляла 2,8 %, 2,7 % и 1,8 % в пересчете на сухое вещество, а массовая доля сырой клетчатки изменялась следующим образом – 2,4 %, 2,5 % и 0,06 %, соответственно.

Следует отдельно указать, что у промежуточных продуктов концентрирования картофельно-крахмальной мезги нами обнаружен богатый аминокислотный состав (табл. 2). Так, соответственно, у неотжатой и отжатой сырой картофельно-крахмальной мезги и у клеточного сока количество аланина составляло – 374, 378 и 17 мг/кг; пролина – 800, 812 и 69 мг/кг; валина – 182, 196 и 14 мг/кг; глицина – 65, 65 и 5 мг/кг; треонина – 63, 62 и 7 мг/кг; серина – 47, 55 и 7 мг/кг; глутамина – 101, 133 и 62 мг/кг; аспарагина – 161, 72 и 8 мг/кг.

Анализируя табл. 2 можно отметить, что при концентрировании картофельно-крахмальной мезги уровень многих веществ в концентрате мезги уменьшается, т.к. часть веществ переходит из концентрата мезги в клеточный сок.

Выводы:

1. Разработана инновационная и импортозамещающая технология производства сухого концентрата в совмещенной технологии переработки картофеля на крахмал и концентрат, которая состоит из участка механического обезвоживания мезги (насос, центробежное сито, накопительная емкость мезги, конвейер, ленточный пресс, накопительная емкость клеточного сока) и участка сушки мезги (конвейер, смеситель конвейер-распределитель, сушильная установка, транспортер).

2. Экспериментально установлено, что массовая доля сухих веществ (СВ) в мезге, выходящей из производства, и поступающей на обезвоживание составляет 6,5-7,5 %, массовая доля СВ в мезге после центробежного сита – 13-15 %, массовая доля СВ в мезге после прессования – 40-42 %, массовая доля СВ в мезге, поступающей на сушку после смесителя – 47-49 %, а массовая доля СВ в высушенной мезге – 88-90 %.

3. Отходы картофелекрахмального производства (картофельная мезга и клеточный сок) содержат: крахмал, клетчатку, азотистые вещества (белок и аминокислоты (аспарагин, глутамин, серин, треонин, глицин, аланин, пролин, валин)), минеральные вещества (кальций, магний, калий, натрий) и воду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по крахмало-паточному производству / Д.Р. Абрагам [и др.]; под ред. Е.А. Штырковой, М.Г. Губина. – М. : Пищ. промышленность, 1978. – 430 с.
2. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов / Н.Р. Андреев. – М. : Пищепромиздат, 2001. – 289 с.
3. Литвяк, В.В. Разработка технологий получения картофельного концентрата из отходов крахмало-паточной отрасли / В.В. Литвяк, Е.В. Попова, В.В. Москва // Современные технологии сельскохозяйственного производства: XI Межд. научно-практ. конф. Гродно, 2008 г. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2008. – С. 463-464.

4. Писаренко, В.В. Справочник химика-лаборанта. Справ. Пособие для проф.-техн. учеб. заведений / В.В. Писаренко. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : «Высш. шк.», 1974. — 238 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 31.08.2015

**Z.V. Lovkis, D.A. Zaichenko, N.N. Petjushev, S.A. Arnaut, A.A. Litvinchuk,
V.V. Litvyak, I.M. Pachytskaya**

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF DRY CONCENTRATE IN COMBINED TECHNOLOGIES OF PROCESSING POTATOES INTO STARCH AND CONCENTRATE

Developed innovative and import-substituting production technology of dry concentrate in combined technologies of processing potatoes into starch and concentrate, which consists of a plot of mechanical dewatering of the pulp (pump, centrifugal sieve, the cumulative capacity of the pulp, conveyor belt press, the cumulative capacity of cell SAP) and druing section of the pulp (conveyor, mixer, conveyor-distributor, dryer, conveyor).

УДК 664.696.9, 664.696.4

Представлены результаты исследования сорбционных свойств картофельного и кукурузного нативного и набухающего крахмалов. Рассчитано количество адсорбированной воды, охарактеризованы три зоны изотерм сорбции-десорбции водяного пара крахмалом. Установлено распределение пор по радиусу у разных крахмалов и их взаимосвязь с сорбционными свойствами. Полученные данные, позволяют прогнозировать поведение крахмала при приготовлении десертных блюд из пищевых концентратов на его основе.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КРАХМАЛОВ

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

А.В. Лысый;

Е.В. Грабовская, доктор технических наук, профессор

РУП «Научно практический центр академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

В.В. Литвяк, доктор технических наук, доцент

При приготовлении сухих смесей пищевых концентратов десертных блюд используют различные гидроколлоиды. Наиболее часто применяемым природным гидроколлоидом является крахмал, который в состав рецептур десертов, в большинстве случаев, входит в нативном виде. Поэтому, для получения десертного блюда необходимой консистенции в процессе приготовления необходима термическая обработка. Для экономии времени и удобства в использовании предложено заменить нативный крахмал в сухих смесях концентратов десертных блюд набухающим, способным быстро сорбировать воду и набухать в холодной воде. При составлении рецептур пищевых концентратов, в состав которых входят вещества, изменяющие консистенцию продукта, необходимо иметь представление о сорбционных характеристиках каждого компонента смеси, для прогнозирования перераспределения воды между различными ингредиентами. Также важным является исследование механизма сорбционных процессов в крахмале, прошедшем влаготермическую обработку. Таким образом, исследование сорбционных характеристик разных видов нативных и набухающих крахмалов является актуальным.

Одним из основных свойств гидроколлоидов является способность сорбировать воду, и набухать с увеличением массы. Определение сорбционных характеристик образцов крахмала проводили на сорбционно-вакуумной установке Мак-Бена. Исследовали кукурузный и картофельный нативные крахмалы, а также модифицированные набухающие крахмалы, полученные в лабораторных условиях, кратковременной термической обработкой водно-крахмальной суспензии при температуре 140-160°C. Особенностью набухающих крахмалов является способность сорбировать воду, образуя клейстер, и частично растворяться в холодной воде.

Образцы крахмала предварительно обезвоживали и проводили сорбцию водяных паров при температуре 20 °С и давлении от 0 до 18 мм рт. ст. до достижения гигроскопической влажности. После этого проводилась десорбция воды в равновесных условиях. Результаты были представлены в координатной плоскости, где на оси абсцисс отображали значения относительного давления паров воды P/P_s , (или активность воды, так как $a_w = P/P_s$), а на оси ординат количество адсорбированной воды a , ммоль/г (рис. 1).

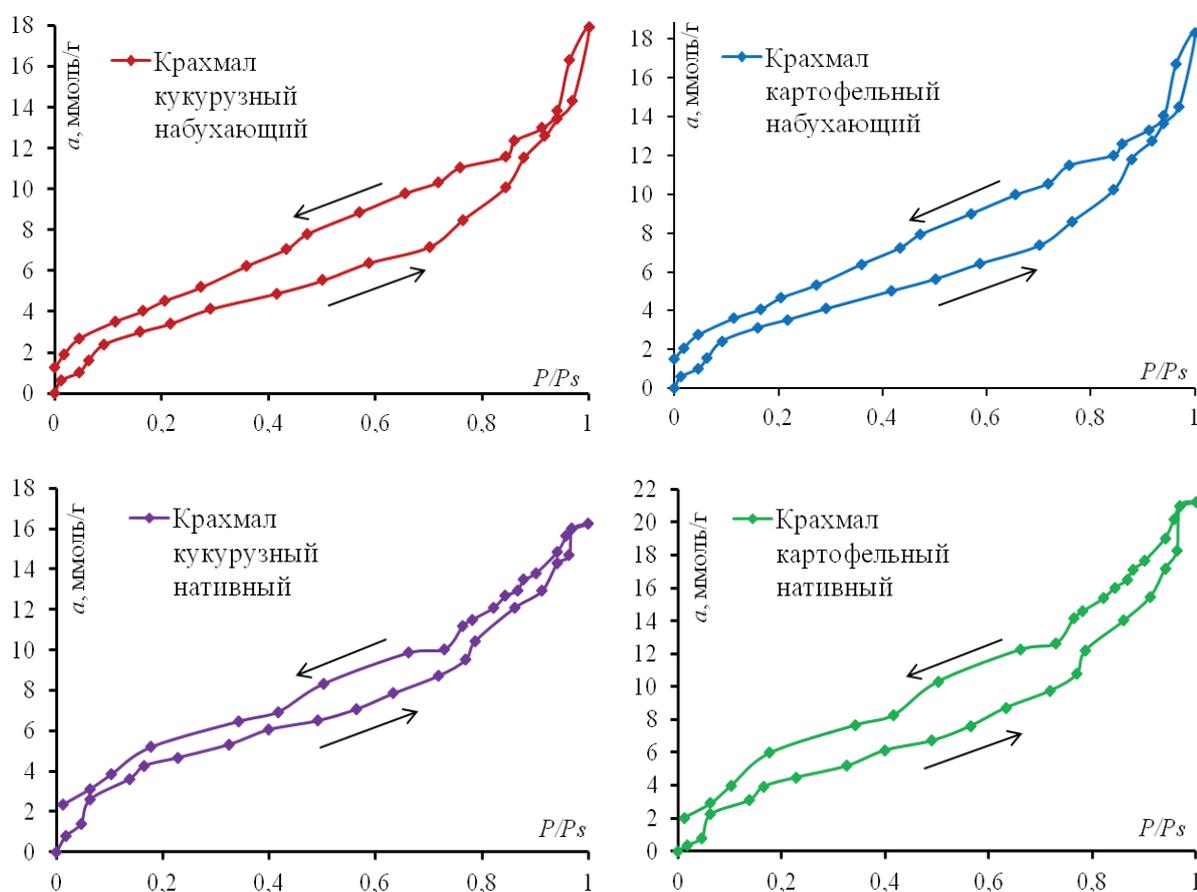


Рис. 1. Изотермы сорбции-десорбции водяного пара крахмалом

Полученные изотермы относятся к типу II, который характеризует полимолекулярную адсорбцию, при этом адсорбция увеличивается бесконечно с приближением к давлению насыщенного пара P_0 (что характерно для непористых адсорбентов). Все изотермы образуют достаточно развитый гистерезис, что свидетельствует о наличии капиллярной конденсации и указывает на то, что исследуемая система является тонкопористой. Следует отметить, что капиллярная конденсация не является результатом действия адсорбционных сил, а происходит вследствие действия сил притяжения молекул водяного пара к поверхности мениска жидкости в мелких порах. Кроме того, в отличие от полимолекулярной адсорбции, которая может происходить на плоских поверхностях, капиллярная конденсация в таких условиях невозможна.

Для объяснения процессов адсорбции на тонкопористых твердых адсорбентах чаще всего используются теории полимолекулярной адсорбции БЭТ и других ученых. Однако, в случае адсорбции паров воды гидроколлоидами (в т.ч. крахмалом), пористая структура является лабильной (изменяется в процессе набухания), поэтому данные теории не могут быть применены.

При детальном анализе форм изотерм адсорбции, приведенных на рис. 1, можно определить волнообразный характер кривых в интервале давлений $P/P_s = 0,0-0,9$. Такой характер кривых можно объяснить, как постепенное развитие ленгмюровских изотерм адсорбции, соответствующее образованию первой и второй гидратных оболочек вокруг активных поверхностных центров крахмала [2]. Таким образом, изотерму адсорбции можно условно разделить на три зоны, которые соответствуют разному количеству сорбированной воды и разному механизму ее связывания.

При образовании мономолекулярного слоя (зона I) вода связывается с гидрофильными группами, в случае крахмала это группы $-OH$, за счет водородных связей и полярных вода-ион и вода-диполь взаимодействий. Иногда такую воду называют молекулярно- или ионно-связанной. Эта вода прочно удерживается поверхностью адсорбента, она неподвижна, поэтому характеризуется физико-химическими свойствами, отличающимися от свойств объемной воды. Она имеет иную теплоемкость, плотность, вязкость, теплопроводность, растворяющую способность, пониженную температуру замерзания и др. [2, 3, 5]. Мономолекулярная адсорбция происходит вследствие как поверхностной, так и активированной диффузии.

Для подтверждения предложенной модели адсорбции воды крахмалом, первый участок кривой адсорбции представлен в линейных координатах $(P/P_s)/a = f(P/P_s)$ через уравнение Ленгмюра (рис. 2):

$$a = \frac{a_m B \frac{P}{P_s}}{1 + B \frac{P}{P_s}}, \quad (1)$$

где, a – количество вещества, адсорбированного при определенной активности воды; a_m – количество адсорбированного вещества, необходимого для покрытия поверхности плотным мономолекулярным слоем; B – константа, характеризующая энергию взаимодействия адсорбата и адсорбента (энергию адсорбции); P/P_s – относительное равновесное давление пара воды.

Значение емкости мономолекулярного слоя (a_m) находили для исследуемых образцов крахмала как котангенс угла наклона прямой (рис. 2) к оси абсцисс:

$$a_m = \text{ctg} \alpha . \quad (2)$$

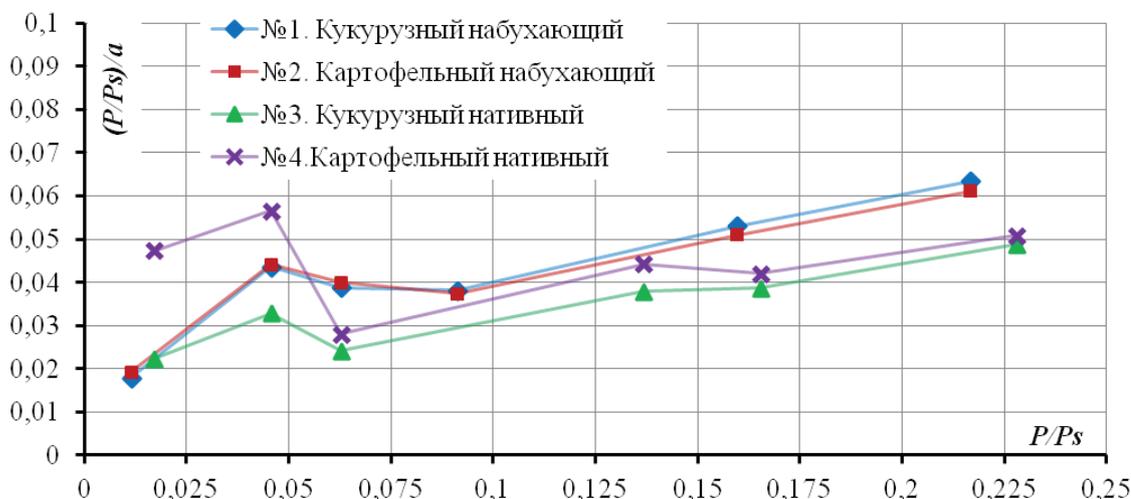


Рис. 2. Зависимость приведенной величины адсорбции воды крахмалом от относительного давления пара воды

В табл. представлены результаты обработки экспериментальных данных для каждого образца крахмала. Количество воды, адсорбированной в монослое, составляет 13-20 % от общего количества адсорбированной воды. В первой зоне наибольшей гидратационной способностью обладают образцы кукурузного и картофельного нативного крахмалов. Крахмал того же происхождения, но после влаготермической обработки, при образовании монослоя поглощает на 30 % меньшее количество воды по сравнению с нативным.

Вначале адсорбции водяного пара на образцах крахмала с предварительно удаленной влагой заполняется наиболее активная поверхность мелких пор до достижения определенной влажности. Максимальное заполнение этих пор приводит к возникновению в них большого осмотического давления, в результате чего происходит их расширение и создание новых пористых пространств, которые будут заполняться водой в дальнейшем процессе адсорбции. Меньшее значение емкости монослоя набухающего крахмала относительно нативного объясняется различным соотношением макро- и микропор.

Следующая стадия адсорбции (II зона) проявляется небольшим, но протяженным подъемом кривых изотерм сорбции крахмала в интервалах давления $P/P_s = 0,1-0,75$. Вода в этой зоне образует полислои на поверхности и удерживается за счет вода-вода водородных связей. Эта вода также не замерзает при температуре минус 40 °С, но она уже является растворителем, классифицирует сухие вещества и способствует их набуханию. Свойства этой воды подчиняются закону Рауля, она содержится в продуктах за счет их пористости, образуя капиллярно-связанную воду. Для описания и анализа этой зоны целесообразно воспользоваться эмпирическим уравнением Фрейндлиха (3):

$$A = \frac{a}{m} = k \cdot p^{\frac{1}{n}}, \quad (3)$$

где a – количество адсорбированного вещества; m – масса адсорбента; P – равновесное давление газа в системе; $1/n$ – характеризует интенсивность адсорбции; k – константа.

Для удобства обработки экспериментальных данных применяют логарифмическую форму данного уравнения:

$$\lg a = \lg k + \frac{1}{n} \lg p. \quad (4)$$

На рис. 3 приведено графическое выражение экспериментальных данных через уравнение Фрейндлиха.

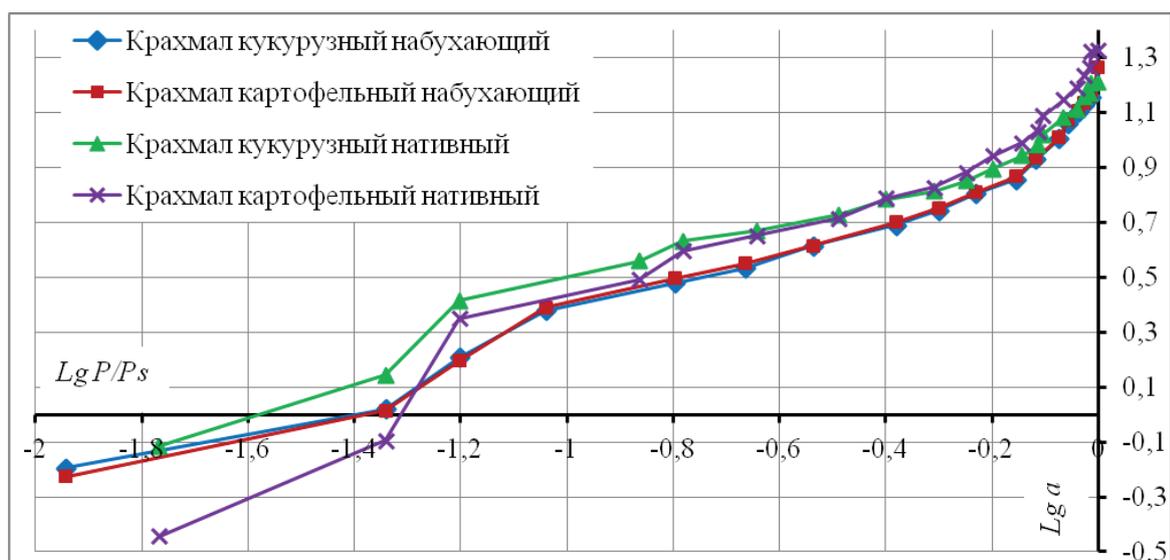


Рис. 3. Логарифмическая зависимость адсорбции паров воды исследуемыми образцами крахмала от давления

Как видно из графика (рис. 3), средний диапазон значений образует прямые отрезки, которые устанавливают границы II зоны (образование полислюля). Для набухающих кукурузного и картофельного крахмалов, значения которых совпадают, II зона находится в пределах $0,09-0,7 P/P_s$, а для их нативных аналогов – $0,12-0,75$ и $0,17-0,73 P/P_s$ соответственно.

Количество адсорбированной воды в этой зоне наибольшее у нативных картофельного и кукурузного крахмалов (табл.) и составляет 30-35 % от общего количества адсорбированной воды. Набухающие крахмалы поглощают меньше влаги, а ее доля составляет 25-26 % от общего количества.

В III зоне происходит процесс диффузии влаги в капиллярно-пористую структуру крахмала, сопровождаемая процессом набухания и гелеобразования. В данной зоне вода слабо связана, практически свободна, и удерживается благодаря физической связи. Эта вода по свойствам характеризуется как почти чистая вода. Она замерзает, является растворителем, доступна для протекания химических и биологических реакций.

В этой зоне количество адсорбированной воды составляет 60 % для набухающих крахмалов и 43-53 % для нативных. Наибольшую способность к адсорбции воды в III зоне проявляют картофельные нативный и набухающий крахмалы, а наименьшую – кукурузный нативный (табл.).

Вид крахмала	Количество адсорбированной влаги, ммоль / г					Остаточная влага после десорбции, $a_{ост}$, ммоль/г
	I зона, a_m	II зона, a_p	I и II зона, $a_m + a_p$	III зона, a_s	Общее количество (при $p/p_s = 1$)	
Кукурузный набухающий	2,4	4,8	7,2	10,7	17,9	1,25
Картофельный набухающий	2,6	4,6	7,2	11,1	18,3	1,54
Кукурузный нативный	3,4	5,8	9,2	7,05	16,25	2,3
Картофельный нативный	3,7	6,2	9,9	11,3	21,2	2,0

Из данных табл. видно, как влаготермическая обработка влияет на сорбционные свойства крахмала. Нативные образцы крахмала содержат больше связанной воды ($a_m + a_p$), чем набухающие. Количество свободной воды (a_s) после адсорбции одинаково у нативного и набухающего образцов картофельного крахмала, в то время как у кукурузного нативного ее меньше, чем у набухающего. Также, набухающие виды крахмала содержат меньшее количество остаточной влаги после десорбции, чем нативные аналоги.

Из изотерм сорбции-десорбции (рис. 1) видно, что изотермы десорбции (высушивание) для всех образцов размещены выше изотерм сорбции (увлажнение). Петля гистерезиса охватывает весь интервал значений P/P_s . Это указывает на то, что процесс обезвоживания необратим, подтверждением чего является количество остаточной влаги $a_{ост}$ (табл.). Характер петли свидетельствует о процессах набухания и гелеобразования, которые сопровождаются поглощением влаги наряду с процессами типичной адсорбции и капиллярной конденсации.

Разницу в сорбционных свойствах разных видов нативного и набухающего крахмалов можно объяснить различиями в структуре и пористости.

На графиках распределения пор по радиусу (рис. 4) видим, что нативные образцы крахмала сходны между собой. В них присутствует большое количество микропор ($R \leq 20 \text{ \AA}$). Особенно выраженный острый пик в интервале $7,5-8 \text{ \AA}$, что соответствует более однородному распределению пор и слабовыраженный пик в области 16 \AA . Также присутствует небольшая часть мезопор, о чем свидетельствует пик в области 41 \AA . Разница между образцами заключается в неболь-

шом преимуществе по количеству микро- и мезопор картофельного крахмала по отношению к кукурузному, что связано по-видимому с типом кристалличности В, присущим картофельному крахмалу.

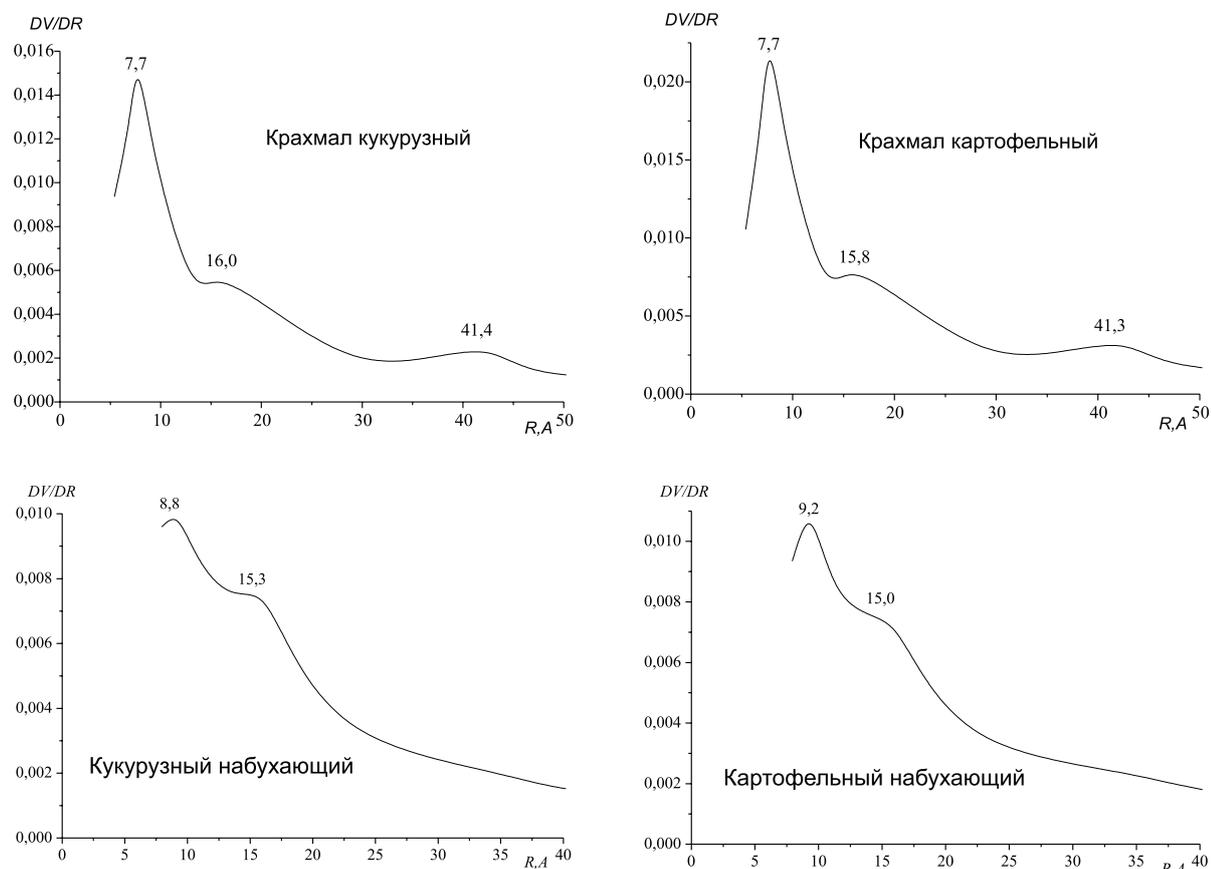


Рис. 4. Дифференциальные кривые распределения пор по радиусу для разных видов крахмала

После влаготермической обработки, картина распределения пор по сравнению с нативными образцами меняется. На графиках модифицированного набухающего крахмала присутствуют только пики микропор в области 9 и 15 Å. Следует заметить, что количество микропор в области до 10 Å у кукурузного набухающего крахмала уменьшилась в 1,5 раза, а у картофельного в 2, по сравнению с нативными образцами.

Вследствие этого образцы набухающего крахмала адсорбируют в I и II зоне меньшее количество воды, в отличие от нативного, и, соответственно, количество остаточной влаги после десорбции у них тоже меньше (таб.). То есть образцы нативного крахмала имеют более тонкопористую структуру, следствием чего является медленное удаление влаги при десорбции по сравнению с набухающими. Это связано с тем, что в микропорах, благодаря близости стенок пор, потенциал взаимодействия с адсорбированными молекулами значительно больше, чем в более широких порах. Величина адсорбции при данном относительном давлении соответственно также больше. В мезопорах происходит капиллярная конденсация, из-за чего на изотермах присутствует характерная петля гистерезиса.

Вывод. Исследованы сорбционные свойства нативного и набухающего картофельного и кукурузного крахмалов путем анализа изотерм сорбции-десорбции водяного пара. Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволяют прогнозировать поведение крахмала при составлении рецептур сухих смесей пищевых концентратов десертных блюд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жушман, А.Н. Модифицированные крахмалы / А.Н. Жушман. – М. : Пищепромиздат, 2007. – 236 с.
2. Грег, С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг ; пер. с англ. 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
3. Рудавська, Г.Б. Харчові концентрати: підруч. / Г.Б. Рудавська, Е.В. Тищенко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2001. – 320 с
4. Whistler, R.L. Starch : chemistry and technology / R.L. Whistler, J.N. BeMiller, E. F. Paschall, Academic Press. – Orlando, USA, 1984.

Рукопись статьи поступила в редакцию 20.07.2015

O.V. Lysy, O.V. Hrabovska, V.V. Litvyak

THE RESEARCH OF STARCHES SORPTION CHARACTERISTICS

The results of the study of the native and swellable potato and corn starches sorption properties. Calculate the amount of adsorbed water, characterized by three zones sorption-desorption isotherms of water vapor starch. Established distribution of the pore radius for different starches and their relationship to the sorption properties. These data allow to predict the behavior of starch in the preparation of desserts food concentrates.

УДК 637.1

В работе приведены результаты исследований направленных на разработку технологии стандартизации состава смесей для йогуртов путем нанофильтрации. Выявлено, что смеси с повышенным содержанием сухих веществ в большей мере проявляют свойства ньютоновских жидкостей. Представлены показатели физико-химического состава исходного молока и готовых смесей для йогуртов. Установлено, что в высококонцентрированных смесях удельное содержание моновалентных ионов калия и натрия существенно ниже. Изучена активность ферментативных процессов, которая оказалась существенно выше в смесях с высоким содержанием сухих веществ.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ СОСТАВА СМЕСЕЙ ДЛЯ ЙОГУРТА МЕТОДОМ НАНОФИЛЬТРАЦИИ

**РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*О.В. Дымар, кандидат технических наук,
заместитель директора по научной работе;*

*Н. Муавад;
А.П. Райский*

Вступление в силу требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции», в которых четко указано, что содержание сухого обезжиренного молочного остатка в смеси для йогурта не должно быть меньше 9,5 %, заставляет обратить особое внимание на соблюдение этого ограничения. В настоящее время этот показатель практически недостижим без коррекции состава исходной смеси. Исходя из данных лабораторного контроля, этот показатель, как правило, находится в пределах 8,7-9,2 %, что не позволяет использовать такое молоко без нормализации по составу для производства йогуртов. Традици-

онно технологи на заводах в смесь на этапе ее составления добавляют сухое обезжиренное молоко. Такой подход нельзя признать единственно верным. Несмотря на кажущуюся простоту, у этого метода есть ряд негативных моментов: необходимо производить или закупать дополнительное сырье – сухой продукт; после приготовления смеси крайне желательно провести выдержку для гидратации белков сухой добавки; повышаются риски внесения посторонних микроорганизмов; удлиняется технологический цикл.

Современные баромембранные технологии позволяют проводить корректировку соотношений основных компонентов без необходимости использования сухих продуктов в широких пределах, что значительно повышает технологическую гибкость производства. Выбирая метод мембранного концентрирования, можно целенаправленно не только увеличивать общее содержание сухих веществ в смеси, но и значительно изменять соотношение низкомолекулярных и высокомолекулярных компонентов.

Целью работы является изучение особенностей процесса нанофильтрационной подготовки молочного сырья для выработки йогуртов.

В соответствии с поставленной целью, основными задачами исследования явились:

- ♦ исследование состава белкового и минерального состава смесей для йогуртов при нанофильтрации в зависимости от содержания сухих веществ;
- ♦ исследование динамики ферментативных процессов при производстве йогуртов;
- ♦ исследование влагоудерживающих свойств йогуртов с различным содержанием сухих веществ.

Результаты исследований.

Опыты проведены на лабораторной нанофильтрационной установке (рис. 1). Использовалась мембрана производства ЗАО «РМ Нанотех» Nano NF3838-2 (рабочей площадью 7,1 м²). Рабочее давление перед мембраной 1,8 МПа, на выходе из мембраны – 1,7 МПа (табл. 1).

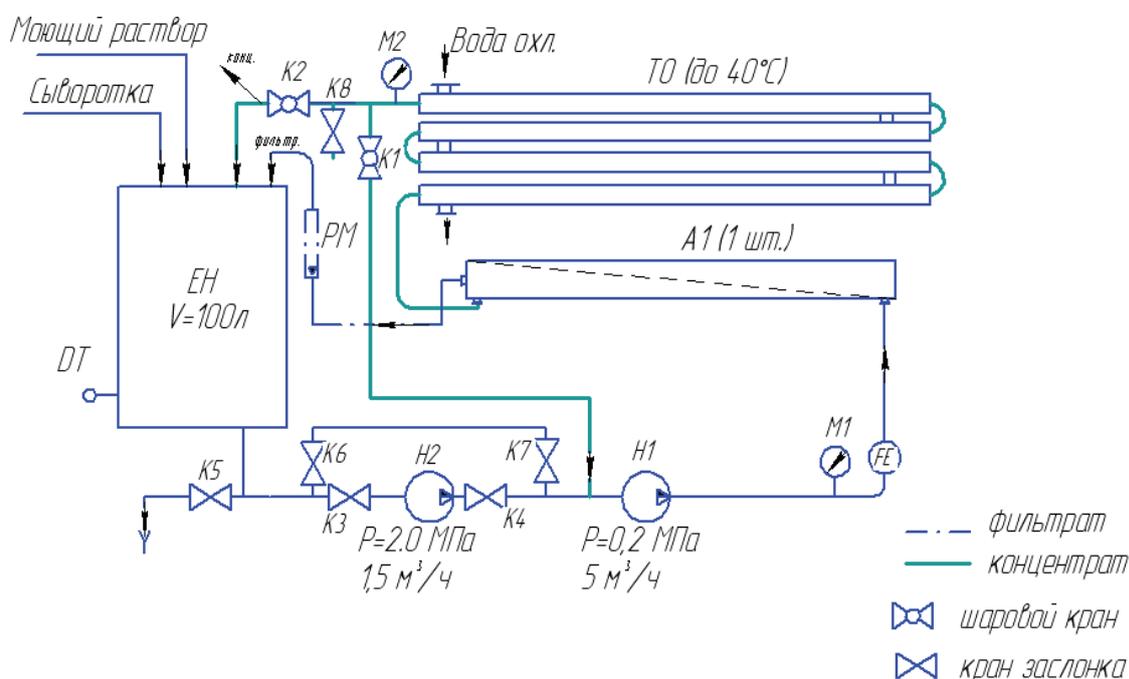


Схема принципиальная технологическая блока нанофильтрации/обратного осмоса

*EH-емкость накопительная, А1-мембранный элемент, Н1-циркуляционный насос,
 К1...К8-краны М1, М2, манометры, РМ-ротаметр, DT-датчик температуры,
 FE-ротаметр стрелочный, ТО-теплообменник*

Рис. 1. Схема технологическая лабораторной установки нанофильтрации

Исследования проводились с использованием обезжиренного молока со следующими физико-химическими показателями: массовая доля сухих веществ – 9,13 %; массовая доля лактозы – 4,48 %; массовая доля общего белка – 3,38 %; массовая доля жира – 0,04 %; кислотность – 17,5 °Т; рН – 6,78 единиц.

Фактор концентрирования по объему в ходе процесса составил 1,47, по белку – 1,31. Первоначальная скорость фильтрования – 2,06 л/мин при температуре 17 °С, конечная – 1,62 л/мин при температуре 17,6 °С.

1.

« . »

Рекомендуемое рабочее давление, МПа	0,5-3,0
Максимальное рабочее давление, МПа	4,0
Максимальный перепад давления, МПа	0,1
Рабочая температура, °С ¹⁾	4-50
рН при работе ¹⁾	3-10
рН при химической мойке (кратковременная работа)	1-12
Допустимая концентрация перекиси водорода при непрерывной работе, мг/л при дезинфекции (не более 30 мин), мг/л	40 1000
Допустимая концентрация свободного хлора при непрерывной работе, мг/л не более при дезинфекции (не более 30 мин), мг/л не более	1 5
Максимальный входной поток, м ³ /ч	6,8
Соотношение потоков концентрата / фильтрата на каждом элементе, не менее	5:1

Примечание. ¹⁾ При непрерывной работе с рН выше 10 ед. температура не должна превышать 35°С

Исследование факторов, влияющих на динамическую вязкость смесей. Процесс составления смесей с различным содержанием сухих веществ заключался в получении двух продуктов: концентрата и фильтрата с последующим их смешиванием в различных пропорциях.

Исследование динамической вязкости смесей проводилось на реовискозиметре Brookfield DV-II+ PRO.

В ходе опытов получены данные, характеризующие изменение динамической вязкости от температуры, скорости вращения шпинделя, содержания сухих веществ. Можно заметить, чем больше сухих веществ содержала смесь, тем ближе ее свойства к свойствам Ньютоновской жидкости. Если для смеси с содержанием сухих веществ 8,1 % при температуре 10 °С изменение скорости вращения от 30 до 200 об/мин приводит к увеличению вязкости на 18 %, то для смеси с содержанием сухих веществ 11,3 % разница составила всего 5 %.

Увеличение температуры от 5 до 30 °С предсказуемо приводит к снижению вязкости, а увеличение содержания сухих веществ – к увеличению исследуемого показателя (табл. 2, рис. 2).

2.

Продукт	Температура, °С	Скорость вращения шпинделя, об/мин / вязкость, мПа·с					
		30,0	40,0	50,0	100,0	150,0	200,0
Смесь 8,1 %	5	2,31	2,37	2,37	2,38	2,42	2,81
	10	2,22	2,22	2,25	2,26	2,37	2,77
	15	—	2,03	2,04	2,06	2,16	2,60
	20	—	1,78	1,79	1,8	2,08	2,53
	25	—	1,58	1,49	1,61	2,01	2,40
	30	—	—	1,27	1,31	1,86	2,33
	35	—	—	—	1,15	1,76	2,11
Исходное молоко 9,13 %	5	2,42	2,44	2,49	2,51	2,54	2,85
	10	2,24	2,29	2,26	2,44	2,39	2,80
	15	1,99	2,05	2,08	2,11	2,21	2,71
	20	1,81	1,83	1,84	1,86	2,16	2,65
	25	—	1,64	1,65	1,66	2,03	2,55
	30	—	—	1,37	1,34	1,94	2,35
	35	—	—	—	1,27	1,83	2,19
Смесь 10,0 %	5	2,59	2,53	2,55	2,56	2,58	2,90
	10	2,42	2,34	2,49	2,45	2,41	2,87
	15	2,03	2,06	2,15	2,17	2,26	2,77
	20	1,84	1,90	1,92	1,94	2,17	2,71
	25	—	1,64	1,66	1,75	2,05	2,58
	30	—	—	1,49	1,49	1,97	2,46
	35	—	—	—	1,39	1,88	2,25
Смесь 10,6 %	5	2,73	2,68	2,69	2,69	2,71	2,99
	10	2,47	2,53	2,51	2,51	2,64	2,91
	15	2,08	2,15	2,21	2,28	2,43	2,82
	20	1,88	1,99	2,01	2,02	2,29	2,76
	25	—	1,72	1,74	1,79	2,14	2,62
	30	—	—	1,55	1,56	2,03	2,49
	35	—	—	1,30	1,40	1,94	2,31
Концентрат 11,3 %	5	3,26	3,18	3,04	3,09	3,19	3,28
	10	2,98	3,00	2,92	2,97	3,01	3,13
	15	2,46	2,57	2,58	2,69	2,72	2,93
	20	2,20	2,41	2,42	2,46	2,47	2,88
	25	2,06	2,07	2,12	2,19	2,25	2,75
	30	—	1,69	1,78	1,81	2,16	2,67
	35	—	—	1,46	1,47	2,04	2,53

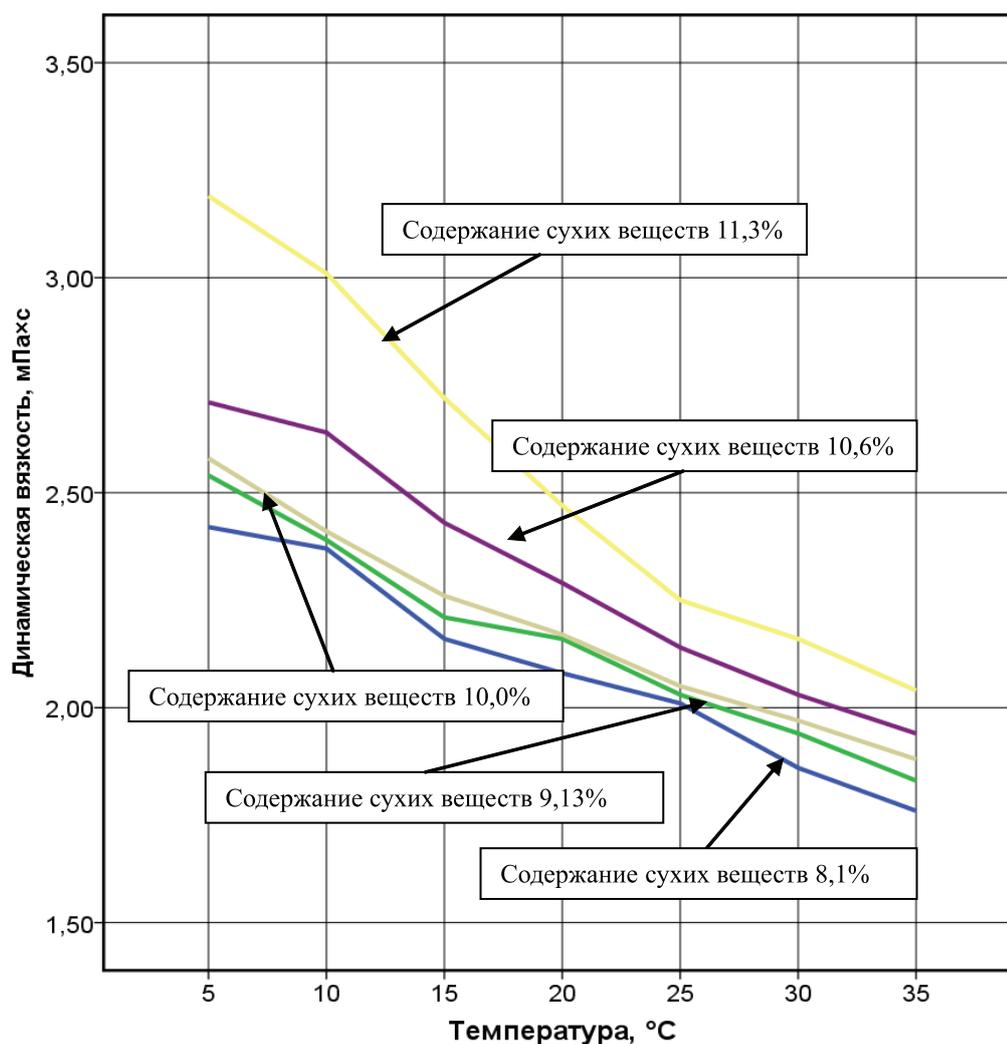


Рис. 2. Зависимости динамической вязкости смесей от температуры при скорости вращения шпинделя 150 об/мин

Для расчета пищевой ценности продуктов важным является знание физико-химического состава и количества минеральных веществ (табл. 3).

3. -

Наименование показателя	Фильтрат	Смесь №				
		1	2*	3	4	5
Массовая доля сухих веществ, %	0,1	8,1	9,13	10,0	10,6	11,3
Массовая доля общего белка, %	0,09	2,98	3,38	3,86	3,91	4,43
Массовая доля небелкового N, %	0,012	0,023	0,025	0,022	0,026	0,028
Массовая доля лактозы, %	0,03	3,65	4,48	5,16	5,63	5,99
Массовая доля золы, %	0,15	0,86	0,72	0,75	0,83	0,87
Массовая доля жира, %	0	0,04	0,05	0,9	0,14	0,19
Содержание Са, мг/л	6	447	581	633	644	676
Содержание Mg, мг/л	1	77	77	84	107	117
Содержание К, мг/л	743	1332	1446	1464	1692	1766
Содержание Na, мг/л	182	363	383	379	441	461

*исходное молоко

Можно заметить, что при нанофильтрации практически нет потерь органических веществ, основные потери – это потери минеральной составляющей. Концентрация калия и натрия в фильтрате составляет практически 50 % от концентрации в исходном продукте. Это свидетельствует о том, что для моновалентных ионов нанофильтрационная мембрана легко проницаема. Кроме того, содержание именно этих макроэлементов обеспечивает солоноватый вкус молока. Таким образом, можно предположить, что относительная сладость йогуртов из смеси, подготовленной с использованием указанной технологии, будет большая (без добавления дополнительных сахаров), чем у смесей, подготовленных путем добавления сухого обезжиренного молока.

Фактор концентрирования по высокомолекулярным соединениям практически одинаков и соответствует фактору концентрирования по объему, что можно использовать для оперативных технологических расчетов.

Изучение кинетики изменения кислотности в процессе хранения проводили в двух сериях опытов. В первой были использованы образцы, полученные для проведения реологических исследований. Смеси заквашивали сухой лиофильной закваской термофильного стрептококка и болгарской палочки ГЛББл производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Процесс сквашивания осуществлялся в термостате при температуре 40 °С в течение 6 ч. Измерение титруемой кислотности в продукте производилось сразу после окончания сквашивания и охлаждения до температуры хранения и далее на протяжении 12 дней при температуре хранения 4 °С с периодичностью 24 ч. (табл. 4).

4.

4 °

Период хранения, часов	Уровень кислотности (°Т) в зависимости от содержания сухих веществ в смеси, %				
	8,1	9,13	10,0	10,6	11,3
Готовый продукт	83	84	88	99	101
24 (1 сут.)	84	86	89	101	105
48 (2 сут.)	85	88	90	103	108
96 (4 сут.)	86	90	92	106	110
120 (5 сут.)	87	92	94	109	115
144 (6 сут.)	87	94	97	110	116
168 (7 сут.)	88	96	98	111	118
264 (11 сут.)	88	97	99	113	119
288 (12 сут.)	89	98	100	114	120
312 (13 сут.)	89	99	102	115	121
360 (15 сут.)	89	99	102	116	120

В целом можно отметить, что с повышением содержания сухих веществ кислотность продукта при сквашивании повышается. В процессе хранения кислотность нарастает более высокими темпами у продукта, выработанного из концентрированной смеси. Если для смесей низких концентраций изменение кислотности составило 6-15 °Т, то для высококонцентрированных смесей кислотность изменялась на 17-19 °Т. Это можно объяснить существенно большим количеством лактозы – основного питательного компонента для молочнокислых бактерий.

Можно заметить, что в ходе хранения во всех образцах значительно, на 2-4 порядка, снизилось содержание культуры *Lactobacillus bulgaricus*, которая оказалась нестойкой в условиях хранения. Содержание термофильного стрептококка при этом изменилось несущественно и снизилось за весь период хранения всего лишь в 1,5-2,0 раза, сохранившись на уровне низкой девятой степени (табл. 5).

Вторая серия опытов осуществлялась на базе смесей, приготовленных для определения физико-химических показателей. Полученные смеси заквашивали сухой лиофильной закваской, аналогичной предыдущему опыту. Измерение титруемой кислотности в продукте производилось сразу после окончания сквашивания и охлаждения до температуры хранения и далее с периодичностью 24 ч на протяжении 19 дней за исключением выходных и праздничных дней (табл. 6).

5.

Период хранения	Содержание бактерий в зависимости от содержания сухих веществ в смеси, КОЕ/мл (<i>Lactobacillus bulgaricus</i> / <i>Streptococcus thermophilus</i>)		
	8,1 %	10,0 %	11,3 %
1 сутки	$6,0 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	$5,5 \times 10^6$
	$1,2 \times 10^9$	$2,1 \times 10^9$	$2,2 \times 10^9$
10 сутки	$2,0 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$2,7 \times 10^6$
	$1,0 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$

6.

Период хранения, часов	Уровень кислотности (°Т) в зависимости от содержания сухих веществ в смеси, %				
	7,44	8,21	10,3	11,0	12,1
Готовый продукт	70	80	82	87	92
24 (1 сут.)	75	86	88	100	98
48 (2 сут.)	80	88	91	103	102
72 (3 сут.)	82	90	94	105	106
144 (6 сут.)	86	96	98	109	112
168 (7 сут.)	88	97	100	113	116
192 (8 сут.)	90	98	104	115	118
216 (9 сут.)	90	100	109	116	121
240 (10 сут.)	90	103	111	117	124

Во второй серии опытов фактор концентрирования по объему в ходе процесса составил 1,47, по белку – 1,82. Первоначальная скорость фильтрования – 2,07 л/мин при температуре 17 °С, конечная – 1,62 л/мин, при температуре 17,6 °С. Скорость, приведенная к температуре 10 °С с использованием коэффициентов формулы (2), – 0,156 л/мин. Для приведения проводился расчет для температуры, при которой получен показатель, и при заданной температуре без учета свободного члена уравнения. Разница между этими данными дает нам корректирующую величину, которая показывает, насколько изменится производительность установки при изменении температуры.

Исследования проводились с использованием обезжиренного молока со следующими физико-химическими показателями: массовая доля сухих веществ – 8,21 %; массовая доля лактозы – 4,54 %; массовая доля общего белка – 3,07 %; массовая доля жира – 0,05 %; кислотность – 17,5 °Т; рН – 6,78 единиц.

В целом можно отметить, что закономерности соответствуют таковым, полученным в первом опыте – с повышением содержания сухих веществ кислотность продукта повышается. В процессе хранения кислотность нарастает более высокими темпами. Если для смесей низких концентраций изменение кислотности составило 20–23 °Т, то для высококонцентрированных смесей кислотность изменялась на 30–32 °Т.

Исследование синергических свойств йогуртов.

Проведен эксперимент по отделению сыворотки из йогуртов с различным содержанием сухих веществ с помощью центрифугирования, скорость вращения составляла 2000 об/мин, температура продукта – 15 °С, время центрифугирования – 35 мин. Количество отделившейся сыворотки представлено в табл. 7. Четко видно, что в образцах с повышенным содержанием сухих веществ отделение сыворотки снижено, это связано с повышенным содержанием белка.

Можно отметить существенно различную динамику отделения надосадочной жидкости (табл. 7). Для смесей с низким содержанием белка основное разделение происходит в течение первых 10 мин центрифугирования (рис. 3). С повышением содержания белка, которое в данном процессе коррелирует с повышением общего содержания сухих веществ, мы видим, что

процесс разделения существенно замедляется. Это можно объяснить проявлением влагоудерживающих свойств белкового комплекса молока.

7.

Время, мин	Содержание сухих веществ				
	8,1 %	9,13 %	10,0 %	10,6 %	11,3 %
5	1,6	1,5	0,4	0,2	0,2
10	5,0	4,0	1,8	1,0	1,0
15	5,3	5,0	2,8	3,4	3,0
20	5,8	6,0	4,1	4,0	3,9
25	6,2	6,2	5,0	5,0	4,0
30	6,7	6,8	5,2	5,1	4,8
35	6,8	7	5,5	5,3	5,1
Скорость вращения, оборот/мин	2000				



Рис. 3. Отделение сыворотки в йогурте в поле центробежных сил

Выводы:

1. В ходе исследований установлено, что повышение содержания сухих веществ в нанофильтрационных концентратах для приготовления йогуртов приводит к увеличению вязкости. Выявлено, что смеси с повышенным содержанием сухих веществ, в большей мере проявляют свойства ньютоновских жидкостей.

2. При концентрировании на нанофильтрационной установке двухвалентные ионы концентрируются в большей степени совместно с белковой фракцией. В высококонцентрированных смесях содержание моновалентных ионов калия и натрия значительно ниже. Это объясняется их нахождением в растворе в диссоциированной форме, слабо связанными с высокомолекулярными фракциями белков.

3. Активность ферментативных процессов существенно выше в смесях с высоким содержанием сухих веществ, и они продолжают в процессе хранения при низких температурах. Отмечено, что за время хранения значительно изменяется первоначальный состав микрофлоры продукта. Содержание *Lactobacillus bulgaricus* снизилось на 2-4 порядка, количество *Streptococcus thermophilus* снизилось не столь существенно, примерно в 1,5-2,0 раза, и сохранилось на уровне низкой девятой степени.

4. Технология нанофильтрационной подготовки смеси для йогуртов может быть рекомендована для применения на молочных заводах с целью стандартизации продукции по содержанию

СОМО, что позволит исключить из рецептур сухое обезжиренное молоко и добиться постоянного состава и потребительских свойств продукции вне зависимости от колебаний физико-химических свойств исходного молока-сырья.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.07.2015

O.V. Dymar, N. Mouawad, A.P. Raiski

STANDARDIZATION COMPOSITION OF THE MIXTURE OF YOGURT BY NANOFILTRATION

The results of research aimed at the development of technology standards for the composition of mixtures of yogurt by nanofiltration. It was revealed that a mixture with a high solids content are more Newtonian fluids exhibit properties. Presented indicators of physical and chemical composition of the starting milk and ready-mixes for yoghurt. It is found that mixtures of highly specific content of monovalent ions of potassium and sodium is much lower. The activity of enzymatic processes, which was significantly higher in mixtures with high solids content.

УДК 637.344:621.374:664.6

Предложен способ обогащения молочной сыворотки коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца в результате объемного электроискрового диспергирования. Изучены состав и свойства обработанной сыворотки и перспективы ее использования при выпечке хлеба пшеничного. Доказано, что добавление обработанной сыворотки в количестве 15 % от массы муки положительно влияет на органолептические, физико-химические, реологические показатели теста и хлеба. Установлено, что удельный объем в хлебе с сывороткой, обогащенной магнием, в сравнении с контролем увеличивается на 7,0 %; обогащенной марганцем – на 6 %; обогащенной магнием и марганцем – на 10,4 %.

СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ КОЛЛОИДНЫМИ ЧАСТИЦАМИ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ Mg И Mn, ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

О.В. Кочубей-Литвиненко, кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры технологии молока и молочных продуктов;

Е.А. Билык, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопекарных и кондитерских изделий;

В.В. Олишевский, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, докторант кафедры технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования;

А.И. Маринин, кандидат технических наук, старший научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории

Национальный университет биоресурсов и природопользования, г. Киев, Украина

К.Г. Лопатко, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии конструкционных материалов и материаловедения

Приоритетным направлением пищевой промышленности является обеспечение потребителей продуктами функционального назначения с повышенной биологической и пищевой цен-

ностью. При этом особое внимание, наряду с целенаправленным изменением качественных характеристик пищевых продуктов, уделяется разработке и внедрению энерго- и ресурсосберегающих технологий. Создание новых, усовершенствование существующих электрофизических технологий обработки пищевого сырья и продуктов, в том числе рационального и безотходного использования вторичных ресурсов, актуально среди многих исследователей.

Молочная сыворотка (далее сыворотка) и продукты ее переработки находят применение при производстве пищевых продуктов, медицинских препаратов, пищевых концентратов, кормовых добавок и пр. Особый интерес вызывает их использование в качестве обогащающего компонента и эффективного улучшителя качества хлеба и хлебобулочных изделий [1, 2].

Известно, что минеральные вещества, в частности, химические соединения в виде сульфатных солей магния и марганца, выступают активаторами ферментов в тесте, способствуют сохранению свежести хлеба и его усвояемости [3]. Поскольку нежелательным эффектом их использования является накопление сульфат ионов, которые способны снижать бродительную активность дрожжей, авторами поставлена цель создания натурального улучшителя на основе сыворотки, обогащенной коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца.

Среди многочисленных высокотехнологических методов получения седиментационно-стабильных коллоидов металлов с заданными физико-химическими характеристиками интерес представляет электроискровая обработка слоя токопроводящих гранул металлов [4, 5]. Реализация подводных электроискровых разрядов не требует сложного технологического обеспечения, при этом характеризуется достаточно эффективной эрозионной способностью токопроводящих материалов. Такие технологии находят практическое применение в процессах коагуляционной очистки воды, а также в технологиях биофункциональных материалов [6, 7].

Методы и объекты.

Экспериментальная часть работы выполнялась на лабораторном комплексе (рис. 1), в состав которого входит генератор разрядных импульсов (3), блок управления (1), разрядная камера (2), измерительные и вспомогательные приборы [8].

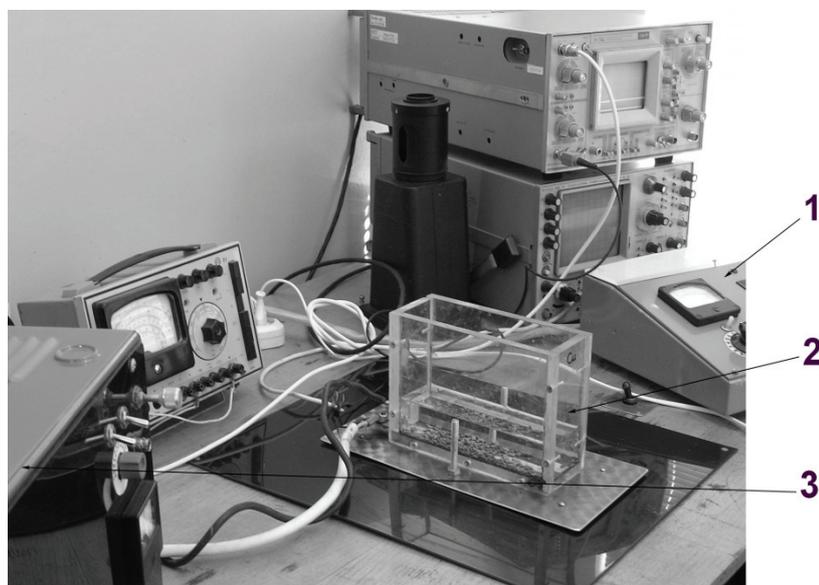


Рис. 1. Общий вид экспериментального лабораторного комплекса:

1 – блок управления параметрами разряда; 2 – разрядная камера; 3 – генератор разрядных импульсов

Особенностью используемого метода является наличие токопроводящего слоя гранул соответствующих металлов, расположенных между основными электродами разрядной камеры (объем – 1000 см³), выполненными из идентичного материала. Основным элементом лабораторного технологического комплекса является генератор разрядных импульсов (частота им-

пульсов 0,2-2,0 кГц; индуктивность разрядного контура 1 мкГ с силовой частью, построенной на тиристорной элементной базе, а в качестве накопителя энергии используются конденсаторы емкостью 50 мкФ. Подача напряжения на электроды разрядной камеры вызывает прохождение тока по цепи свободно размещенных металлических гранул в режиме стохастической коммутации с формированием характерных искровых разрядов. Использование низких напряжений (до 80 В) и малых межэлектродных промежутков (до 0,1 мм) позволяет обеспечивать режимы, когда до 85 % всей накопленной энергии на конденсаторе идет на локальный разогрев поверхности электродов, что, в свою очередь, приводит к получению коллоидных частиц с доминированием наноразмерной фракции [9].

Объектом исследований выступала подсырная и творожная сыворотка с массовой долей сухих веществ 6,0-7,5 %, рН – 4,0-6,2; температура среды (20 ± 2) °С, (63 ± 2) °С и (80 ± 2) °С.

Установлено, что условием эффективной работы является обработка сред с низкой электропроводностью, поэтому не рекомендовано обрабатывать соленую и концентрированную сыворотку.

В молочной сыворотке определяли органолептические показатели, массовую долю сухих веществ и активную кислотность стандартными методами; электрокинетический потенциал, средний гидродинамический радиус – с помощью анализатора частиц Malvern Zetasizer Nano ZS (Malvern Instrumentns Ltd., Великобритания), содержание магния и марганца – пламенной атомно-адсорбционной спектроскопией.

Показатели качества теста и хлеба контролировали общепринятыми методами.

Обсуждение результатов.

В результате исследований наблюдалось повышение уровня активной кислотности на 0,1-0,5 ед. рН и массовой доли сухих веществ на 0,1-0,3 % в зависимости от температуры и продолжительности обработки молочной сыворотки.

Содержание биогенных металлов магния увеличивалось на 25-70 %, марганца – 20-67 % в зависимости от продолжительности обработки и объема образца.

При проведении органолептической оценки образцов, обработанных воздействием электроискровых разрядов на протяжении 2 мин и более, отмечено наличие ярко выраженного специфического вкуса и запаха, не присущего натуральной сыворотке, цвет сыворотки – от светло-серого до графитового. При обработке сыворотки на протяжении 0,5–1 мин специфичный вкус и запах отсутствовал или был менее заметен, цвет – желто-зеленый с светло-серым оттенком.

Установлено, что с повышением температуры обработки свыше 60 °С и времени воздействия более 1 мин снижалось абсолютное значение электрокинетического потенциала в среднем на 1,1-2,3 мВ. При этом средний гидродинамический радиус несколько увеличивался. Указанное является косвенным свидетельством агрегирования частиц сыворотки, в частности белка, что нежелательно. Коагуляция белковых частиц, вероятно, спровоцирована тепловыми процессами в канале искрового разряда в сочетании с повышением температуры обрабатываемой среды и длительности воздействия.

Обработка на протяжении 1 мин при температуре (20 ± 2) °С не вызывала существенных изменений указанных параметров, агрегирование частиц не наблюдалось.

Учитывая вышесказанное и опираясь на органолептическую оценку опытных образцов, при проведении дальнейших исследований обработку молочной сыворотки с целью ее обогащения коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца осуществляли при таких параметрах: температура (20 ± 2) °С; время воздействия при диспергировании гранул Mg – 1 мин, Mn – 30 с; объем образца – 300 см³.

При указанных параметрах достигали содержания магния в сыворотке - 17 ± 1 мг/100 г, марганца $6,0\pm 0,3$ мг/100 г. В то время как в исходной сыворотке их содержание было 11,0-12,0 и 4,5-5,0 мг/100 г соответственно.

Следует отметить, что обработанная сыворотка сохраняла свои качественные показатели в течение 5-6 дней при условии охлаждения до 6-8 °С и 10-12 сут. после пастеризации при температуре 74 ± 2 °С.

Дальнейшие исследования были посвящены изучению целесообразности использования обработанной сыворотки в технологии хлебобулочных изделий, в частности, хлеба пшеничного. Обработанную сыворотку дозировали в количестве 15 % от массы муки.

Положительное влияние обработанной сыворотки наглядно продемонстрировано на рис. 2.



Рис. 2. Влияние сыворотки, обогащенной коллоидными частицами магния и марганца на качество хлеба: 1 – без сыворотки (контроль); 2 – с сывороткой творожной натуральной; 3 – с сывороткой, обогащенной частицами Mg; 4 – с сывороткой, обогащенной частицами Mn; 5 – с сывороткой, обогащенной частицами Mg и Mn

Исследования показали, что введение обогащенной сыворотки положительно влияло на качество хлеба (табл. 1). Установлено, что при внесении натуральной сыворотки и сыворотки, обогащенной отдельно коллоидными частицами Mn и отдельно Mg, повышалась кислотность теста и хлеба. При использовании сыворотки, обогащенной одновременно частицами Mg и Mn, указанные значения в сравнении с контролем не увеличивались. Установлено, что использование всех опытных образцов сыворотки повышало газообразование, удельный объем теста и улучшало его реологические свойства. В результате увеличивался удельный объем хлеба. Так, в хлебе с сывороткой, обогащенной магнием, данный показатель в сравнении с контролем увеличивался на 7,0 %; обогащенной марганцем – на 6 %; обогащенной магнием и марганцем – на 10,4 %.

1.

Показатель качества хлеба	Хлеб				
	контроль (без добавок)	с натуральной сывороткой	с сывороткой, обогащенной		
			Mg	Mn	Mg и Mn
<i>Тесто</i>					
Массовая доля влаги, %	45,0				
Титруемая кислотность, град:					
начальная	1,3	1,7	1,7	1,7	1,2
конечная	1,8	2,2	1,8	1,8	1,6
Продолжительность брожения, мин.	60				
Продолжительность расстойки, мин	80				
Удельный объем теста, см ³	120	126	124	124	128
Расплываемость шарика теста, мм	105	100	100	100	98
Газообразование за время брожения и расстойки, см ³ /100 г	287	308	310	312	316
<i>Хлеб</i>					
Пористость, %	72	73	74	74	74
Кислотность, град	1,4	1,8	1,6	1,4	1,4
Удельный объем, см ³ /100 г	230	242	246	244	254

Учитывая влияние, оказываемое сывороткой на биохимические процессы в тесте, его структурно-механические свойства и качество хлеба, целесообразно составить комплексный показатель качества для более полной оценки характера влияния обогащенной сыворотки на физико-химические и органолептические показатели хлеба (табл. 2).

2.

Показатель качества хлеба	Коэффициент весомости	Хлеб				
		контроль (без добавок)	с натуральной сывороткой	с сывороткой, обогащенной		
				Mg	Mn	Mg и Mn
Удельный объем, см ³ /100 г	3,0	230	242	246	244	254
		2,0	2,0	2,2	2,0	2,2
Правильность формы	1	Хлеб с выпуклой верхней корочкой	Хлеб с куполообразной верхней корочкой	Хлеб с куполообразной верхней корочкой	Хлеб с куполообразной верхней корочкой	Хлеб с куполообразной верхней корочкой
		4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Цвет корочки	1	Светло-золотистый	Золотистый	Темно-золотистый	Золотистый	Золотистый
		3,0	4,0	5,0	4,0	4,0
Очерствение через 72 ч, ед. пр.	3	36	60	64	65	68
		2,4	3,4	3,4	3,6	3,6
Состояние поверхности корочки	1	Гладкая, единичные мелкие пузырьки, едва заметные мелкие короткие трещины, глянцевая	Гладкая, единичные мелкие пузырьки, едва заметные мелкие короткие трещины, глянцевая	Безупречно гладкая, без пузырьков и трещин, подрывов, глянцевая	Безупречно гладкая, без пузырьков и трещин, подрывов, глянцевая	Безупречно гладкая, без пузырьков и трещин, подрывов, глянцевая
		4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Цвет мякиша	1	Светлый	Светлый	Очень светлый	Светлый	Очень светлый
		4,0	4,0	5,0	4,0	5,0
Структура пористости	1,5	Поры мелкие и средние, распределены достаточно равномерно	Поры разной величины, средней толщины, распределены неравномерно	Поры мелкие, тонкостенные, распределены по всей поверхности безупречно	Поры мелкие, тонкостенные, распределены по всей поверхности безупречно	Поры мелкие, тонкостенные, распределены по всей поверхности безупречно
		4,0	3,0	5,0	5,0	5,0
Формостойкость подового хлеба	1,0	0,37	0,40	0,40	0,40	0,44
		3,4	4,0	4,0	4,0	4,8
Реологические свойства мякиша	1,5	Удовлетворительно мягкая	Очень мягкая, эластичная	Мягкая, эластичная	Мягкая, эластичная	Очень мягкая, эластичная
		3,0	5,0	4,0	4,0	5,0
Аромат хлеба	2,5	Выраженный, свойственный хлебу	Интенсивно выраженный, свойственный хлебу	Интенсивно выраженный, свойственный хлебу	Интенсивно выраженный, свойственный хлебу	Интенсивно выраженный, свойственный хлебу
		4,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Показатель качества хлеба	Коэффициент весо-мости	Хлеб				
		контроль (без до-бавок)	с натуральной сывороткой	с сывороткой, обогащенной		
				Mg	Mn	Mg и Mn
Вкус хлеба	2,5	Недостаточно выраженный, характерный хлебный	Выраженный, характерный хлебный	Выраженный, характерный хлебный	Выраженный, характерный хлебный	Интенсивно выраженный, характерный хлебный
		3,0	4,0	4,0	4,0	5,0
Разжевываемость мякиша	1,0	Очень нежная, сочная, хорошо разжевывается	Очень нежная, сочная, хорошо разжевывается	Очень нежная, сочная, хорошо разжевывается	Очень нежная, сочная, хорошо разжевывается	Очень нежная, сочная, хорошо разжевывается
		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Комплексный показатель качества		64,6	76,7	81,8	79,8	86,2

Результаты исследований показали, что наибольший комплексный показатель качества имеет хлеб с сывороткой, обогащенной частицами биогенных металлов Mg и Mn, на втором месте – хлеб с сывороткой, обогащенной частицами Mg.

Установлено, что сыворотка, обогащенная коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца, положительно влияет на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба. Ее использование является предпосылкой получения хлебобулочных изделий высокого качества и обогащенных минеральными веществами.

Таким образом, доказана целесообразность обработки молочной сыворотки путем электроискрового диспергирования гранул металлов с целью её обогащения коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца, и последующего использования в хлебопечении.

Учитывая востребованность концентрированных продуктов в хлебопечении, дальнейшего изучения требует процесс сушки сыворотки, обогащенной коллоидными частицами биогенных металлов магния и марганца.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дробот, В.І.* Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
2. *Храмцов, А.Г.* Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб. : Профессия, 2011. – 804 с.
3. *Сердюк, А.М.* Нанотехнології мікронутрієнтів: питання безпечності та біотичності наноматеріалів при виробництві харчових продуктів / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, Н.В. Косімов // Академія медичних наук України. – 2010. – №3, Т.16 – С. 467–471.
4. *Щерба, А.А.* Разрядно-импульсные системы производства нанокolloидных растворов биологически активных металлов методом ОЭИД / А.А. Щерба, С.Н. Захарченко, К.Г. Лопатько, Н.И. Шевченко, Н.А. Ломко // Труды ин-та электродинамики НАН Украины. – 2010, (26), С. 152–160.
5. *Berkowitz A., Chau R., Kodama R.H., Maple M.B., Meyers M.A., and Wan. H. Proc.* “Spark Erosion – A Fine Particle Technology”, Proc. Joint NSF – Nist Conf. on Ultrafine Particle Engineering, May, – 1994.
6. *Щерба, А.А.* Анализ методов повышения эффективности электроэрозионной коагуляции при очистке водных сред / А.А. Щерба, С.Н. Захарченко, К.Г. Лопатько, Е.Г. Афтандиянц //

- Техническая электро-динамика. Тематический выпуск. Силовая электроника и энергоэффективность. – 2008, (2), С. 120-125.
7. *Лопатько, К.Г.* Синтез ультра и наноразмерных частиц биогенных металлов методом объемного электроискрового диспергирования / К.Г. Лопатько, Е.Г. Афтандиянц, А.А. Щерба, С.Н. Захарченко, К.К. Победаш, В.А. Святненко. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ: НУБіПУ. – 2010. – Вип.144. – Ч.2. – С. 40-48.
 8. *Лопатько, К.Г.* Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул / К.Г. Лопатько, В.В. Олишевский, А.И. Маринин, Е.Г. Афтандиянц // Электронная обработка материалов. – 2013. – № 49 (6). – С. 80-85.
 9. *Berkowitz A.E., Walter J.L.* Spark erosion: A method for producing rapidly quenched fine powders // I. Mater. Res. – 1987. – Vol.2, № 2. – P. 277-288.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.02.2015

O.V. Kochubei-Lytvynenko, O.A. Bilyk, V.V. Olishovsky, A.I. Marinin, K.G. Lopatko

METHOD OF ENRICHMENT OF WHEY BY COLLOIDAL PARTICLES OF MAGNESIUM AND MANGANESE, PROSPECTS OF ITS USE

The process of enrichment of whey by colloidal particles of magnesium and manganese in the result of volumetric electro-spark dispersing was proposed. The composition and properties of the treated whey as well as prospects of its use for baking wheat bread were researched. It is proved that the additions of the enriched whey in the amount of 15 % from the flour weight have positive effect on organoleptic, physical-chemical, and rheological properties of dough and bread. It is found that specific volume in bread with whey, enriched by magnesium is increasing compared to the control one by 7,0 %; enriched by manganese – by 6 %; enriched by magnesium and manganese – by 10,4 %.

УДК 664.93-027.31:796 (045)

Приведены результаты исследований по определению оптимальной дозировки концентрата сывороточного белкового, полученного методом ультрафильтрации, с массовой долей белка 80% (КСБ-УФ-80) в составе специализированных мясных продуктов на основании динамики изменения функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей модельных фаршевых систем при различных степенях измельчения мясного сырья (измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм, а также подвергнутые дополнительной обработке на куттере).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ КСБ-УФ-80 В СОСТАВЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

**РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*О.В. Дымар, кандидат технических наук,
заместитель директора по научной работе;*

*С.А. Гордынец, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующая отделом технологий мясных продуктов;*

И.В. Калтович, старший научный сотрудник отдела технологий мясных продуктов

Введение.

В настоящее время широкое развитие в мясной промышленности получило комбинирование пищевых компонентов для получения высококачественных мясопродуктов, обладающих более

высокой биологической ценностью по сравнению с исходными компонентами. Большой научный и практический интерес имеет комбинирование мясных белков с молочными, особенно сывороточными, являющимися легкоусвояемыми и наиболее приближенными к «идеальному» белку по аминокислотному составу [1-5].

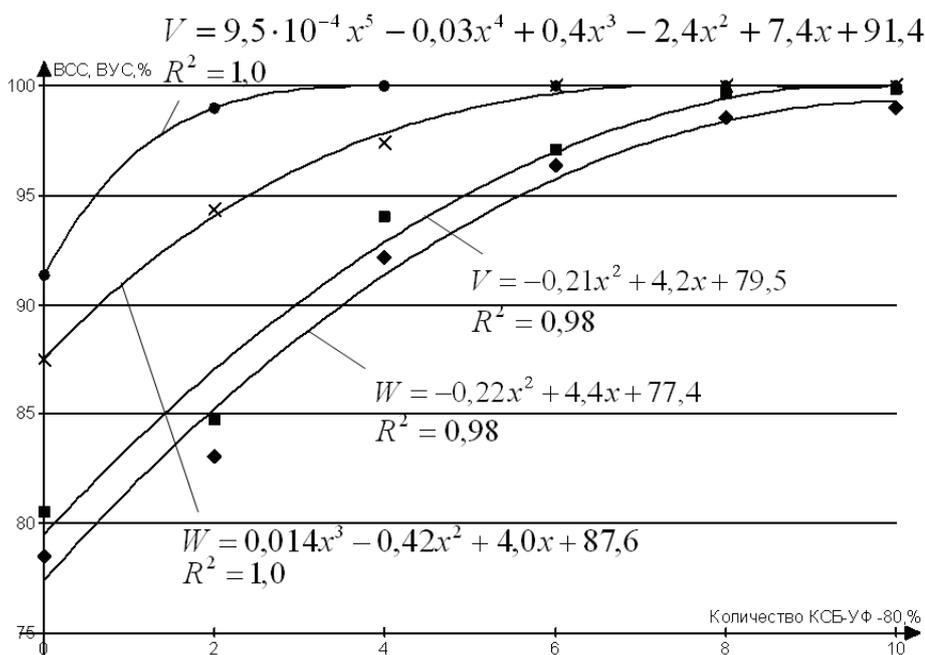
Цель данной работы – определение оптимальной дозировки КСБ-УФ-80 в составе специализированных мясных продуктов с различными степенями измельчения мясного сырья.

Основная часть.

С целью определения оптимальной дозировки КСБ-УФ-80 в составе специализированных мясных продуктов, исследовали влияние различных дозировок данного сухого молочного продукта на изменение функционально-технологических, структурно-механических и органолептических показателей мясных модельных фаршевых систем до и после термообработки, которые в значительной степени зависят от взаимодействия компонентов молочный белок – фаршевая система между собой.

Поскольку технология производства различных видов мясных продуктов предполагает различную степень измельчения мясного сырья, научный и практический интерес представляло изучение влияния различных дозировок КСБ-УФ-80 на изменение качественных показателей мясных модельных фаршевых систем при различных степенях измельчения мясного сырья – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм, а также более тонкое измельчение с последующей обработкой измельченного на волчке мясного сырья на куттере.

На рис. 1 представлены результаты исследования влагосвязывающей (ВСС) и влагоудерживающей способности (ВУС) мясных модельных фаршевых систем с заменой от 2 до 10 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80. ВСС и ВУС модельных фаршевых систем и готовых продуктов определяли по стандартным методикам определения функционально-технологических свойств мясных продуктов [6]. Обработку экспериментальных данных производили в программе Statistica for Windows XP для ПЭВМ с использованием критерия Манна-Уитни. Различия считались достоверными при $P < 0,05$. Для построения графиков использовали программу Advanced Grapher.



Примечание. $P < 0,05$ по отношению к контрольному образцу

Рис. 1. ВСС и ВУС модельных фаршевых систем: ■, ◆ – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм; ●, × – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм с дополнительной обработкой на куттере

Как видно из рис. 1, увеличение степени замены мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 приводит к значительному увеличению ВСС и ВУС мясных модельных фаршевых систем. Так, при замене 2 % мясного фарша, измельченного на волчке, на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 происходит увеличение ВСС на 4,2 % относительно контрольного образца (ВСС контрольного образца – 80,5 %), при замене 4 % – на 13,5 %, при замене 6 % – на 16,6 %, а при замене 8 и 10 % – значения ВСС увеличиваются на 19,1 % и 19,3 % соответственно и приближаются к 100 % (99,6 % и 99,8 % соответственно). При исследовании тонкоизмельченной мясной массы происходит еще более существенное увеличение ВСС до 99 % уже при замене 2 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 (ВСС контрольного образца – 91,4 %), а при замене 4 % и выше – полное связывание влаги (ВСС=100 %).

Установлено, что контрольные образцы с измельчением мясного сырья на волчке, а также подвергнутые дополнительной обработке на куттере, характеризуются низкими значениями ВУС (78,5 % и 87,5 % соответственно), однако уже при замене 2 % мясного фарша на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 происходит увеличение значений данных показателей на 4,6 % и 6,9 % соответственно относительно контрольных образцов, при замене 4 % – на 13,7 % и 9,9 %, при замене 6 % – на 17,9 % и 12,5 %, причем ВСС опытного образца, подвергнутого дополнительной обработке на куттере, при этом достигает 100 % и остается на этом же уровне при замене 8 % и 10 % мясного сырья. ВСС опытных образцов, измельченных на волчке, при замене 8 % и 10 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 приближается к значению 100 % и составляет 98,5 % и 99,0 % соответственно.

Таким образом, как свидетельствуют полученные результаты, при введении в мясную фаршевую систему КСБ-УФ-80 происходит перераспределение влаги по формам связи, причем при более тонком измельчении мясного сырья происходит более интенсивное нарастание ВСС по сравнению с модельными фаршевыми системами с измельчением мясного сырья на волчке. Более высокие значения ВСС и ВУС опытных образцов обусловлены повышенными функциональными свойствами КСБ-УФ-80.

Важным показателем, характеризующим консистенцию продукта, является предельное напряжение сдвига (ПНС), характеризующее структурно-механические свойства продукта. Как известно, использование белковых препаратов в мясных изделиях приводит к разрыхлению структуры фаршей из-за уменьшения доли миофибриллярных белков.

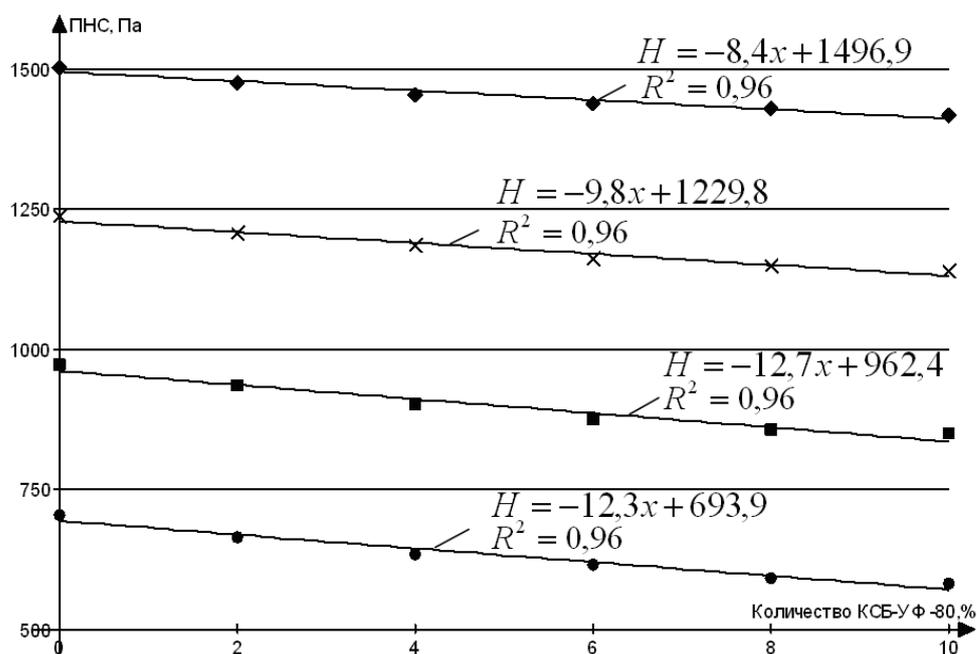
Предельное напряжение сдвига (ПНС), θ_0 , Па модельных фаршевых систем и готовых продуктов до и после термообработки определяли на консистометре Гепплера по формуле:

$$\theta_0 = K_\alpha \frac{M}{h^2},$$

где K_α – константа конуса, зависящая от угла α при его вершине ($K_{90^\circ}=0,159$); M – масса нагрузки, действующей на конус, кг; h – глубина погружения конуса, м.

Результаты исследований показали, что величина ПНС до термообработки мясных модельных фаршевых систем, измельченных на волчке, монотонно снижается на 3,6-12,7 % при замене от 2 до 10 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 (ПНС контрольного образца – 972,8 Па), а в мясных модельных фаршевых системах, содержащих мясное сырье, подвергнутое дополнительной обработке на куттере, – на 5,7-17,4 % соответственно (ПНС контрольного образца – 705,6 Па) (рис. 2).

Следует отметить, что даже при максимальной степени замены мясного сырья на КСБ-УФ-80 (10 %) изделия так же хорошо формовались, как и контрольный образец, и хорошо сохраняли форму. Снижение значений ПНС до термообработки свидетельствует об увеличении липкости и улучшении вязко-пластичных свойств фаршей, что позволит получить менее жесткие и более сочные продукты. Значительно более низкие значения ПНС мясных модельных фаршевых систем, подвергнутых дополнительной обработке на куттере, по сравнению с модельными фаршевыми системами с измельчением мясного сырья на волчке, обусловлены более тонкой степенью измельчения мясного сырья, что в свою очередь обуславливает более нежную консистенцию фаршевых систем.



Примечание. $P < 0,05$ по отношению к контрольному образцу

Рис. 2. ПНС модельных фаршевых систем: ■, ◆ – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм (до и после термообработки соответственно); ●, × – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм с дополнительной обработкой на куттере (до и после термообработки соответственно)

Для определения жесткости и сочности готовых продуктов измеряли величину ПНС после термообработки модельных фаршевых систем. Установлена тенденция к снижению данного показателя при увеличении степени замены мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 (рис. 2).

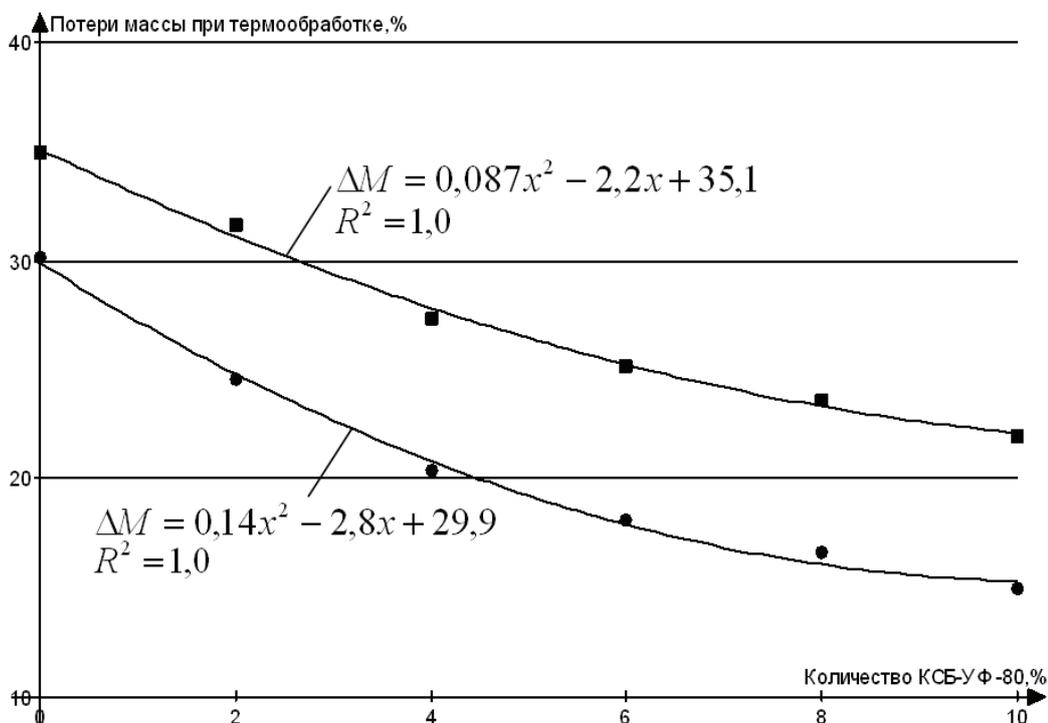
Установлено, что при замене 2 % мясного фарша, измельченного на волчке, на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 ПНС снизилось на 1,8 %, при замене 4 % – на 3,3 %, при замене 6 % – на 4,9 %, при замене 8 % – на 5,1 %, а при замене 10 % – на 5,3 % относительно контрольного образца (ПНС контроля – 1505,7 Па). При замене 2 % мясного фарша, подвергнутого дополнительной обработке на куттере, на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 ПНС также снизилось на 2,4 %, при замене 4 % – на 4,3 %, при замене 6 % – на 6,2 %, при замене 8 % – на 7,0 %, а при замене 10 % – на 5,3 % относительно контрольного образца (ПНС контроля – 1238,5 Па).

Снижение значений ПНС опытных образцов свидетельствует об уменьшении жесткости и увеличении сочности готовых продуктов, что положительно сказывается на их органолептических показателях. С увеличением степени замены мясного сырья на КСБ-УФ-80 образцы имели более мягкую и нежную консистенцию, но при этом хорошо сохраняли форму, как и контрольный образец, не разрушались после тепловой обработки, были мягкими и хорошо разжевывались.

Мясные фаршевые системы после термообработки с более тонкой степенью измельчения, как и в случае сырых фаршей, характеризуются более низкими значениями ПНС, что согласуется с данными о более нежной консистенции готовых продуктов, имеющих более тонкую степень измельчения.

При определении потерь массы при термообработке модельных образцов с различными степенями измельчения мясного сырья установлена следующая зависимость: с увеличением степени замены мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 наблюдается

значительное снижение потерь массы при термообработке на 3,4-13,0 % при замене от 2 % до 10 % мясного сырья, измельченного на волчке, на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 и на 5,6-15,2 % при замене от 2 % до 10 % мясного сырья, подвергнутого дополнительной обработке на куттере (рис. 3).



Примечание. $P < 0,05$ по отношению к контрольному образцу

Рис. 3. Потери массы при термообработке модельных фаршевых систем:

- – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм;
- – измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3-5 мм с дополнительной обработкой на куттере

В ходе дальнейших исследований с целью оценки влияния различных дозировок КСБ-УФ-80 на органолептические показатели термообработанных мясных фаршевых систем была проведена дегустационная оценка контрольных и опытных образцов с различными степенями измельчения мясного сырья.

Исследования органолептических показателей качества модельных фаршевых систем проведены в соответствии с ISO 6658:2005 «Сенсорный анализ. Методология. Общее руководство». Исследовали вкус, консистенцию, сочность, внешний вид и запах (аромат) модельных образцов. В качестве эталонных значений, характеризующих органолептические показатели, был принят максимальный балл дегустационной шкалы – 9.

Наиболее значимым органолептическим показателем считали вкус готовых мясных изделий, поскольку КСБ-УФ-80 имеет сладковатый привкус сывороточных белков, следовательно, немаловажным моментом является отсутствие негативного влияния введения данного компонента в состав мясных изделий на их вкус.

Результаты бальной оценки модельных образцов с измельчением мясного сырья на волчке представлены на рис. 4.

Следует отметить, что введение в состав мясных модельных фаршевых систем, измельченных на волчке, а также подвергнутых дополнительной обработке на куттере, до 6 % включительно КСБ-УФ-80 способствует улучшению их вкуса, о чем свидетельствует увеличение значения данного показателя в опытных образцах на 0,2-1,0 балл относительно контрольного образца,

измельченного на волчке, и на 0,3-1,0 балл относительно контрольного образца, подвергнутого дополнительной обработке на куттере, при замене от 2 до 6 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80.

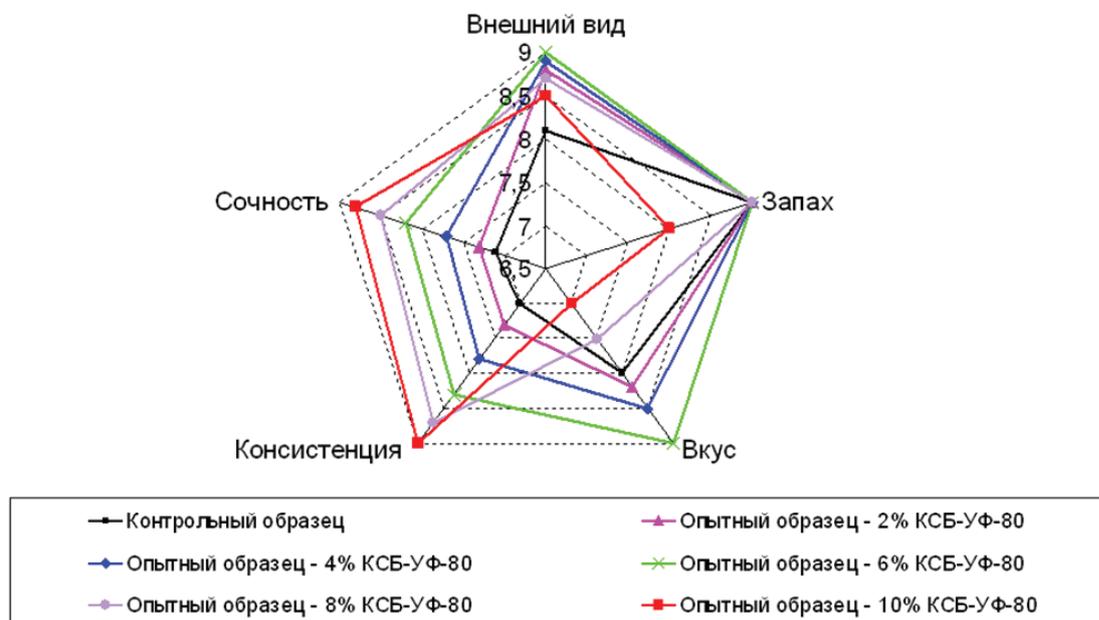


Рис. 4. Органолептическая оценка качества мясных модельных фаршевых систем

При оценке органолептических показателей опытных образцов, измельченных на волчке, а также подвергнутых дополнительной обработке на куттере, с заменой 8 % и 10 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 отмечали наличие нехарактерного для мясных продуктов привкуса сывороточных белков, а для опытных образцов, содержащих 10 % КСБ-УФ-80, – также и нехарактерный тонкий аромат сывороточных белков, что негативно отразилось на общей оценке качества данных образцов.

Наблюдали увеличение нежности и сочности опытных образцов с различными степенями измельчения мясного сырья при увеличении степени замены мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80. Так, в опытных образцах, измельченных на волчке, произошло улучшение консистенции на 0,3-2,0 балла и увеличение сочности на 0,2-1,7 балла относительно контрольного образца при замене от 2 до 10 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80, а в опытных образцах, подвергнутых дополнительной обработке на куттере, – на 0,3-1,5 балла и 0,2-1,4 балла соответственно.

По внешнему виду все опытные образцы характеризовались высокой оценкой качества – от 8,5 до 9 баллов, что превышало данный показатель для контрольного образца с измельчением мясного сырья на волчке, на 0,4-0,9 баллов, а для контрольного образца, подвергнутого дополнительной обработке на куттере, – на 0,3-0,8 баллов.

Таким образом, как свидетельствуют полученные результаты, максимальной оценкой качества обладает измельченный на волчке с последующей обработкой на куттере образец с заменой 6 % говядины на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 (8,8 баллов), а также опытный образец с измельчением мясного сырья на волчке и аналогичной степенью замены мясного сырья на КСБ-УФ-80 (8,7 баллов) (табл. 1).

Кроме того, как показали ранее проведенные исследования, замена 6 % мясного сырья на эквивалентное по массе количество КСБ-УФ-80 оказывает положительное влияние не только на органолептические, но и на функционально-технологические и структурно-механические показатели мясных модельных фаршевых систем до и после термообработки, а именно:

1.

Наименование образца	Оценка качества, баллов	
	при измельчении на волчке	при измельчении на волчке с дополнительной обработкой на куттере
Контрольный образец	7,7±0,1	7,9±0,1
Опытные образцы со степенью замены мясного сырья на КСБ-УФ-80, %	2	8,0±0,2
	4	8,3±0,1
	6	8,7±0,1
	8	8,3±0,2
	10	8,2±0,2

♦ позволяет значительно увеличить показатель ВСС до 97,1 % и ВУС – до 96,3 % в мясных модельных фаршевых системах с измельчением мясного сырья на волчке, и полностью связать и удерживать влагу (ВСС = 100 %, ВУС = 100 %) в мясных модельных фаршевых системах, подвергнутых дополнительной обработке на куттере, благодаря чему значительно снижаются потери массы при термообработке в мясных модельных фаршевых системах с измельчением мясного сырья на волчке, на 9,8 %, а в мясных модельных фаршевых системах, подвергнутых дополнительной обработке на куттере, – на 12,0 %;

♦ позволяет снизить значения ПНС до и после термообработки модельных фаршевых систем, измельченных на волчке, – на 9,9 % и 4,4 %, а модельных фаршевых образцов, подвергнутых дополнительной обработке на куттере, – на 12,8 % и 6,2 % соответственно, что способствует улучшению консистенции готовых продуктов.

Заключение.

Таким образом, на основании проведенных исследований определена оптимальная дозировка КСБ-УФ-80 в составе специализированных мясных продуктов с различными степенями измельчения мясного сырья – 6 %, позволяющая обеспечить улучшение их функционально-технологических (увеличение влагосвязывающей и влагоудерживающей способности на 16,6 % и 17,9 % соответственно при измельчении на волчке и на 8,6 % и 12,5 % – с дополнительной обработкой на куттере, снижение потерь массы при термообработке на 9,8 % и 12,0 % соответственно), структурно-механических (снижение предельного напряжения сдвига на 9,9 % и 12,8 % до термообработки и на 4,4 % и 6,2 % после термообработки соответственно) и органолептических показателей (увеличение общей оценки качества на 1,0 балл и 0,9 баллов (по 9-ти балльной шкале) соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сизенко, Е.И. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды : справочник / под общ. ред. академика РАСХН Е.И. Сизенко. – М.: ППИ, 1999. – 468 с.
2. Дыкало, Н.Я. Переработка молочной сыворотки с применением мембранных методов разделения / Н.Я. Дыкало [и др.]. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1984. – 41 с.
3. Кравченко, Э.Ф. Состояние и перспективы переработки и использования молочной сыворотки в СССР и за рубежом : обзорная информация / Э.Ф. Кравченко, Т.А. Волкова, О.А. Чикалова. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1989. – 44 с.
4. Крашенинин, П.Ф. Молочная сыворотка и направления ее рационального использования: обзорная информация / П.Ф. Крашенинин [и др.]. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1992. – 29 с.
5. Шалыгина, А.М. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ [и др.] ; под ред. А.М. Шалыгиной. – М. : Колос, 2004. – 455 с.
6. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М. : Колос, 2001. – 376 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 29.05.2015

O.V. Dymar, S.A. Gordynets, I.V. Kaltovich

DEFINITION OF WHEY PROTEIN CONCENTRATE-80 OF THE OPTIMUM DOSAGE AS A PART OF SPECIALIZED MEAT PRODUCTS

The results of researches on definition of an optimum dosage of KSB-UF-80 as a part of specialized meat products value on the basis of dynamics of change of functional and technological, structural and mechanical and organoleptic indicators model the farshevykh of systems are given at various extents of crushing of meat raw materials (crushing in a top with a diameter of openings of a lattice of 3-5 mm, and also subjected to additional processing on a kutter).

УДК 663.53

В статье приведены результаты исследований применения ферментного препарата целлюлолитического спектра действия на процесс дрожжегенерации при дифференцированном разделении и переработке биополимеров тритикале. В ходе лабораторных исследований установлено, что при переработке тритикале на повышенных концентрациях введение на стадии дрожжегенерации ферментного препарата целлюлолитического спектра действия позволяет существенно снизить текучесть перерабатываемого зернового суслу тритикале, при этом дозировка фермента достаточна в количестве не более 0,05 дм³ на т сухих веществ зерна.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ДРОЖЖЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ РАЗДЕЛЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ БИОПОЛИМЕРОВ ТРИТИКАЛЕ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Д.В. Хлиманков, научный сотрудник группы по спиртовой и ликеро-водочной отрасли отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;

Т.М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник - начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;

А.А. Пушкарь, кандидат технических наук, старший научный сотрудник – руководитель группы по спиртовой и ликеро-водочной отрасли, отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции

Одним из способов повышения рентабельности спиртового производства является использование высококонцентрированного зернового суслу с последующим сбраживанием его дрожжами, обладающими высокой осмофильностью, термотолерантностью и устойчивостью к основному продукту их жизнедеятельности (этанолу). Разработка новых ресурсосберегающих технологий приготовления и сбраживания высококонцентрированного суслу, с использованием физиологически активных рас дрожжей, позволяет повысить эффективность переработки зернового сырья в производстве этилового ректифицированного спирта из пищевого сырья, уменьшить количество образующейся послеспиртовой (кормовой) барды [1, 2].

Одной из возникающих проблем в производстве этилового ректифицированного спирта из пищевого сырья при переработке высококонцентрированного суслу являются вязкие и малоподвижные зерновые заторы.

Возможным решением устранения данной проблемы может служить использование ферментного препарата целлюлолитического спектра действия при переработке высококонцентрированного суслу на стадии дрожжегенерации.

В рамках изучения влияния применения ферментного препарата целлюлолитического спектра действия на процесс дрожжегенерации при использовании шелушения зерна в процессе его подработки в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» был исследован химический состав исходного зернового сырья. В качестве изучаемой зерновой культуры было использовано тритикале, как базовое сырье спиртовой отрасли промышленности Республики Беларусь. Усредненные образцы тритикале были отобраны на складах Ивацевичского спиртзавода ОАО «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко». Результаты исследований химического состава тритикале представлены в табл. 1.

1.

Показатель	Единица измерения	Значения контролируемых показателей тритикале
Массовая доля влаги	%	12,4
Условная крахмалистость	%	56,62
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество	%	3,8
Массовая доля сырого протеина в сухом веществе	%	12,4
Массовая доля сырой золы в пересчете на сухое вещество	%	1,9
Натура	г/дм ³	761

Анализ представленных в табл. 1 результатов показал, что полученные значения контролируемых показателей качества исследуемого образца зерна тритикале соответствует требованиям СТБ 1193 [3].

Для накопления статистических данных влияния глубины процесса шелушения на химический состав перерабатываемого сырья дополнительно была изучена динамика изменения условной крахмалистости зерна, как наиболее важного технологического показателя спиртовой отрасли промышленности. Базируясь на результатах ранее проведенных исследований, следует отметить, что именно условная крахмалистость зерна в процессе его дифференцированной переработки претерпевает существенные изменения.

Подготовку образцов шелушенного зерна для проведения исследований осуществляли на универсальном лабораторном шелушителе УШЗ-1.

Результаты исследования крахмалистости исследуемых образцов зерна и зерновой муки при различной глубине проведения процесса шелушения представлены в табл. 2.

2.

№ образца	Используемое зерновое сырье	Крахмалистость зерна, %	Крахмалистость муки, %	Прирост крахмала шелушенного зерна в сравнении с исходным зерном, %	Количество крахмала зерна, переходящего в муку, от всего крахмала зерна, поступившего на шелушение, %
1	Тритикале без шелушения (контроль)	56,62	-	-	-
2	Тритикале с шелушением 3,01 %	58,55	14,50	1,91	0,82
3	Тритикале с шелушением 5,15 %	60,92	17,30	4,30	1,55

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, позволяет подтвердить ранее полученные результаты исследования 2014 г. С увеличением процента снятия шелухи с исход-

ного образца тритикале растет крахмалистость шелушенного зерна, при этом в зерне тритикале с увеличением процента снятия наружных слоев зерновки растет крахмалистость с 56,62 до 60,92 %. Прирост крахмалистости при глубине шелушения тритикале 3,01-5,15 % – составил 1,91-4,30 %.

Процент крахмала, переходящего в муку, от всего крахмала зерна, поступившего на шелушение не превысил предельного значения (1,73 %) полученного на предыдущих этапах исследований. При выходе оболочек зерна тритикале в количестве 3,01 % и 5,15 % процент крахмала, переходящего в тритикалевую муку, от всего крахмала зерна поступившего на шелушение, находился в пределах 0,82-1,55 %.

Глубина протекания биохимического процесса спиртового брожения при переработке суслу повышенных концентраций наряду с качеством подготовки зернового суслу в значительной степени зависит от состояния дрожжевой биомассы, используемой при засевах бродильных чанов. Поэтому важным этапом научно-исследовательской работы при разработке усовершенствованной ресурсосберегающей технологии являлась оценка влияния применения источника ксилоназной и β-глюконазной активности на качество подготовки засевных дрожжей при дифференцированной переработке биополимеров зернового сырья. Применение ферментного препарата целлюлолитического спектра действия позволит улучшить подвижность технологической среды при дрожжегенерации. Следует отметить, что ферментный препарат указанного выше действия будет обеспечивать гидролиз некрахмалистых полисахаридов в течение продолжительного временного интервала 16-18 ч, что будет способствовать гидролизу части β-глюканов до сбраживаемых углеводов.

В ходе проведения данного этапа экспериментальных исследований процесс подготовки декстринизированного суслу осуществляли по следующим технологическим режимам: приготовление замеса при гидромодуле 1:2,8 и pH 6,0-6,2; механико-ферментативную обработку замеса проводили при температуре 67- 69 °С в течение 40 мин, далее при температуре 85-86 °С в течение 2,5 ч. Степень помола зерна (проход через сито диаметром отверстий 1 мм) составляла 94-95 %.

Механико-ферментативную обработку сырья проводили в лабораторном ферментере ЛР-1, при этом для гидролиза некрахмалистых полисахаридов использовали ферментный препарат Талзим ХЛ 75, крахмала – ферментный препарат термостабильной α-амилазы Ликвафло. При переработке шелушенного зерна отраслевые нормы расхода ферментных препаратов снижали на 10 %.

В процессе экспериментов исследуемые образцы суслу изучали по следующим технологическим показателям: текучесть суслу (определяли на Вискозиметре ВЗ-246), концентрацию растворимых сухих веществ (СВ, %), концентрацию редуцирующих веществ (РВ, %) согласно технологическому контролю спиртового производства [4].

Результаты качества подготовки декстринизированного суслу для исследуемых образцов зерна (с шелушением и без шелушения) и используемые дозировки ферментных препаратов приведены в табл. 3.

3.

№ образца	Используемое зерновое сырье	Дозировка фермента термостабильной α-амилазы, ед. АС/г. у. к	Дозировка фермента целлюлолитического действия, дм ³ /т сухих веществ	Текучесть, с	СВ, %	РВ, %
1	Тритикале без шелушения (контроль)	0,22	0,20	8,0±1,0	22,6±0,2	8,9±0,1
2	Тритикале с шелушением 3,01 %	0,20	0,18	7,5±0,5	23,1±0,2	9,2±0,1
3	Тритикале с шелушением 5,15 %	0,20	0,18	7,0±0,5	23,5±0,3	9,3±0,1

На основании изучения экспериментальных данных, представленных в табл. 3, установлено, что при равном гидромодуле при переработке тритикале происходит увеличение концентрации суслу с 22,6 % (контроль) до 23,1-23,5 %. Данный факт подтверждает результаты исследований, полученные при подготовке декстринизированного суслу в 2014 г.

Концентрация редуцирующих веществ по окончании процесса водно-тепловой и ферментативной обработки для тритикале находится в пределах 8,9-9,3 %. Из литературных источников известно, что увеличение подвижности технологической среды благоприятно сказывается на метаболической активности дрожжей, поэтому суслу тритикале будет способствовать активному развитию и жизнедеятельности дрожжей.

Для проведения экспериментальных исследований полученные образцы декстринизированного суслу использовали при изучении процесса дрожжегенерации. Учитывая высокую концентрацию сухих веществ в образцах декстринизированного суслу для обеспечения приемлемого уровня накопления дрожжевой биомассы (не менее 100 млн кл./см³) производили корректировку его концентрации внесением дистиллированной воды до 19,0±0,1 %, тем самым, исключая влияния параметра концентрации суслу на конечный результат данного этапа исследований.

При подготовке дрожжевого суслу его доосахаривание осуществляли в течение 1,5 ч при pH = 4,0 и температуре суслу 57-59 °С при дозировке глюкоамилазы 12,0 ед. ГлС на грамм условного крахмала (ферментный препарат Талзим ГЛ 60) и расходе целлюлолитического ферментного препарата (ферментный препарат Талзим ХЛ 75) от 0 (контрольные образцы) до 0,07 дм³. Корректирование активной кислотности осуществляли серной кислотой. Дополнительно в суслу вносили карбамид из расчета 0,6 г/дм³. Полученное дрожжевое суслу охлаждали и засеивали дрожжами Оеноферм С2 из расчета их начального содержания в сусле 20 млн кл./см³. Культивировали при температуре 26-28 °С в течение 18 ч.

Динамика изменения подвижности (текучести) технологической среды в процессе дрожжегенерации при переработке зерна с различной степенью шелушения и различными дозировками ферментного препарата целлюлолитического спектра представлена на рис.

Анализ экспериментальных данных процесса дрожжегенерации при переработке зерна тритикале представленных на рис. показал, что шелушение зерна и внесение источника целлюлолитического спектра позволяют понизить текучесть среды к 18 ч дрожжегенерации, обеспечив улучшение подвижности сбраживаемого суслу с 3,13 (образец 1) до 2,65-2,84 (образцы 2, 3, 4, 7, 11, 12) или на 9,3-15,3 %. Анализ данных рис. позволяет утверждать, что при проведении процесса дрожжегенерации применение ферментного препарата целлюлолитического спектра действия достаточно в количестве не более 0,05 дм³/т сухих веществ зерна. Дальнейшее увеличения дозировки фермента технологически и экономически нецелесообразно.

Важным элементом конечной эффективности применения ферментного препарата целлюлолитического спектра действия на процесс дрожжегенерации при дифференцированной переработке биополимеров зерна является оценка физиологического состояния дрожжевой биомассы. Контроль технологического процесса дрожжегенерации осуществляли на 12 и 18 ч ведения технологического процесса.

Результаты по уровню накопления дрожжевой биомассы, количеству почкующихся и мертвых клеток, изменению активной кислотности среды (pH) представлены в табл. 4.

Активная кислотность не претерпевала существенных изменений и находилась к 12 ч дрожжегенерации в пределах 3,6-3,9 ед., к 18 ч – в пределах 3,6-3,7 ед. Полученные данные свидетельствуют о стабильности протекания технологического процесса с точки зрения развития конкурирующей микрофлоры.

Концентрация почкующихся клеток на 12 ч ферментации находилась в интервале от 52 до 59 %, что свидетельствует об активном размножении дрожжей. К 18 ч концентрация дрожжевых клеток уменьшалась до 21-34 %, что является естественным состоянием зрелых производственных дрожжей.

Анализ накопления дрожжевой биомассы показал, что внесения препарата, гидролизующего некрахмалистые полисахариды незначительно подавляет накопление дрожжевых клеток, как

в образцах зерна без шелушения, так и в образцах на основе шелушенного зерна. При этом увеличение дозировки фермента сдерживает накопление биомассы – для зерна тритикале без шелушения с 270 до 230 млн кл./см³, для зерна тритикале с глубиной шелушения 5,15 % с 280 до 230 млн кл./см³.

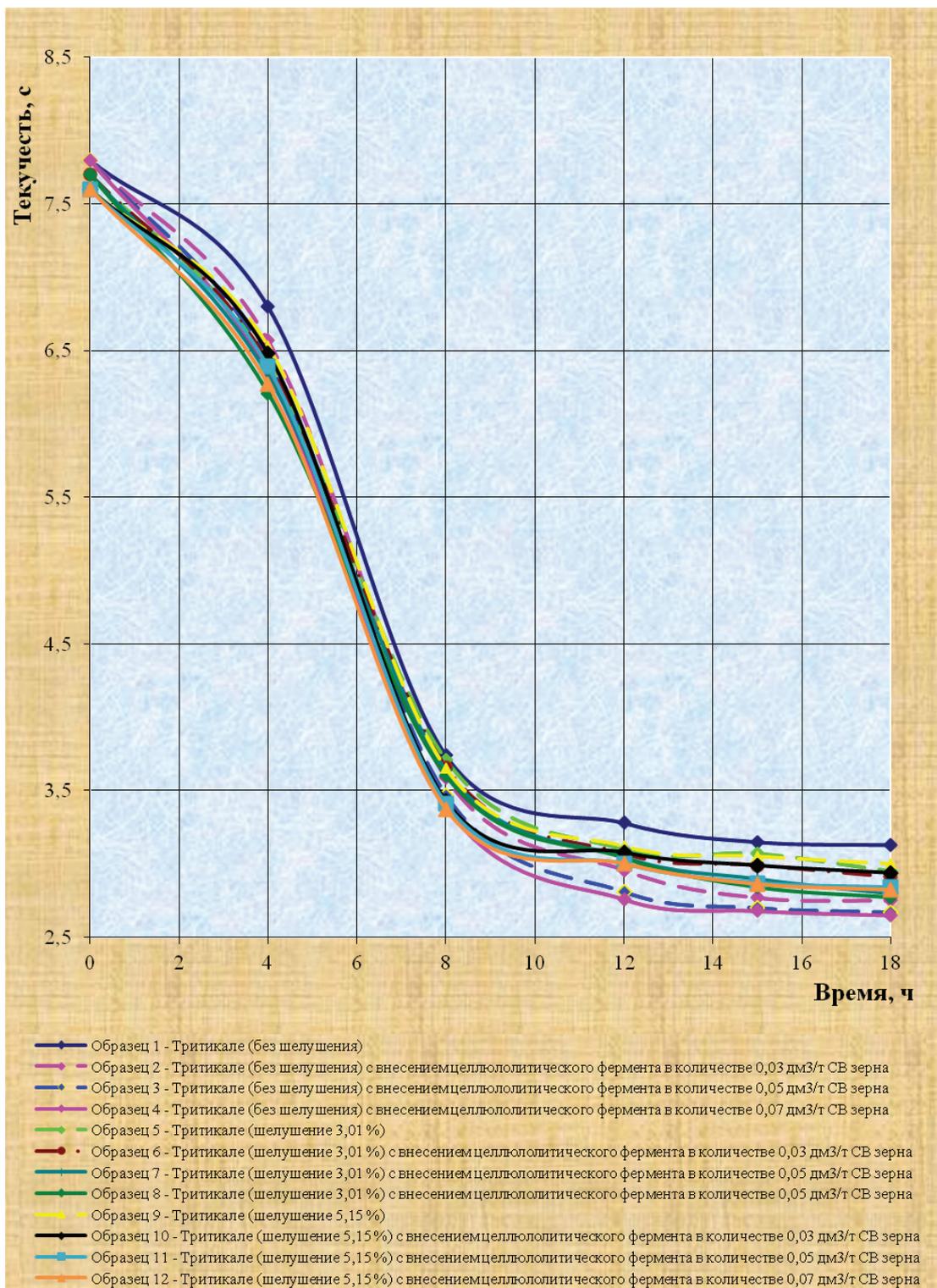


Рис. 1. Результаты изучения текучести технологической среды на стадии дрожжегенерации при переработке тритикале

4.

№	Наименование образца	Дозировка ферментного препарата целлюло-литического спектра действия, дм ³ /т сухих веществ зерна	Показатели качества процесса дрожжегенерации								
			12 ч			18 ч					
			рН, ед.	Концентративы дрожжевых клеток, млн кл./см ³	Почку-ющиеся клетки, %	Мертвые клетки, %	рН, ед.	Концентративы дрожжевых клеток, млн кл./см ³	Почку-ющиеся клетки, %	Мертвые клетки, %	Содержание спирта, % об.
1	Без шелушения (контроль)	-	3,7	270	59,0	-	3,6	322	32,0	-	5,5
2	Без шелушения (контроль)	0,03	3,7	248	55,0	-	3,6	310	30,0	0,20	5,6
3	Без шелушения (контроль)	0,05	3,7	240	54,0	-	3,7	290	28,5	0,20	5,5
4	Без шелушения (контроль)	0,07	3,7	230	53,5	-	3,6	282	22,0	0,50	5,4
5	Шелушение 3,01 %	-	3,7	274	57,0	-	3,6	344	35,0	-	5,4
6	Шелушение 3,01 %	0,03	3,9	261	58,0	-	3,6	330	34,0	0,20	5,5
7	Шелушение 3,01 %	0,05	3,9	250	56,5	-	3,6	320	30,0	0,20	5,4
8	Шелушение 3,01 %	0,07	3,9	242	53,0	-	3,6	311	26,0	0,20	5,3
9	Шелушение 5,15 %	-	3,7	280	58,0	-	3,7	332	32,5	-	5,2
10	Шелушение 5,15 %	0,03	3,7	275	58,0	-	3,6	340	31,0	0,10	5,7
11	Шелушение 5,15 %	0,05	3,6	255	54,0	-	3,6	330	24,0	0,10	5,8
12	Шелушение 5,15 %	0,07	3,8	232	52,0	-	3,7	314	21,0	0,40	5,7

Минимальный уровень накопления дрожжей зафиксирован при дозировке 0,07 дм³/т сухих веществ зерна. При данной дозировке установлено наибольшее количество мертвых клеток 0,2-0,5 %. При проведении оптимизации процесса дрожжегенерации на последующих этапах научно-исследовательской работы целесообразно учесть снижение уровня накопления дрожжевой биомассы при повышении дозировки препарата целлюлолитического спектра действия.

Выводы:

1. Подтверждены результаты исследований полученные при реализации этапов научно-исследовательской работы в 2014 г.: с увеличением процента снятия шелухи тритикале растет крахмалистость шелушенного зерна, при этом в зерне тритикале с увеличением процента снятия наружных слоев зерновки растет крахмалистость с 56,62 до 60,92. При выходе оболочек зерна тритикале в количестве 3,01 % и 5,15 % процент крахмала, переходящего в тритикалевую муку, от всего крахмала зерна, поступившего на шелушение находился в пределах 0,82-1,55 %.

2. При увеличении дозировки ферментного препарата, гидролизующего некрахмалистые полисахариды, текучесть перерабатываемого зернового суслу в процессе дрожжегенерации снижается. Подвижность технологической среды к 18 ч дрожжегенерации в сравнении с соответствующими контрольными образцами (без внесения фермента) уменьшается: для тритикале без шелушения на 14,7 %; для тритикале с глубиной шелушения зерна 3,01 % на 10,5 %; для тритикале с глубиной шелушения зерна 5,15 % на 9,2 %.

3. Установлено, что при проведении процесса дрожжегенерации применение ферментного препарата целлюлолитического спектра действия достаточно в количестве не более 0,05 дм³/т сухих веществ зерна. Дальнейшее увеличение дозировки фермента технологически и экономически нецелесообразно.

4. Анализ накопления дрожжевой биомассы показал, что внесение препарата, гидролизующего некрахмалистые полисахариды незначительно подавляет накопление дрожжевых клеток, как в образцах зерна без шелушения, так и в образцах на основе шелушенного зерна. При проведении оптимизации процесса дрожжегенерации на последующих этапах научно-исследовательской работы целесообразно учесть снижение уровня накопления дрожжевой биомассы при повышении дозировки препарата целлюлолитического спектра действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков, В.А. Сбраживание высококонцентрированных сред осмофильными расами дрожжей, приготовленных на основе ферментативного биокатализа полимеров зернового сырья в производстве топливного биоэтанола / В.А. Поляков [и др.] // Микробные биокатализаторы и их роль в нано- и биотехнологиях: сб. науч. трудов / ВНИИПБТ; под ред. В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. – М. : ВНИИПБТ, 2008. – С. 256-260.
2. Римарева, Л.В. Ферментные комплексы для эффективной подготовки зернового суслу в спиртовом производстве / Л.В. Римарева [и др.] // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов: сб. науч. трудов / ВНИИПБТ; под ред. В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. – М. : ВНИИПБТ, 2012. – С. 302-307.
3. Тритикале фуражный. Требования при заготовках и поставках: СТБ 1193-99. – Введ. 30.12.1999. – Минск : Госстандарт, 1999. – 11 с.
4. Рухляева, А.П. Технохимический контроль спиртового производства / А.П. Рухляева. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 355 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.07.2015

D.V. Khlimankov, T.M. Tananaika, A.A. Pushkar

STUDY OF APPLICATION CELLULOLYTIC ENZYME PREPARATIONS SPECTRUM OF ACTION ON BREEDING YEAST PROCESS WITH DIFFERENTIATED SEPARATION AND RECYCLE TRITICALE GRAIN BIOPOLYMERS

The results of trials of cellulolytic enzyme preparation spectrum process breeding yeast with a differentiated division of biopolymers and processing grain. In laboratory studies, found that the processing of crops at concentrations higher in step introduction breeding yeast cellulolytic enzyme preparation spectrum can significantly reduce the fluidity of the processed cereal wort triticales, wherein the enzyme dosage is sufficient in an amount of not more than 0,05 l³ per ton of corn solids.

УДК 663.422

В статье представлено исследование влияния технологических факторов: сбраживание в присутствии дубовой щепы; сбраживание в присутствии смеси осветляющих веществ; способы шепталлизации на интенсификацию процесса брожения и качественные характеристики фруктово-ягодных натуральных виноматериалов.

Установлено, что комплексное применение осветляющих веществ и активных сухих дрожжей позволяет интенсифицировать процесс брожения и получить высококачественные натуральные фруктово-ягодные виноматериалы. Использование дубовой щепы при брожении способствует улучшению качества вин. Внесение сахара в два приема обеспечивает сокращение процесса брожения в 1,2 раза и высокие качественные характеристики вина.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ НАТУРАЛЬНЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, г. Минск, Республика Беларусь

Т.М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;

О.Л. Зубковская, старший научный сотрудник группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции

Одной из важнейших проблем винодельческих предприятий, производящих фруктово-ягодные вина в условиях рыночной экономики, является конкурентоспособность, стабильность, высокое качество выпускаемой винодельческой продукции и снижение ее себестоимости на основе интенсификации производственных процессов и снижения энергозатрат. Для решения этой проблемы большое значение имеет эффективное использование существующих технологий производства вин на базе глубокого и всестороннего изучения процесса брожения и выдержки, совершенствование традиционных и разработка новых прогрессивных технологий и технических решений.

Цель брожения сула – сбродить сахара и накопить главные и вторичные продукты спиртового брожения с минимальными потерями летучих компонентов (спирта, эфирных масел фруктового сырья, ароматических веществ брожения). Вторичные продукты брожения оказывают большое влияние на органолептические свойства вина, букет, вкус, типичность.

На ход спиртового брожения, его продолжительность, выход вторичных продуктов и их соотношение влияют состав сусла, раса дрожжей, концентрация и физиологическое состояние дрожжевых клеток, температура, содержание взвесей в сусле, давление, динамический режим и ряд технологических факторов.

В данной работе нами представлено исследование влияния технологических факторов: сбраживание в присутствии дубовой щепы; сбраживание в присутствии смеси осветляющих веществ; способы шапталлизации на интенсификацию процесса брожения и качественные характеристики фруктово-ягодных натуральных виноматериалов.

Для исследований были изготовлены опытные образцы фруктово-ягодных натуральных виноматериалов с применением в лабораторных условиях ВВЗ «КОЛОС» при участии специалистов предприятия.

Опытные образцы изготавливали из свежих яблок. Свежие яблоки измельчали. Полученную мякоть обрабатывали ферментным препаратом пектолитического действия Фруктозим Колор из расчета 150 мл/т. Ферментацию осуществляли в течение 4 ч. Решение об окончании ферментации принимали на основании проведения теста на наличие пектина в мякоти. После ферментации мякоть направляли на отжим.

В свежотжатых соках в аккредитованной лаборатории ВВЗ «КОЛОС» определили органолептические характеристики и физико-химические показатели. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

1.

Наименование показателя	Характеристика
Органолептические показатели:	
Прозрачность	Однородная жидкость с наличием осадка и взвешенных частиц
Цвет	Янтарный
Аромат и вкус	Яблочный, без посторонних привкуса и запаха
Физико-химические показатели:	
массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный, г/дм ³	69,5
массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	4,5
рН	4,6

В целях ингибирования развития дрожжей и бактерий, окислительных ферментов в сусло перед брожением внесли кадифит. В качестве питания для дрожжей применили диаммоний фосфат. Брожение сусел проводили с применением дрожжей Oenoferm C2.

Одним из приемов, позволяющих сократить производственный цикл при незначительных затратах, является использование дубовой щепы на стадии брожения.

Для серии экспериментов по исследованию применения дубовой щепы на стадии брожения фруктового сусла готовили образцы яблочных виноматериалов в соответствии с табл. 2.

2.

Номер образца	Дубовая щепа	Единица измерения
1-1	Контроль (без добавления дубовой щепы)	кг/тыс. дал
1-2	1,0	То же
1-3	2,0	//-//
1-4	3,0	//-//
1-5	4,0	//-//

Сразу после прессования мезги в сок внесли осветляющие вещества – СИНА – Активный Бентонит G гранулированный (SIHA -AKTIV Bentonit G) (Германия).

Сульфитацию сусла осуществляли путем сульфитации сахарного сиропа, который вносили после стадии осветления в яблочный сок в два приема (2/3 и 1/3). В целях обеспечения равномерного брожения и полного сбраживания сахаров в сусло вносили питание для дрожжей.

Затем в сусло добавляли дубовую щепу с сорбированными на ее поверхности клетками дрожжей. Предварительно до внесения в сусло суспензию дрожжей смешали с дубовой щепой и оставляли в покое на 6 ч.

Дубовая щепа изготовлена из древесины дуба видов Q.Sessiflora, Q.Robur и Q.Alba. По внешнему виду дубовая щепа представляет собой стружку (чипсы) мелкого размера (площадью до 2,0 см²) темно-коричневого цвета. По аромату характеризуется приятными тонами мореного дуба с коньячной нотой.

Физико-химические показатели дубовой щепы представлены в табл. 3.

3. -

Наименование показателя	Значение
Массовая доля танидов, %, не менее	22,0
Массовая доля золы, %	0,30
Минеральные примеси	-

Брожение проводили при температуре от 18 до 25 °С до полного выбраживания сахаров.

После сбраживания сахаров виноматериал снимали с осадка дрожжей и оставляли для самоосветления. Самоосветление осуществляли в присутствии дубовой щепы. Затем виноматериал повторно снимали с осадка и направляли на испытания.

Продолжительность брожения образцов представлена в табл. 4.

4.

Номер образца	Продолжительность брожения, сутки
1-1	17
1-2	14
1-3	15
1-4	15
1-5	16

Затем были проведены испытания виноматериалов по органолептическим и физико-химическим показателям (табл. 5).

5. -

Наименование показателя	Номер образца				
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
Объемная доля этилового спирта, %	9,39	9,45	9,50	9,54	9,05
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	6,90	6,80	6,60	6,20	7,00
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную, г/дм ³	0,29	0,22	0,26	0,23	0,22
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	347,00	372,00	385,00	390,00	393,00
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	12,60	12,80	13,00	12,80	12,60

Наименование показателя	Номер образца				
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
Массовая концентрация глицерина, г/дм ³	6,90	6,90	6,60	7,10	7,00
pH виноматериала	4,61	4,67	4,61	4,90	4,58
Массовая концентрация уксусного альдегида, мг/дм ³	26,06	79,09	31,57	64,18	65,13
Массовая концентрация этилацетата, мг/дм ³	19,84	16,46	14,80	11,57	16,03
Массовая концентрация метилацетата, мг/дм ³	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Объемная доля метилового спирта, %	0,00062	0,00036	0,00031	0,00041	0,00032
Массовая концентрациясивушных масел, мг/дм ³ :					
- 2 пропанола;	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
- 1-пропанола;	8,85	11,12	11,98	10,40	9,80
- изобутанола;	46,99	45,77	40,84	48,13	41,22
- 1-бутанола;	0,56	0,56	0,65	0,55	0,68
- изоамилола	167,98	180,50	185,12	182,55	172,16

Лучшим по органолептическим характеристикам признан образец 1-2, изготовленный с применением щепы дуба при брожении из расчета 1,0 кг/тыс. дал. Образец отличался легкостью, округлостью, гармоничностью, тонким вкусом и ароматом с легкими медово-ванильными оттенками.

Следует отметить, что все образцы виноматериалов, сброженные на дубовой щепе, неокисленные, легкие. Контрольный образец характеризовали как окисленный, простого сложения. В образцах с большим количеством щепы дуба, чем в 1-2, отмечена слащавость, некоторая тяжесть, присутствие которой нежелательно для натуральных вин.

При этом при сбраживании на щепе дуба отмечена положительная динамика снижения содержания летучих кислот (от 0,29 мг/дм³ в контрольном образце до 0,22 мг/дм³). Таким образом, фенольные вещества ингибируют развитие уксуснокислых бактерий.

Биоэкстракция фенольных веществ составила от 7 до 13 % в зависимости от дозировки дубовой щепы. Внесение дубовой щепы значительно не отразилось на содержании остаточного экстракта и глицерина (6,6-7,1 мг/дм³).

Однако в образце с максимальной дозировкой щепы заметно снижена объемная доля этилового спирта, что свидетельствует о том, что увеличение дозировки вносимой дубовой щепы (0,04 %) приводит к затруднению сбраживания сахаров.

Продолжительность процесса брожения в случае применения дубовой щепы сократилась на 12-17,6 % в сравнении с контрольным образцом.

Таким образом, сбраживание яблочного сула в присутствии дубовой щепы способствует возникновению в аромате медово-ванильных оттенков по сравнению с контрольным образцом.

Исследованиями установлено, что оптимальными дозировками дубовой щепы, положительно сказывающимися на аромате виноматериала, являются дозировки 0,01 и 0,02 %. Увеличение дозировки дубовой щепы приводит к снижению дегустационной оценки за счет появления грубости и слащавости во вкусе. Вина, сброженные в присутствии дубовой щепы, по органолептической оценке превосходили контрольный образец без контакта с древесиной дуба. Они отличались лучшей окраской, большей полнотой, гармоничностью и мягкостью во вкусе, более сложным букетом.

При проведении процесса брожения применение такого вида насадки как дубовая щепка обеспечивает значительное увеличение поверхности контакта дрожжей с вином. Дубовая щепка оказывает стимулирующее действие на дыхательную активность дрожжей.

Установлено, что применение дубовой щепы в качестве насадки для дрожжей позволяет сократить время сбраживания фруктового сула в 1,1-1,2 раза за счет иммобилизации клеток дрожжей на поверхности дубовой щепы, увеличить пищевую ценность за счет накопления фенолкарбоновых кислот, повысить органолептические показатели натуральных вин, в том числе за счет снижения содержания этилацетата (до 42 %), улучшить показатели безопасности вино-материала (содержание метилового спирта снижено с 0,00062 до 0,00031 %, что объясняется биоэкстракцией экстрактивных компонентов из дубовой щепы в процессе спиртового брожения фруктового сула.

Далее исследовали влияние комплексного использования осветляющих веществ и культур активных сухих дрожжей на формирование качества и розливостойкости фруктово-ягодных натуральных вин.

Для данной серии экспериментов за 16 ч до внесения в яблочное суло предварительно подготовленную дрожжевую разводку смешивали с суспензией бентонита.

Добавление желатина в суло проводили непосредственно перед внесением смеси дрожжевой разводки с суспензией бентонита.

Желатин и смесь дрожжевой разводки с суспензией бентонита вносили последовательно в неосветленное суло, затем, минуя стадию отстоя, осуществляли брожение.

Характеристика образцов, наименование и дозировки внесенных осветляющих веществ приведены в табл. 6.

6.

Номер образца	Наименование / дозировки осветляющих веществ
8-1	Контроль (без добавления осветляющих веществ)
8-2	Активный гранулированный бентонит СИНА/ 15,0 г/дал
8-3	Винобент/ 15,0 г/дал
8-4	Активный гранулированный бентонит СИНА 8,0 г/дал + желатин 0,3 г/дал
8-5	Винобент 8,0 г/дал + желатин 0,3 г/дал
8-6	Желатин 0,3 г/дал

Результаты испытаний изготовленных вино-материалов по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности представлены в табл. 7.

7. -

Наименование показателя	Номер образца					
	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6
Объемная доля этилового спирта, %	9,90	10,00	10,20	10,90	10,50	10,30
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,80	6,80	7,00	6,60	6,80	6,40
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную, г/дм ³	0,29	0,25	0,24	0,20	0,22	0,30
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	496,00	502,00	524,00	487,00	507,00	477,00
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	15,40	15,00	13,20	13,80	13,60	14,00

Наименование показателя	Номер образца					
	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6
Массовая концентрация глицерина, г/дм ³	8,40	8,30	8,40	8,80	9,20	8,80
pH виноматериала	3,14	3,44	3,41	3,47	3,28	3,22
Массовая концентрация уксусного альдегида, мг/дм ³	17,76	18,38	20,12	17,95	23,96	19,45
Массовая концентрация этилацетата, мг/дм ³	16,92	14,39	18,38	13,22	16,73	18,39
Массовая концентрация метилацетата, мг/дм ³	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Объемная доля метилового спирта, %	0,00095	0,00084	0,00082	0,00076	0,00084	0,00087
Массовая концентрация сивушных масел, мг/дм ³ :				<0,50		
- 2 пропанола;	<0,50	<0,50	<0,50	23,12	<0,50	26,20
- 1-пропанола;	25,81	23,94	24,35	48,65	23,60	61,17
- изобутанола;	51,23	54,23	59,79	1,47	56,92	2,17
- 1-бутанола;	1,78	2,03	2,13	121,16	1,77	149,99
- изоамилола	123,00	133,55	146,12		139,32	

По результатам испытаний изготовленных образцов виноматериалов следует отметить, что лучшими органолептическими характеристиками обладают образцы виноматериалов, изготовленные с применением активного гранулированного бентонита СИНА, желатина и активных сухих дрожжей и винобента, желатина и активных сухих дрожжей (образцы 8-4, 8-5).

Установлено, что контакт активных сухих дрожжей с частичками дисперсных материалов способствует интенсификации развития клеток, ускорению брожения в 1,1-1,2 раза. При этом образуется меньшее количество летучих кислот (0,20-0,22 г/дм³ и 0,29 г/дм³ в контроле) и максимальное количество глицерина (до 9,2 г/дм³).

Объемная доля этилового спирта указанных образцов в 1,1 раза превышает фактическую в контрольном образце.

Показано, что чем больше величина удельной эффективной поверхности дисперсного материала, тем сильнее проявляется его стимулирующее воздействие.

Выявлено, что благодаря наличию сложного комбинированного осветления (желатин + бентонит) сусло не только сбразивается, но и осветляется. Кроме того, высокомолекулярные соединения, отвечающие за розливостойкость, сорбируются в результате применения комбинированного осветления, а затем трансформируются и выпадают в осадок по окончании процесса брожения. Следует указать, что все виноматериалы по результатам испытаний розливостойкие и микробиологически стабильные.

Во всех образцах, изготовленных с применением осветляющих веществ, содержание метилового спирта (от 0,00076 до 0,00087 %) меньше, чем в контрольном (0,00095 %). На содержание сивушных масел, этилацетата в виноматериалах внесение осветляющих веществ не оказало влияния.

Таким образом, комплексное применение осветляющих веществ и активных сухих дрожжей позволяет интенсифицировать процесс брожения и получить розливостойкие, высококачественные фруктово-ягодные натуральные виноматериалы за счет совмещения процессов осветления, брожения и стабилизации. Внесение осветляющих веществ и активных сухих дрожжей во фруктово-ягодное сусло перед спиртовым брожением позволяет осветлить виноматериал,

снизить концентрацию полисахаридов, белков, танинов, ингибирующих процесс наращивания биомассы дрожжей и замедляющих сбраживания сахаров.

Для серии экспериментов по исследованию влияния режимов шапталлизации были изготовлены образцы виноматериалов, отличающиеся способом внесения сахарного сиропа для повышения сахаристости фруктового сула.

Способ внесения сахарного сиропа в опытные образцы приведен в табл. 8.

8.

Номер образца	Способ шапталлизации
2-1	Внесение расчетного количества сахара в сок в два приема: 2/3 расчетного количества внесли в сок, а остальное количество во время бурного брожения при относительной плотности сула 1,015-1,005
2-2	Внесение расчетного количества сахара в сок в полном объеме после сбраживания собственных сахаров яблок
2-3	Внесение расчетного количества сахара в сок в полном объеме в начале брожения

Результаты испытаний изготовленных виноматериалов по физико-химическим показателям и показателям безопасности представлены в табл. 9.

9. -

Наименование показателя	Номер образца		
	2-1	2-2	2-3
Объемная доля этилового спирта, %	9,29	9,58	9,40
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	6,32	7,07	6,81
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную, г/дм ³	0,22	0,19	0,22
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	300,00	287,00	278,00
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	17,28	18,83	15,49
Массовая концентрация глицерина, г/дм ³	8,10	7,40	7,50
рН виноматериала	4,75	4,62	4,61
Массовая концентрация уксусного альдегида, мг/дм ³	160,45	134,64	164,84
Массовая концентрация этилацетата, мг/дм ³	11,97	8,15	7,70
Массовая концентрация метилацетата, мг/дм ³	<0,50	<0,50	<0,50
Объемная доля метилового спирта, %	0,00078	0,00049	0,00041
Массовая концентрация сивушных масел, мг/дм ³ :			
- 2 пропанола;	<0,50	<0,50	<0,50
- 1-пропанола;	11,86	11,64	12,13
- изобутанола;	55,50	43,25	44,91
- 1-бутанола;	<0,50	<0,50	<0,50
- изоамилола	216,14	151,37	154,36

По результатам экспериментальных работ следует отметить, что брожение протекало более активно в случае внесения сахара в два приема (дробная шапталлизация). Продолжительность брожения в данном случае сократилась на 17 % в сравнении с другими образцами.

При этом лучшими органолептическими характеристиками обладали яблочные натуральные виноматериалы, изготовленные с применением приемов внесения расчетного количества сахара в сок в полном объеме в начале брожения и в два приема (образцы 2-1 и 2-3). Образец 2-2, в котором расчетное количество сахара в сок внесено в полном объеме после сбраживания собственных сахаров яблок, отличался простым сложением, в аромате присутствовала сернистая кислота.

Максимальный наброд (9,58 %) получен в образце виноматериала, изготовленным с применением приема внесения расчетного количества сахара в сок в полном объеме после сбраживания собственных сахаров яблок (образец 2-2),

Глицерин является одним из важнейших вторичных продуктов брожения, который образуется из глюкозы под действием гидролитических ферментов. При добавлении сахара в два приема наблюдали максимальное содержание глицерина (8,1 г/дм³), что благоприятно повлияло на полноту и округлость вкуса образца.

Содержание метилового спирта является показателем безопасности. Минимальным содержанием метилового спирта отличается образец яблочного виноматериала с проведением дробной шаптализации (0,00041 %).

На содержании летучих кислот, уксусного альдегида, сивушных масел, метилацетата в виноматериалах способ шаптализации не оказал явного влияния.

Проведенные исследования позволяют отметить следующие положительные стороны дробной шаптализации:

- ♦ брожение протекало более равномерно с высокой бродильной активностью дрожжевых клеток;
- ♦ логарифмическая фаза была продолжительней, что обеспечило накопление большего количества ароматических компонентов.

Выводы. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Используя дубовую щепу при брожении фруктового сусла, можно улучшить качество вин, снизить производственные затраты в их себестоимости, обеспечить высокие и стабильно качественные показатели винодельческой продукции, расширить ассортимент и, главное, повысить ее конкурентоспособность.

2. Комплексное применение осветляющих веществ и активных сухих дрожжей позволяет интенсифицировать процесс брожения и получить розливостойкие, высококачественные фруктово-ягодные натуральные виноматериалы за счет совмещения процессов осветления, брожения и стабилизации. Внесение осветляющих веществ и активных сухих дрожжей во фруктово-ягодное сусло перед спиртовым брожением позволяет осветлить виноматериал, снизить концентрацию полисахаридов, белков, танинов, ингибирующих процесс наращивания биомассы дрожжей и замедляющих сбраживания сахаров.

3. Органолептические характеристики фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и продолжительность производственного цикла их изготовления зависят от способа внесения сахара для сбраживания фруктового сусла. Внесения сахара в два приема обеспечивает сокращение процесса брожения в 1,2 раза и высокие качественные характеристики вина.

Рукопись статьи поступила в редакцию 07.07.2015

T.M. Tananaiko, O.L. Zubkovskaya

THE RESEARCH OF INFLUENCE OF PROCESSING METHODS ON THE INTENSIFICATION OF PROCESS OF FERMENTATION AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF FRUIT AND BERRY NATURAL WINE MATERIALS

The research of influence of technology factors is presented in the article: a fermentation in the presence of oak chips; fermentation in the presence of mix of the clarifying substances; ways of the chaptalisation on the intensification of fermentation process and qualitative characteristics of fruit and berry natural wine materials.

It is established that complex application of the clarifying substances and active dry yeast allows intensifying process of fermentation and receiving high-quality natural fruit and berry wine materials. Use of oak chips at fermentation promotes improvement of quality of wines. Sugar introduction in two steps provides reduction of process of fermentation by 1,2 times and high qualitative characteristics of wine.

В статье предложена методика расчетной оценки скоростных и силовых параметров течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием нелинейной модели Балкли-Гершеля. Показано, что, для обычно используемых в производственной практике технологических параметров формования макаронного теста, данная нелинейная реологическая модель более строго описывает сдвиговые деформации теста. Определены реологические константы, входящие в уравнение Балкли-Гершеля. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании узла формования макаронного пресса.

АНАЛИЗ РЕОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ТЕЧЕНИЯ МАКАРОННОГО ТЕСТА В КАНАЛАХ СТУПЕНЧАТО-ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ БАЛКЛИ-ГЕРШЕЛЯ

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

А.Б. Торган, старший преподаватель кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции

Процессы формования макаронного теста широко распространены в пищевой промышленности при производстве сплошных (вермишель, лапша, спагетти) и полых (макаронные трубки, рожки) изделий. Тесто требуемого состава и влажности захватывается шнеком и последовательно проходит через четыре условно выделяемых участка прессующего корпуса макаронного пресса (рис. 1): загрузки и транспортирования (I), уплотнения (II), перемещения спрессованного теста по виткам шнека (III), нагнетания и выпрессовывания через формующие отверстия матрицы (IV) [1, 2].

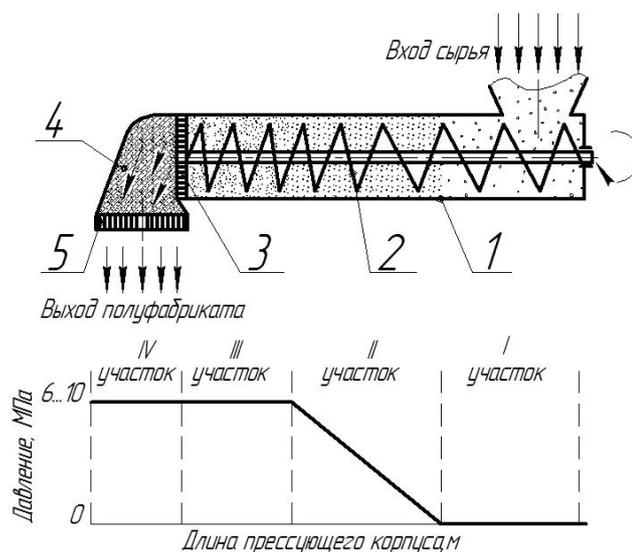


Рис. 1. Схема прессующего корпуса макаронного пресса: 1 – корпус; 2 – шнек; 3 – перфорированная решетка; 4 – предматричная камера; 5 – матрица

Основным рабочим узлом прессующего корпуса является матрица, отверстия которой имеют ступенчато-переменное [3] или, реже, плавно изменяющееся сечение [4], уменьшающееся от входа в матрицу до выхода из нее, где обычно устанавливается формирующая фильера.

В научно-технической литературе имеются отдельные подходы, основанные на том, что макаронное тесто ведет себя подобно вязко-пластичной жидкости Бингама [1, с. 70] без тщательной проверки этой гипотезы и без выяснения вклада пластичной и вязкой составляющих в общее гидродинамическое сопротивление при течении теста в каналах ступенчато-переменного сечения.

Однако тщательный анализ экспериментальных данных показывает, что решение, основанное на линейной модели Бингама, является приближенным, это также подтверждает обработка данных таблиц [5, с. 192], с построением кривых $\tau = f(\dot{\gamma})$ (рис. 2).

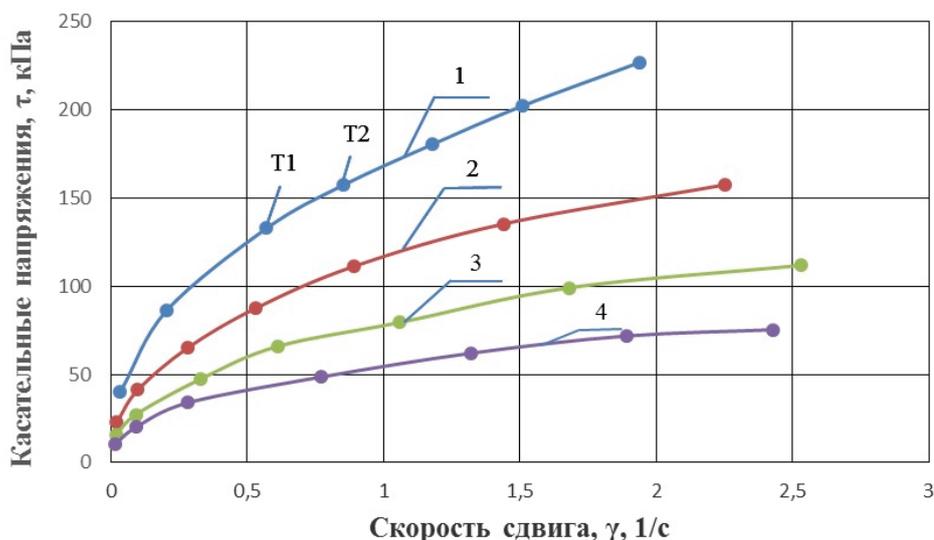


Рис. 2. График зависимости касательных напряжений τ макаронного теста из муки I сорта от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ при температуре 40 °С, давлении 4,9 МПа и различной влажности: 1 – влажность муки 28,5 %; 2 – влажность муки 30,0 %; 3 – влажность муки 31,0 %; 4 – влажность муки 32,0 %

Как видно из рис. 2, полученные зависимости нелинейны и требуют соответствующего решения.

Методика оценки параметров вязко-пластического течения на основе нелинейной реологической модели Балкли-Гершеля.

При течении макаронного теста в канале ступенчато-переменного сечения будут две зоны (рис. 3).

В зоне 1 на периферии канала касательные напряжения τ будут больше сдвиговой прочности материала τ_0 . Следовательно, в этой зоне будет реализовываться сдвиговое течение теста. Зона 2 («ядро» течения) располагается вблизи оси канала. В ней $\tau < \tau_0$ и материал будет двигаться с постоянной скоростью.

Рассмотрим схему выпрессовывания макаронных изделий и найдем взаимосвязь скорости течения и производительности канала с перепадом давления на i -том участке (рис. 4).

С целью учета нелинейности примем, для описания реологического поведения макаронного теста, закон Балкли-Гершеля [6, с. 26]:

$$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}^n, \quad (1)$$

или в нормированном виде

$$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}_n^n, \quad (1, a)$$

где τ_0 – сдвиговая прочность материала (сопротивление сдвигу), МПа; k – аналог пластической вязкости (коэффициент консистенции); n – показатель степени; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига, c^{-1} ; $\dot{\gamma}_n = \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_0}$ – нормированная (безразмерная) скорость сдвига; $\dot{\gamma}_0 = 1c^{-1}$ – нормирующий множитель.

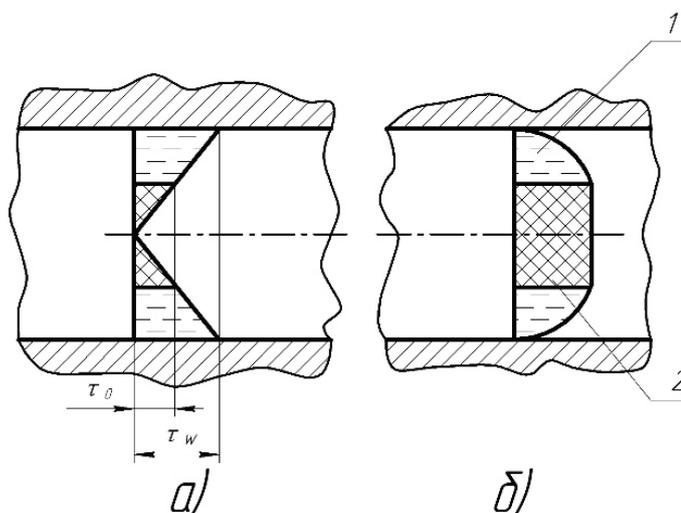


Рис. 3. Схема распределения касательных напряжений (а) и скоростей течения (б) макаронного теста в канале круглого сечения: 1 – зона сдвигового деформирования (первая зона); 2 – «ядро течения» (вторая зона); τ_w – касательное напряжение на стенках канала; τ_0 – сдвиговая прочность материала (касательные напряжения на границе раздела зон)

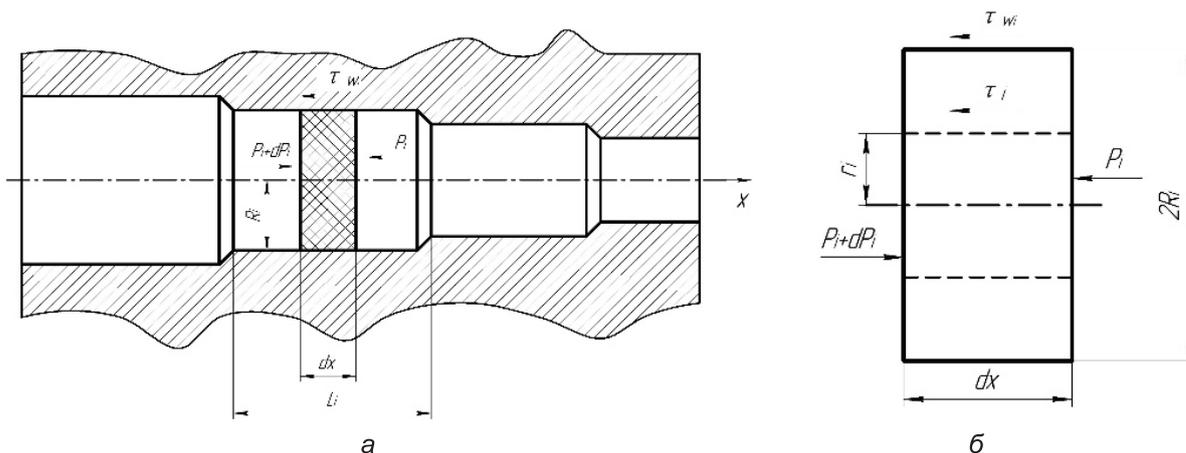


Рис. 4. Расчетная схема для определения параметров течения макаронного теста: а) – схема ступенчатого канала; б) – схема напряжений, действующих на элемент длиной dx и радиусом R_i ; P_i – осевое давление; dP_i – прирост давления формования; τ_{wi} и τ_i – касательные напряжения на стенках канала и на элементе длиной dx ; R_i – радиус канала i -той ступени; r_i – радиус элемента длиной dx , L_i – длина i -того участка ступенчатого канала

При $n=1$ нелинейное уравнение Балкли-Гершеля преобразуется в формулу Шведова-Бингама. Решив уравнение (1) относительно скорости сдвига, получаем:

$$\dot{\gamma}_n = \left(\frac{\tau - \tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{\Delta P_i r}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (2)$$

Поскольку $\dot{\gamma}_n = -\frac{dv}{dr}$, то зависимость (2) преобразуется к следующему дифференциальному уравнению:

$$-\frac{dv}{dr} = \left(\frac{\Delta P_i r}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (3)$$

Для интегрирования уравнения (3) введем новую переменную:

$$u_1 = \frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}. \quad (4)$$

Тогда:

$$du_1 = \frac{\Delta P_i}{2L_i k} dr, \quad (5)$$

$$dr = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1. \quad (6)$$

Подставив уравнения (4), (5) и (6) в (3), после интегрирования получаем:

$$v = - \int u_1^n \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1 + C = C - \frac{u_1^{\frac{1}{n}+1}}{\frac{1}{n}+1} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i}. \quad (7)$$

Возвращаясь от u_1 к старой переменной при помощи зависимости (4), запишем уравнение для скорости в зоне сдвигового деформирования:

$$v = v_1 = C - \frac{\left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+1}}{\frac{1}{n}+1}. \quad (8)$$

Для нахождения постоянной интегрирования C примем условие «прилипания», согласно которому скорость материала v_1 на стенке канала ($r_i = R_i$) равна нулю.

Откуда:

$$C = \frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}}}{\frac{1+n}{n}} = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}}. \quad (9)$$

Подставив значение константы C из (9) в (8) для распределения скорости v_1 по зоне сдвигового деформирования получаем:

$$v_1 = \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right]. \quad (10)$$

Определим радиус r_{oi} ядра течения, которое разделяет зону сдвигового деформирования от зоны отсутствия сдвига.

На границе раздела зон касательные напряжения τ равны пределу сдвиговой прочности τ_0 .

Поставив в уравнение $\tau_i = \tau_w \frac{r_i}{R_i}$ вместо τ_i значение τ_0 , а вместо r_i — значение r_{oi} , и решив полученное уравнение относительно r_{oi} , запишем:

$$r_{oi} = \tau_0 \frac{2L_i}{\Delta P_i}. \quad (11)$$

Максимальная скорость v_{max} течения макаронного теста будет на границе раздела реологических зон формирующего канала (при $r=r_0$). Ее значение можно найти, подставив r_{oi} из (11) в (10):

$$v_{max} = \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_{oi}}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right]. \quad (12)$$

Нетрудно убедиться, что второе слагаемое в скобках равно нулю. Для этого нужно подставить значение r_{oi} из уравнения (11), тогда:

$$v_{\max} = C = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}}. \quad (13)$$

Суммарный расход (производительность) Q_i будет складываться как сумма расходов через зону сдвигового деформирования Q_{1i} и зону «ядра течения» Q_{2i} :

$$Q_i = Q_{1i} + Q_{2i}. \quad (14)$$

Величина Q_{2i} может быть определена, как произведение скорости $v_{1\max}$ на площадь A «ядра течения» $A = \pi r_o^2$:

$$Q_{2i} = \pi r_o^2 v_{1\max} = \pi \left(\frac{2\tau_0 L_i}{\Delta P_i} \right)^2 \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}}. \quad (15)$$

Объемный расход (производительность) по зоне сдвигового деформирования можно найти следующим образом. Элементарный расход dQ_{1i} произведению скорости течения v_1 на элементарную площадь $dA = 2\pi r_i dr$:

$$dQ_{1i} = 2\pi r_i v_1 dr. \quad (16)$$

Подставив значения v_1 из (10) получим:

$$dQ_{1i} = 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] r_i dr. \quad (17)$$

Проинтегрируем уравнение (17) в пределах от r_{oi} до R_i и получим уравнение для расчета производительности Q_{1i} :

$$\begin{aligned} Q_{1i} &= \int_{r_{oi}}^{R_i} 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] r_i dr = \\ &= 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} (R_i - r_{oi}) - \int_{r_{oi}}^{R_i} \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} r_i dr \right]. \end{aligned} \quad (18)$$

Вычислим интеграл, входящий в уравнение (18) с использованием метода замены переменной. Пусть $u_1 = \frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}$; $du_1 = \frac{\Delta P_i dr}{2L_i k}$; $dr = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1$.

$$r_i = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \left(u_1 + \frac{\tau_0}{k} \right). \quad (19)$$

Тогда:

$$\begin{aligned} Y &= \int u_1^{\frac{1+n}{n}} \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \left(u_1 + \frac{\tau_0}{k} \right) \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1 = \\ &= \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \int u_1^{\frac{1+n}{n}} \left(u_1 + \frac{\tau_0}{k} \right) du_1 = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \int u_1^{\frac{1+n}{n}} \left(u_1 + \frac{\tau_0}{k} \right) du_1 = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 u_1^{\frac{1+n}{n}+2} \left(\frac{u_1}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right). \end{aligned} \quad (20)$$

Вернувшись от u_1 к исходной переменной r_i при помощи уравнения (19), получим:

$$Y = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i r_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i r_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right]_{r_{0_i}}^{r_i} =$$

$$= \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left\{ \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right] - \left(\frac{\Delta P_i r_{0_i} - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i r_{0_i} - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right] \right\}. \quad (21)$$

Так как $\frac{\Delta P_i r_{0_i} - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} = 0$, то:

$$Y = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right]. \quad (22)$$

Подставив значение интеграла Y из (22) в (18) окончательно запишем уравнение для расчета объемного расхода (производительности) по зоне сдвигового деформирования:

$$Q_i = 2\pi \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+1} \left\{ (R_i - r_{0_i}) - \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right) \left[\frac{\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right] \right\}. \quad (23)$$

Тогда суммарный расход (производительность) Q_i будет равен:

$$Q_i = Q_{1i} + Q_{2i} =$$

$$= 2\pi \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+1} \left\{ (R_i - r_{0_i}) - \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right) \left[\frac{\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right] + 2 \left(\frac{\tau_0 L_i}{\Delta P_i} \right)^2 \right\}. \quad (24)$$

Данное уравнение позволяет более точно вычислять скорости, расходы и перепады давления в зоне сдвигового деформирования, в сравнении с приближенным решением, основанным на линейной модели Шведова-Бингама. Однако, для использования полученной зависимости необходимо знать численные значения реологических констант, входящих в уравнение Балкли-Гершеля. Поскольку в научно-технической литературе такие сведения отсутствуют, то возникает необходимость разработать методику определения этих констант путем обработки имеющихся кривых течения.

Методика определения реологических констант

Для нахождения констант k и n запишем для точек Т1 и Т2 (рис. 2) систему уравнений:

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \eta_1 \dot{\gamma}_1 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_{n1}^n, \\ \tau_2 &= \eta_2 \dot{\gamma}_2 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_{n2}^n. \end{aligned} \quad (25)$$

Из системы уравнений, зная τ и τ_0 , получим:

$$\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0 = k \dot{\gamma}_k^n, \quad (26)$$

$$\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0 = k \dot{\gamma}_a^n. \quad (27)$$

Разделим уравнение (27) на (26) и получим:

$$\left(\frac{\dot{\gamma}_{a2}}{\dot{\gamma}_k} \right)^n = \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}. \quad (28)$$

Прологарифмируем уравнение (28) и выразим константу n :

$$n = \frac{\ln \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}}{\ln \frac{\dot{\gamma}_a}{\dot{\gamma}_{a1}}}. \quad (29)$$

Константу k находим из уравнения (27) или (26) соответственно:

$$k = \frac{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}{\dot{\gamma}_{a1}^n},$$

или

$$k = \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\dot{\gamma}_a^n}. \quad (30)$$

Расчетные значения констант k и n для наиболее распространенного состава теста при температуре 40 °С приведены в табл. 1.

1. Скорость сдвига $\dot{\gamma}$, с ⁻¹	k n		40 °
	Значение реологических констант		
	n	k	
0,020	0,471	102,79	
0,098	0,457	110,47	
0,280	0,488	112,18	
0,530	0,503	111,72	
0,890	0,492	111,60	
1,440	0,427	111,05	

Анализ данных табл. 1 показывает хорошую воспроизводимость результатов. Среднее значение коэффициента k составляет 109,97 кПа и коэффициента n – 0,473.

Таким образом, нелинейная вязкопластическая модель Балкли-Гершеля с достаточной точностью описывает реологическое поведение макаронного теста в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев, Г.М.* Технология макаронного производства: учебник для вузов / Г.М. Медведев. – М. : Колос, 1998. – 272 с.
2. *Груданов, В.Я.* Процесс формирования макаронных изделий в узлах прессования с улучшенными гидравлическими и технологическими характеристиками / В.Я. Груданов, А.Б. Торган, В. М. Поздняков // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ. техн. наук. – 2013. – №2. – С. 58-65.
3. *Назаров, Н.И.* Технология макаронного производства / Н.И. Назаров. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1969. – 288 с.
4. Матрица для прессования вермишели: пат. 13326 Респ. Беларусь : МПК А21С11 / 00 (2009) / В.Я. Груданов, А.А. Бренч, А.Б. Торган, Л.Т. Ткачева; дата публ. 26.03.2010.
5. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В. Горбатов. – [и др.]; под ред. А.В. Горбатова. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.

6. *Мачихин, Ю.А.* Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 31.08.2015

A.B. Torhan

ANALYSIS OF RHEOLOGICAL ASPECTS OF PASTA FLOW IN STEP-VARIABLE CROSS-SECTION CHANNELS WITH THE USE OF NONLINEAR HERSCHEL-BULKLEY MODEL

A method of estimation speed and power pasta flow parameters in step-variable cross-section channels using a nonlinear model of the Herschel-Bulkley is proposed in the article. It is shown that, for commonly used in industrial practice process parameters of shaping pasta, this nonlinear rheological model more rigorously describes shear strain test. Defined rheological constants in the equation of Herschel-Bulkley. The research results can be used in the design of the node forming the pasta press.

УДК 547.458.65+664.8

В данной статье рассмотрены основные свойства пищевых волокон, в том числе инулина, а также возможность его использования в технологии производства плодоовощных консервов. Также описаны основные аспекты, учитывающиеся при разработке рецептур и технологии изготовления продукции.

ИНУЛИН В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДООВОЩНЫХ КОНСЕРВОВ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Е.М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель
генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания;*

*Л.М. Павловская, начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов;
Л.А. Ганеева*

Пища обеспечивает развитие и постоянное обновление клеток и тканей организма, физическую и умственную работоспособность, является источником веществ, из которых синтезируются ферменты, гормоны и другие регуляторы обменных процессов.

Изменение характера питания современного человека отражается на состоянии микрофлоры кишечника. Имеющиеся литературные [1] данные свидетельствуют о том, что собственная микрофлора человека обладает огромным биологическим потенциалом, вполне достаточным для того, чтобы обеспечить не только полную защиту организма, но и его метаболическую поддержку. Нарушение качественного и количественного состава микрофлоры толстого кишечника является провоцирующим фактором развития многих соматических заболеваний [1]. Состав микрофлоры кишечника может изменяться под влиянием разных факторов и неблагоприятных воздействий, ослабляющих защитные силы организма. В этих условиях возникает потребность в пищевых продуктах, обладающих функциональными свойствами, которые не только обеспечивали бы энергетические и структурные потребности организма, но и оказывали благотворное, регулирующее действие на организм человека в целом или на его отдельные органы.

В рамках теории адекватного питания большое внимание уделено важной роли пищевых волокон в процессе пищеварения и обмена веществ в целом, их влиянии на рост и развитие нормальной кишечной микрофлоры. Разработаны различные научные концепции питания [2], согласно которым необходимым компонентом пищи являются не только основные пищевые

вещества — белки, жиры, углеводы, витамины и минералы, но и балластные — пищевые волокна (растворимые и нерастворимые).

Благодаря своим важным функциональным свойствам пищевые волокна во всем мире признаны необходимыми компонентами рациона питания человека [3].

Основными свойствами пищевых волокон, которые определяют область применения в пищевой промышленности, являются растворимость в воде, способность к гелеобразованию, сорбционные и ионообменные свойства (способность сорбировать и выводить из организма токсические соединения) [4].

Инулин, являясь диетическим пищевым волокном, оказывает благотворное влияние на функции желудочно-кишечного тракта, стимулирует рост и активность бифидо- и лактобактерий, существенно увеличивает усвоение кишечником минеральных веществ (кальция, магния, железа, цинка, меди), приводит к заметному улучшению липидного обмена, оказывает иммуномодулирующее и гепатопротекторное действие, также позволяет снизить уровень сахара в крови, предотвращает возникновение осложнений сахарного диабета [5]. Инулин является натуральным пищевым компонентом, содержащийся во многих широко распространенных растениях (рис. 1) [6]. Препараты инулина могут быть выделены из растений ферментативным или кислотным способом или синтезированы.

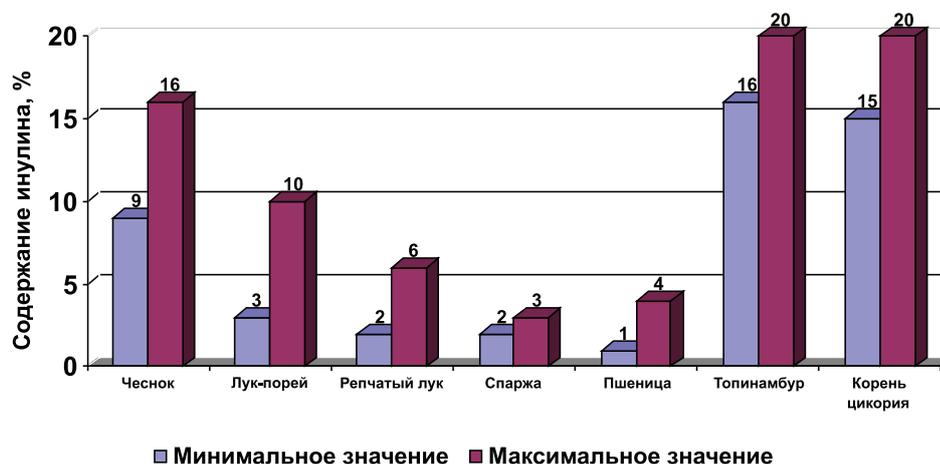


Рис. 1. Содержание инулина в растительном сырье

Наряду с диетическими свойствами инулин обладает и хорошими технологическими свойствами:

- ♦ может образовывать с водой кремообразный гель с очень короткой, жироподобной текстурой и таким образом имитировать присутствие жира в обезжиренных продуктах, обеспечивая им полноту текстуры и вкуса, присущих продуктам обычной жирности, без ущерба для вкуса улучшается текстура продукта;
- ♦ улучшает стабильность аэрированных продуктов и эмульсий;
- ♦ вводится в продукт без существенного изменения технологического процесса [5].

Благодаря совмещению физиологического эффекта и технологических функций пищевого ингредиента можно создавать ассортимент современных продуктов питания.

В Республике Беларусь инулин в качестве пищевого обогащающего ингредиента используется в основном при производстве кондитерских изделий и молочных продуктов. В плодоовощной перерабатывающей отрасли инулин практически не применяется. Это объясняется тем, что инулин может менять свои функциональные и другие свойства в процессе изготовления и хранения продукции, в которую он был добавлен — в условиях кислой среды при высоких температурах инулин подвергается гидролизу, что приводит к частичной или полной потере его диетических свойств [7].

Существует ряд условий, соблюдение которых обеспечит технологическую эффективность сохранения пищевого ингредиента в продукте. Одним из таких условий является выбор стадии

технологического процесса и способа внесения функционального ингредиента, при которых обеспечивается равномерность распределения и максимальная его сохранность [4].

Для решения поставленной задачи проведен ряд экспериментов по установлению наиболее оптимальных технологических параметров внесения инулина в продукт.

Для проведения эксперимента в лабораторных условиях применяли магнитную мешалку с подогревом, режим работы которой обеспечивал непрерывное перемешивание раствора и подогрев его до заданной температуры.

С целью определения оптимальной температуры растворения инулина, готовили растворы с концентрацией от 5 % до 30 % с шагом 5 %. В качестве растворителя использовали воду, которую нагревали в диапазоне температур от 20 °С до 80 °С (рис. 2).

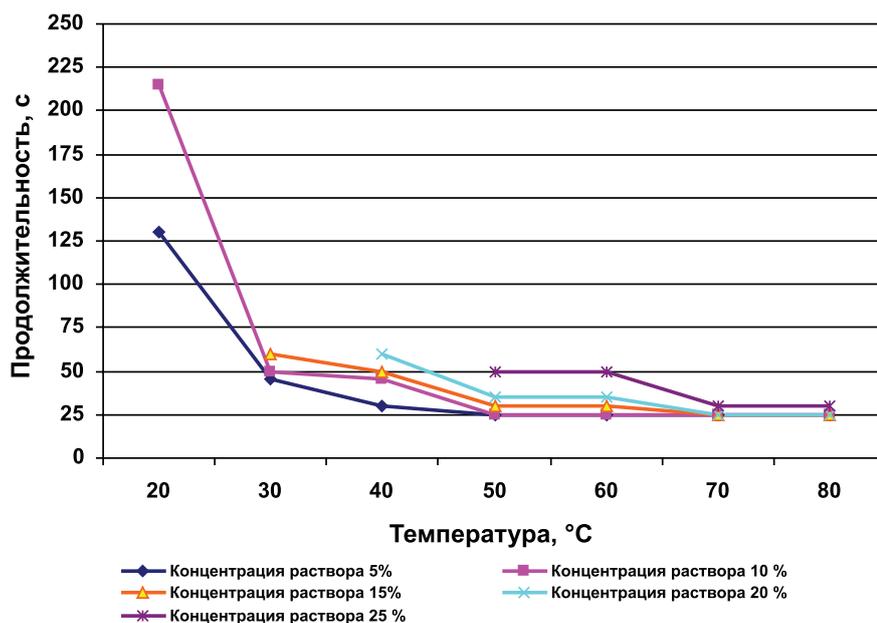


Рис. 2. Зависимость продолжительности растворения инулина от температуры

Анализ данных, представленных на рис. 2, показывает, что продолжительность растворения инулина при температурах от 20 °С до 80 °С составила от 25 с до 215 с. При температуре воды 20 °С наблюдалась максимальная продолжительность растворения ингредиента концентрацией 10 % – 215 с. Растворы концентрацией 15 %, 20 %, 25 % при температуре 20 °С содержали мелкие труднорастворимые включения, т.е. инулин полностью не растворился, продолжительность перемешивания составила более 6 мин.

Минимальная продолжительность растворения инулина наблюдалась при температурах более 50 °С – около 30 с. При этом концентрация раствора составила 5 %, 10 % и 15 %. При повышении концентраций раствора до 20 % и 25 %, продолжительность растворения ингредиента увеличилась и составила соответственно 35 и 50 с.

Наиболее оптимальным диапазоном температур для растворения инулина является (50-60) °С, концентрация раствора не должна превышать 20 %. Дальнейшее повышение температуры воды незначительно влияет на продолжительность растворения инулина, а при повышении концентрации раствора инулина образуются труднорастворимые включения.

С целью установления возможности непосредственного внесения порошка инулина в яблочное пюре, сок яблочный восстановленный, сок яблочный с мякотью, проведены исследования по растворению инулина при температурах продукта 50 °С и 60 °С. Инулин вносили в количестве 5 г и 10 г на 100 г продукта. В результате в пюре и соке с мякотью наблюдалось образование нерастворимых комков.

На основании полученных данных установлено, что для изготовления плодовоовощного пюре, соковой продукции с мякотью, обогащенных инулином, добавляемый ингредиент необходимо

предварительно растворить в воде при температуре 50–60 °С. При изготовлении соковой продукции без мякоти, инулин можно вносить без предварительного растворения в воде.

При разработке рецептур и технологии серьезное внимание должно уделяться также медико-биологическим, методическим и экономическим аспектам.

К медико-биологическим аспектам следует отнести выбор дозировки ингредиента, а также определение его усвояемости и подтверждение безопасности продукта [8]. Данный критерий позволяет оценить насколько эффективно и безопасно для организма человека применение пищевого ингредиента в предварительно выбранной дозировке и насколько эта доза покрывает суточную потребность организма в нем. В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ [4] продукт, содержащий пищевое волокно в количестве 3 г/100 г продукта, рассматривается как источник этого функционального ингредиента, а при содержании 6 г/100 г продукта – считается обогащенным пищевыми волокнами. Для достижения эффекта пищевого волокна или пребиотического эффекта требуется 8–10 г инулина в день [4].

В результате проведенных исследований установлено, что при использовании инулина совместно с плодовоовощным сырьем для получения продукции с высокими органолептическими характеристиками, необходимо подбирать дозировку инулина в зависимости от вида и кислотности сырья. Для овощного и слабокислотного фруктового сырья оптимальная дозировка инулина – не более 7 %, для высококислотного фруктового сырья – до 10 % (с учетом верхнего допустимого уровня потребления инулина в сутки и возможного гидролиза инулина в процессе производства).

К методическим аспектам следует отнести наличие методов контроля содержания функционального ингредиента в разработанных продуктах и методов компьютерного проектирования рецептурных композиций, а также методов определения основных физико-химических, органолептических характеристик и показателей пищевой ценности.

Экономические аспекты позволяют оценить экономическую эффективность используемого ингредиента и показать приведет ли его внесение к удорожанию продукта [8]. Следует отметить, что, в основном пищевые ингредиенты имеют сравнительно высокую стоимость. Но во многих случаях она компенсируется высоким содержанием основного компонента, простотой использования препарата в технологическом процессе, простотой стандартизации готового продукта по показателю содержания пищевого ингредиента, а также снижением затрат, связанных с его хранением. Все это позволяет регулировать цену готовой продукции в рамках средних цен на определенные виды пищевых продуктов.

Возможным инструментом решения задачи разработки нового ассортимента плодовоовощных консервов является математическое моделирование рецептурной формулы продукта. В общем виде математическая модель рецептуры представляет собой систему уравнений, описывающих зависимость конкретных качественных показателей исходных компонентов и готового продукта, а также весовые соотношения ингредиентов. Использование приемов математического моделирования значительно сокращает время и затраты при создании продукции, а также учитывает все факторы формирования ее качества.

При изготовлении консервированной плодовоовощной продукции с дополнительным введением пищевых ингредиентов направленного действия, существуют так называемые технологические риски, которые связаны с ухудшением потребительских свойств продукта. Причиной технологических рисков является низкое качество сырья, колебания природного содержания в сырье характеристик-ориентиров, несоблюдение параметров технологического процесса (температуры, pH среды) и др.

Значения показателя активной кислотности (pH) в плодовоовощном сырье находятся в пределах от 3 до 6. Наиболее приемлемым сырьем для изготовления продукции с инулином является овощное (pH составляет 5÷6), а также слабокислотное фруктовое (груши, бананы), pH которых составляет 4÷5. Существующие технологии изготовления плодовоовощных консервов предполагают использование аскорбиновой кислоты для предохранения продукта от потемнения, лимонной кислоты для улучшения органолептических характеристик и для корректировки активной кислотности консервов с целью соблюдения параметров стерилизации, обеспечивающих безопасность продукции, что ведет к снижению pH продукта, а это в свою очередь к гидролизу инулина.

Проведены исследования по установлению зависимостей сохранности инулина от температурных параметров обработки продукта и различных значениях рН.

Процесс гидролиза инулина определяли в яблочном пюре при различных значениях температуры. Содержание инулина в пюре составило 5 %. Пюре нагревали при температурах от 75 °С до 113 °С и выдерживали от 5 до 30 мин. Результаты представлены в табл. 1.

1.

Температура обработки, °С	Время обработки, мин	Степень гидролиза инулина в пюре при разных значениях температурной обработки, %		
		рН пюре		
		3,7	4,2	4,4
75	10	48	44	30
80	10	58	44	36
90	5	58	44	40
90	10	60	50	42
90	20	70	56	44
113	30	81,2	56	44

Результаты проведенных исследований показывают, что при более низком уровне рН температура становится важным параметром. При повышении температуры степень гидролиза значительно увеличивается. Так, при температуре 75 °С степень гидролиза инулина составляет 48 %, при температуре 113 °С – 81,2 %. При рН 4,4, даже при температуре 113 °С, потери инулина не превысили 44 %.

Для сохранения диетических свойств продукта в соответствии с конкретным количеством инулина в нем, потери последнего на стадиях технологического процесса можно компенсировать путем увеличения закладки ингредиента в продукт, а также за счет контроля продолжительности термической нагрузки при изготовлении продукции и за счет повышения рН до технологически обоснованного уровня.

Таким образом, использование инулина в технологии изготовления плодоовощных консервов функциональной направленности предполагает всесторонний научно обоснованный подход с учетом всех аспектов, формирующих концепцию здорового питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Щекина, М.И.* К вопросу о рациональном питании и пробиотических продуктах / М.И. Щекина // Гастроэнтерология [Электронный ресурс]. – 2010. – № 2. – Режим доступа: <http://www.consilium-medicum.com/article/20460>. – Дата доступа: 16.04.2013.
2. *Пилат, Т.Л.* Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М. : Авваллон, 2002. – 710 с.: ил.
3. *Сарафанова, Л.А.* Пищевые волокна: польза для здоровья и важные технологические функции / Л.А. Сарафанова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2009. – №7.
4. *Доронин, А.Ф.* Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин [и др.]; под общ. ред. А.А. Кочетковой. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
5. *Перковец, М.В.* Инулин и олигофруктоза – пребиотики с древних времен до наших дней / М.В. Перковец // Пищевая промышленность. – 2007. – №4. – С. 56–69.
6. *Перковец, М.В.* Диетические свойства инулина и олигофруктозы из цикория / М.В. Перковец. – М. : 19 с.
7. *Луговская, О.А.* Исследование стабильности инулина и олигофруктозы в напитках / О.А. Луговская [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – №4.
8. *Цыганова, Т.Б.* Функциональные хлебобулочные изделия для здорового питания / Т.Б. Цыганова // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : материалы IX международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВПО

Московский государственный университет пищевых производств. — Москва, 2011. — С. 396.

Рукопись статьи поступила 11.02.2015

E.M. Morgunova, L.M. Pavlovskaya, L.A. Gapeeva

THE POSSIBILITY OF USING INULIN IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF FRUIT AND VEGETABLE CANNED FOOD

In this article the main properties of food fibers, including inulin, and also possibility of its use in the production technology of fruit and vegetable canned food are considered. The main aspects which are considered when developing compoundings and manufacturing techniques of production are also described.

УДК 637.334:336

В статье представлены результаты изучения эффективности изомеризации лактозы, содержащейся в молочной сыворотке.

Получена модель зависимости концентрации лактулозы от оптической плотности гидролизованной сыворотки и модель зависимости оптической плотности гидролизованной сыворотки от содержания в ней сухих веществ, рН и температуры изомеризации. Установлено, что продолжительность процесса изомеризации не оказывает существенного влияния на содержание лактулозы в гидролизованной сыворотке. При максимальных значениях исследуемых факторов (кислотность среды 11 ед. рН, температура 90 °С, продолжительность изомеризации 30 мин, сухие вещества сыворотки 20 %) достигается высокая степень изомеризации лактозы в лактулозу — 48 %.

Изучение влияния рН среды, температуры и продолжительности процесса изомеризации на цветность растворов показало, что наиболее активно процесс меланоидинообразования и, как следствие, интенсивное потемнение растворов происходит при кислотности 11 ед. рН, продолжительности процесса изомеризации 30 мин и при температуре 90 °С. Установлено, что только два режима проведения реакции изомеризации позволяют снизить цветность растворов: при высокой температуре (90-95) °С в течение короткого промежутка времени (5-7) мин, и при более низких температурах (70-75) °С и выдержке в течение 20-25 мин.

С учетом полученных результатов разработан проект технологической инструкции по изготовлению кормовой лактулозосодержащей добавки.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОВОГО ВИДА ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

**РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,
г. Минск, Республика Беларусь**

Л.Л. Богданова, заместитель заведующего лабораторией технологий сыроделия и маслоделия, кандидат технических наук;

И.Б. Фролов;

К.В. Обьедков, заведующий лабораторией технологий сыроделия и маслоделия, кандидат технических наук;

Т.А. Савельева, кандидат ветеринарных наук

Введение. Молочное и мясное животноводство составляют неотъемлемую часть современной пищевой индустрии, где основное внимание уделяется качественному кормлению и уходу за животными. Известно, что на промышленных животноводческих комплексах иногда возникают случаи инфицирования как помещений, так и организма животных гнилостными и условно

патогенными микроорганизмами. Более всего подвержен желудочно-кишечным заболеваниям молодняк. Как правило, в подобных ситуациях рост и развитие животных задерживается, а падеж может достигать 50 %. Поэтому целенаправленное заселение желудочно-кишечного тракта молодняка сельскохозяйственных животных полезной микрофлорой является одним из условий снижения их смертности и повышения резистентности и продуктивных качеств. В современных условиях кормопроизводства все шире применяют комбикорма, в состав которых входят белково-витаминные и минеральные добавки натурального происхождения, а также ферментные, пробиотические и пребиотические комплексы. Пребиотики – неперевариваемые ингредиенты корма, стимулирующие рост и метаболическую активность в толстой кишке одной или нескольких групп аутохтонных бифидо- или лактобактерий. Пребиотическим эффектом обладают олигосахариды, фруктоолигосахариды, пищевые волокна, антиоксиданты, ненасыщенные жирные кислоты, органические кислоты, пептиды, ферменты и др. Одним из наиболее известных и получивших широкое распространение пребиотиков является лактулоза – дисахарид, состоящий из остатков молекул галактозы и фруктозы, синтетический стереоизомер лактозы (молочного сахара). Опыт использования в Российской Федерации сухой кормовой добавки с содержанием лактулозы 10 % показал, что ее применение способствует повышению переваримости сухого вещества корма на 1,5-1,8 %, органического вещества на 2,2 %, протеина на 2 %, жира на 1 %, клетчатки на 0,4 %, а также позволяет значительно снизить количество желудочно-кишечных заболеваний у животных, увеличить прирост живой массы на 12-15 %, уменьшить падеж молодняка на 8-10 %. В этой связи разработка технологии производства нового вида кормовой лактулозосодержащей добавки пребиотического действия на основе молочной сыворотки, осуществляемая в лаборатории технологий сыроделия и маслоделия РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в рамках выполнения задания Государственной программы «Агропромкомплекс», является весьма актуальной.

Материалы и методы. В работе использовали следующие материалы: модельные растворы сухой подсырной сыворотки с содержанием сухих веществ 5 %, 12,5 % и 20 %, 10 %-ный раствор гидроокиси кальция, 30 %-ный раствор лимонной кислоты, 6,4 М раствор серной кислоты, концентрированную творожную сыворотку с массовой долей сухих веществ 18 %, сгущенную подсырную сыворотку с массовой долей сухих веществ 37 %. Методы исследований: определение сухих веществ молочной сыворотки проводили по ГОСТ 28562, ГОСТ 3626, активной кислотности – по ГОСТ 26781, массовой доли лактулозы – по МВИ МН 2356 – 2005, массовой доли влаги в кормовой добавке – по ГОСТ 29246, золы – по ГОСТ 15113.8, индекса растворимости – по ГОСТ 30305.4, кислотности в восстановленной до массовой доли сухих веществ 6,5 % кормовой добавке – по ГОСТ 30305.3. Используемое оборудование: шкаф сушильный HS 61 А, магнитная мешалка ММ2А, рН–метр НН 8314, ультратермостат U2, весы ВСЛ-400/1, спектрофотометр СФ-46, центрифуга ОПн-3УХ4, лабораторная сушильная установка Я230ЦУ.

Результаты и их обсуждение. В основе технологии изготовления бифидогенных кормовых добавок лежит направленная изомеризация лактозы в лактулозу с помощью катализатора. Процесс изомеризации при производстве кормовых добавок проходит по механизму LA-трансформации в щелочной среде. При производстве пребиотических бифидогенных кормовых добавок в качестве катализатора реакции целесообразно использовать гидроксид кальция, являющийся безвредным веществом и разрешенный к применению в пищевой промышленности. Это позволит исключить энергоемкие операции по деминерализации и очистке изомеризованной молочной сыворотки. Выбор этого реагента также обусловлен его доступностью и низкой стоимостью, достаточно высоким уровнем степени изомеризации, а также возможностью обогащения кормов необходимым минеральным компонентом – кальцием.

С целью изучения эффективности изомеризации лактозы в лактулозу были приготовлены модельные растворы сухой подсырной сыворотки с содержанием сухих веществ 5 %, 12,5 %, 20 %. Изомеризацию проводили в течение 10, 20 и 30 мин при температуре 60 °С, 75 °С и 90 °С. Активную кислотность растворов для проведения изомеризации устанавливали до значений 9, 10 и 11 ед. рН. Заданные температурные режимы поддерживали с помощью водяной бани,

ультратермостата и сушильного шкафа. Установление значений активной кислотности растворов контролировали с помощью рН-метра, а продолжительность изомеризации – секундомером. После изомеризации растворы нейтрализовали 30 %-ным раствором лимонной кислоты до значений 6,0–6,5 ед.рН. Затем растворы быстро охлаждали в проточной воде до температуры 20 °С. Образовавшийся в результате реакции изомеризации осадок в растворах с массовой долей сухих веществ 12,5 % и 20 % отделяли центрифугированием при 5000 об/мин в течение 10 мин. Полученную надосадочную жидкость использовали для определения массовой доли лактулозы спектрофотометрическим методом. Из приготовленных изомеризованных растворов делали соответствующие разведения, позволяющие определить массовую долю лактулозы в диапазоне измерений 0,1–0,5 %. Для построения градуировочного графика был проведен эксперимент, в ходе которого на спектрофотометре определялась оптическая плотность растворов, содержащих различные концентрации лактулозы. Данные приведены в табл. 1.

1.

Оптическая плотность раствора, D_{285}	0,643	0,977	1,201	1,651	1,959
Концентрация лактулозы, %	10	15	20	30	40

Из результатов, представленных в табл. 1, следует, что между концентрацией лактулозы и оптической плотностью раствора имеется линейная зависимость. В программе MS Excel были рассчитаны коэффициенты и получено уравнение регрессии (формула 1):

$$C = 20,047 \cdot D - 2,32, \quad (1)$$

где D – оптическая плотность раствора; C – концентрация лактулозы, %.

Полученная модель является адекватной с коэффициентом детерминации 0,977. В дальнейших исследованиях использовался показатель оптической плотности раствора.

Экспериментальным путем было определено необходимое количество реагентов для проведения реакции изомеризации. Данные представлены в табл. 2.

2.

Активная кислотность среды, ед.рН	Количество реагентов, см ³ , на 100 см ³ раствора					
	Для сыворотки с м.д. сухих веществ 5 %		Для сыворотки с м.д. сухих веществ 12,5 %		Для сыворотки с м.д. сухих веществ 20 %	
	10 % р-р гидроокиси кальция	30 % р-р лимонной кислоты	10 % р-р гидроокиси кальция	30 % р-р лимонной кислоты	10 % р-р гидроокиси кальция	30 % р-р лимонной кислоты
9	1	0,7	2	1,2	3,5	1,4
10	2	0,8	3	1,3	5	1,6
11	3,5	1	5	1,4	8	1,8

Как видно из полученных результатов, с увеличением концентрации сухих веществ исходного раствора сыворотки для проведения изомеризации при высоких значениях показателя активной кислотности требуется существенное увеличение количества вносимого катализатора.

Чтобы проанализировать влияние отдельных, наиболее значимых, факторов на процесс гидролиза молочной сыворотки был реализован план B_4 , который считается одним из наиболее близких к D -оптимальному. В качестве значимых факторов выбраны температура и продолжительность процесса изомеризации, активная кислотность среды и содержание сухих веществ в молочной сыворотке. В табл. 3 приведены результаты эксперимента, проведенного по указанному плану.

Как следует из полученных результатов, при максимальных значениях выбранных значимых факторов (кислотность среды 11 ед. рН, температура 90 °С, продолжительность изомеризации 30 мин, сухие вещества сыворотки 20%) достигается достаточно высокая степень изомеризации лактозы в лактулозу – 48 %.

3.

Температура изомеризации, Т, °С	Продолжитель- ность изомериза- ции, t, мин	Активная кис- лотность сре- ды, АК, ед.рН	Сухие вещест- ва молочной сыворотки, SV, %	Оптическая плотность, D, ед.ОП (с учетом разбавле- ния)		Концент- рация лак- тулозы, %	Степень изомериза- ции, %
				экспери- менталь- ная	расчетная		
X1	X2	X3	X4	Y1	Y1p	-	-
90	30	11	20	12,395	11,122	7,11	48,0
60	30	11	20	9,092	9,352	5,12	34,6
90	10	11	20	11,232	11,122	6,41	43,3
60	10	11	20	4,883	9,352	2,59	17,5
90	30	9	20	2,499	3,352	1,15	7,8
60	10	9	20	1,604	1,582	0,62	4,2
90	10	9	20	1,160	3,352	0,35	2,4
60	10	9	20	1,533	1,582	0,57	3,9
90	30	11	5	2,779	4,036	1,60	43,2
60	30	11	5	2,714	2,266	1,56	42,2
90	10	11	5	2,572	4,036	1,48	40,0
60	10	11	5	1,872	2,266	1,06	28,6
90	30	9	5	1,799	2,487	1,01	27,3
60	30	9	5	0,720	0,717	0,36	9,7
90	10	9	5	1,052	2,487	0,56	15,1
60	10	9	5	0,441	0,717	0,20	5,4
90	20	10	12,5	5,451	5,249	3,05	33,0
60	20	10	12,5	2,143	3,479	1,06	11,5
75	30	10	12,5	4,306	4,364	2,36	25,0
75	10	10	12,5	2,583	4,364	1,32	14,2
75	20	11	12,5	7,162	6,694	4,07	44,0
75	20	9	12,5	1,955	2,034	0,94	10,2
75	20	10	20	7,579	6,352	4,21	28,4
75	20	10	5	2,291	2,377	1,31	35,4

Планы типа V_n предполагают использование квадратичной модели вида (формула 2):

$$Y(a, x) = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_1^2 + a_6 \cdot x_2^2 + a_7 \cdot x_3^2 + a_8 \cdot x_4^2 + a_9 \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{10} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{11} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{12} \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{13} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{14} \cdot x_3 \cdot x_4. \quad (2)$$

Для расчета коэффициентов полинома воспользовались программой Statistica. Из 14 коэффициентов исследуемого полинома значимыми оказались коэффициенты a_0, a_1, a_3, a_4 и a_{14} . Согласно полученным результатам, продолжительность процесса изомеризации не оказывает существенного влияния на конечное содержание лактулозы в гидролизованной сыворотке. В результате расчетов получена следующая модель зависимости оптической плотности гидролизованной сыворотки от исходного содержания в ней сухих веществ, рН и температуры изомеризации (формула 3):

$$D = 0,059 \cdot T - 0,262 \cdot АК - 1,8085 \cdot SV + 0,2074 \cdot АК \cdot SV - 0,7542, \quad (3)$$

где T – температура изомеризации, °С; $АК$ – активная кислотность среды, ед. рН; SV – сухие вещества молочной сыворотки, %.

Полученная модель адекватна с коэффициентом детерминации 0,975.

По полученному уравнению в программе MatLab построены поверхности откликов (рис.).

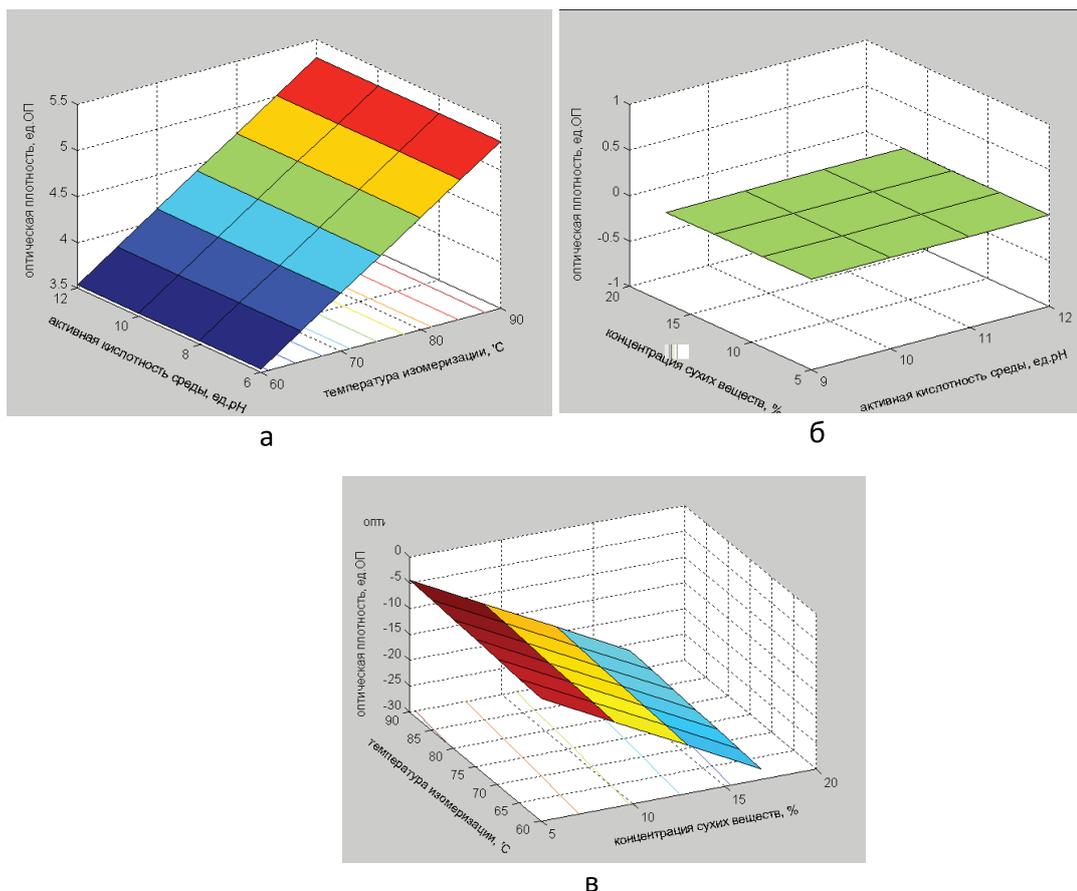


Рис. График зависимости оптической плотности раствора от: а) температуры изомеризации и активной кислотности среды; б) концентрации сухих веществ и активной кислотности среды; в) концентрации сухих веществ и температуры изомеризации

Из рис. следует, что все исследованные факторы оказывают положительное влияние на оптическую плотность растворов и, соответственно, на степень изомеризации лактозы в лактулозу: т.е. в исследованном диапазоне чем выше значение каждого из факторов, тем выше степень изомеризации лактозы. Для того чтобы подтвердить или опровергнуть это заключение, по полученному уравнению регрессии в программе MatLab проведен расчет оптимальных параметров процесса гидролиза молочной сыворотки. Результатами расчетов подтверждено, что чем выше температура изомеризации, рН среды и концентрация сухих веществ в исследуемом диапазоне, тем выше степень изомеризации лактозы в лактулозу.

Однако при изготовлении кормовой добавки не только высокая степень изомеризации лактозы в лактулозу является определяющим фактором. Важным является и цветность раствора, характеризующая накопление побочных продуктов реакции. Изучение влияния рН среды, температуры и продолжительности процесса изомеризации на цветность растворов показала, что наиболее активно процесс меланоидинообразования и, как следствие, интенсивное потемнение растворов, происходит при кислотности 11 ед.рН, продолжительности процесса изомеризации 30 мин и при температуре 90 °С. Установлено, что только два режима проведения реакции изомеризации позволяют снизить цветность растворов: при высокой температуре (90-95) °С в течение короткого промежутка времени (5-7) мин, и при более низких температурах (70-75) °С и выдержке в течение 20-25 мин. При разработке технологии производства принят второй режим изомеризации как более рациональный с точки зрения экономии энергоресурсов, который позволит быстрее охладить раствор до температуры 20-30 °С и приведет к стабилизации показателей цветности и содержания лактулозы.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что чем выше температура изомеризации, показатель активной кислотности среды и концентрация сухих веществ в исследуемом диапазоне, тем выше степень изомеризации лактозы в лактулозу. С учетом полученных результатов разработаны проекты технических условий на кормовую лактулозосодержащую добавку и технологической инструкции по ее изготовлению. Освоение производства нового вида кормовой лактулозосодержащей добавки пребиотического действия на основе молочной сыворотки намечено на одном из молокоперерабатывающих предприятий минской области.

Рукопись статьи поступила в редакцию 08.12.2014

L.L. Bahdanava, I.B. Frolov, K.V. Obiedkov, T.A. Savelyeva

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE MANUFACTURE OF A NEW KIND PREBIOTIC FEED ADDITIVE

The article presents the results of studying the effectiveness of the isomerization of lactose contained in whey.

The model of the lactulose concentration dependence of the optical density and the model of optical density dependence of the content of hydrolyzed whey solids therein, the pH and temperature isomerization where obtained. Us-established that the duration of the isomerization process has no significant influence on the content of lactulose in the hydrolyzed whey. At maximal value of factors studied (11 units pH acidity, temperature 90 °C, time of isomerization 30 min, solids of whey 20 %), a high degree of isomerization of lactose to lactulose – 48 %.

Study of the effect of pH, temperature and duration of the isomerization process at the color-polarization of the solutions showed that the most active melanoidino-formation process and, as a consequence, intensive browning occurs when acidity was 11 units pH, duration of the isomerization process was 30 min and at a temperature 90 °C. Found that only two modes allow the isomerization: at high temperature (90-95) °C and short period of time (5-7) min, and at lower temperatures (70-75) °C and with time exposure 20-25 min – can reduce of chromaticity of solutions.

Taking into account the results obtained developed technological instructions for the production of prebiotic feed additive.

УДК 637.2 – 04/07

Разработана технология масляной пасты с криопорошком из столовой свеклы на основе сливочного масла с добавлением сухого обезжиренного молока, инулина и семян льна. Исследовано влияние внесенных растительных пищевых добавок на протекание процессов, которые происходят при хранении масляной пасты. Установлено, что внесение криопорошка из красной свеклы, инулина и семян льна замедляют образование первичных и вторичных продуктов окисления жировой фазы масляной пасты, улучшая качество продукта. Установлено, что комплекс растительных пищевых добавок тормозит действие липолитических ферментов.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МАСЛЯНОЙ ПАСТЫ С КРИОПОРОШКОМ ИЗ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

*О.А. Подковко, аспирант кафедры технологии молока
и молочных продуктов;*

*Т.А. Рашевская, доктор технических наук, профессор кафедры
технологии молока и молочных продуктов*

Введение. Для нормального функционирования организма человека необходимо, чтобы пищевой рацион содержал биологические активные вещества (каротиноиды, фенольные соедине-

ния, аскорбиновую кислоту и др.). Данные соединения проявляют в составе иммуномоделирующее, радиопротекторное и антиоксидантное действие. Потенциальным источником данных веществ есть красная столовая свекла. Свекольный сок содержит бетаин и бетанин, которые владеют высокими антиоксидантными свойствами, содействуют расщеплению и усвоению белков пищевых продуктов, повышают жизнедеятельность клеток печени, ингибируют процессы пролиферации раковых клеток, предотвращая образование злокачественных опухолей. Свекла столовая является источником витаминов: аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, цитрина, никотиновой, пантотеновой и фолиевой кислот, содержит полезные для человека органические кислоты (яблочную, молочную, винную, лимонную и др.) и минеральные вещества (фосфор, калий, кальций, магний, железо). Особая ценность свеклы состоит в том, что она содержит излишек основ солей сравнительно с кислотами, что обуславливает ее большое значение в рационе питания человека [1, с. 191].

Анализ последних исследований и публикаций. В Национальном университете пищевых технологий (НУПТ) под руководством проф. Рашевской Т. А. впервые начато направление по разработке ассортиментов сливочного масла с растительными пищевыми добавками функционального назначения: полисахаридами пектином и инулином, криопорошками из свеклы, почек черной смородины, топинамбура, моркови, с добавкой из семян льна. Установлено, что внесение растительных добавок улучшает органолептику готового продукта, положительно влияет на формирование его структуры и консистенции, придает продукту высокие показатели пластичности, термоустойчивости и намазываемости, тормозит процессы окисления во время хранения. По результатам медико-биологических испытаний видов сливочного масла с пектином, инулином и криопорошками из свеклы и почек черной смородины и заключением МОЗ Украины рекомендовано использование этих видов масла в лечебно-профилактическом и диетическом питании [2, с. 15].

В последнее время внимание приковано к уменьшению массовой доли жира в масложировых продуктах, включая и сливочное масло. Разработан ассортимент сливочного масла пониженной жирности и его низкожирных «аналогов». Во Всероссийском научно-исследовательском институте маслоделия и сыроделия разработан ассортимент масляных паст с медом, какао, цикорием, фруктово-ягодными, овощными и грибными добавками, специями и пряностями, зеленью и приправами, даже с море- и мясопродуктами [3, с. 10]. В Канаде разработаны молочно-белковые пасты с массовой долей жира 33 % и разными вкусовыми наполнителями – ветчиной, перцем, шоколадом, сыром, медом и другими [4, с. 2]. Во Франции на основе сливочного масла разработано много деликатесов, которые содержат в качестве наполнителей уксус в смеси с сухим белым вином, лук, щавель, углеводы (сахарозу и лактозу), глутаминат натрия, приправы, декстрины, муку зерновых культур, пищевые соли [4, с. 2].

Недостатком ассортимента низкожирных «аналогов» сливочного масла есть то, что данные продукты не владеют функциональными свойствами. Мы отдаем предпочтение использованию пищевых добавок растительного происхождения. Растительные добавки содержат в своем составе большое количество биологических активных веществ, которые необходимые для здорового питания населения.

Учитывая вышесказанное, в НУПТ разработано ассортимент масляных паст с комплексом растительных пищевых добавок функционального назначения, а именно с инулином, фруктозой, цикорием, добавкой из семян льна, сиропом из цветов липы, калины и черники, порошков из моркови и банана. Органолептическая оценка показала, что отдельно подобранные микронутриенты хорошо объединяются с молочной основой пасты, придают ей изысканный вкус и содействуют формированию высоких показателей пластичности и термоустойчивости [5, с. 85]. Продолжая работу в данном направлении, разработана технология масляной пасты с криопорошком из красной свеклы. Масляная паста жирностью 42 % изготовлена на основе сливочного масла с добавлением сухого обезжиренного молока. В молочную основу вносили семя льна и инулин в виде суспензий в пахте. Криопорошок из свеклы добавляли к молочно-растительной основе в количестве 0,8 % в виде суспензии в пахте с соотношением 1:2 соответственно. Температура пахты составляла ± 35 °С с целью сохранения биологических активных веществ свеклы.

В предыдущей работе [6, с. 7] исследовано положительное влияние комплекса растительных пищевых добавок на показатели структуры и консистенции масляной пасты.

Известно, что во время хранения пищевых продуктов в их жировой фазе происходят изменения, которые сопровождаются образованием химических соединений с неприятным вкусом и запахом. Замедлить их образование можно за счет внесения в состав пищевых продуктов антиоксидантов, источником которых является растительное сырье. Проф. Рашевской Т. А. доказано [2, с. 15], что криопорошки из свеклы, почек черной смородины, моркови, топинамбура и полисахаридов пектина и инулина тормозят окисление составляющих сливочного масла при хранении. Это обусловлено наноструктурой этих видов масла, а именно – эмиссионно-адсорбционными процессами составляющих компонентов полисахаридов и криопорошков на внутренней свободной поверхности нанопор жировой фазы, которая делает невозможным доступ кислорода в нанопоры и повышает стойкость глицеридов к окислению. В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности разработана технология низкожирного спреда функционального назначения. В его состав входит рапсовое масло с комплексом витаминов А и Е. Установлено, что использование обогащенного рапсового масла оказывает антиоксидантный эффект и повышенную стойкость к окислению [7, с. 1]. В Белорусском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова установлено, что введение в состав маргаринов и спредов сапонинов солодки и антиоксидантных витаминов позволяет продлить срок хранения разработанных жировых продуктов [8, с. 228]. В Одесской национальной академии пищевых технологий исследовано влияние экстрактов чая и кофе на окислительные процессы при хранении спредов. Установлено, что внесение экстрактов даже в количестве 2 % уменьшает накопления перекисей, гидроперекисей и подавляет действие липолитических ферментов в процессе хранения, тормозя окислительные процессы в спреде [9, с. 123].

Целью работы является исследование антиокислительных свойств масляной пасты с криопорошком из красной столовой свеклы в процессе хранения.

Объекты и методы испытаний. Объектом исследования были образцы масляной пасты с криопорошком из красной столовой свеклы. Образцы хранили при + 5 °С и наблюдали за накоплением первичных и вторичных продуктов окисления. Контролем служило сливочное масло жирностью 62 %. Накопление первичных продуктов окисления характеризовали путем определения перекисного [10, с. 291] и кислотного [10, с. 238] чисел жира, вторичных – измерением интенсивности окраски на электрофотокolorиметре КФК-2МП при длине волны 536 нм [10, с. 141]. Все исследования проводились с 3–4 кратной повторностью и статистически обрабатывались. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Результаты исследований. Динамика изменения перекисного числа жира (ПЧ) масляной пасты с криопорошком из свеклы в процессе хранения при температуре + 5 °С представлена на рис. 1.

Полученные кривые указывают на то, что внесение криопорошка из красной столовой свеклы, семян льна и инулина влияет на процессы окисления, которые протекают в масляной пасте во время хранения, уменьшая образование в ней перекисей и гидроперекисей. На 1-ый день хранения ПЧ в масляной пасте составляло 0,0124 %J, в масле – 0,0123 %J, т.е. образцы были свежими. На 15-ый день хранения ПЧ масляной пасты равнялось 0,0242 %J, что указывает на ее свежесть, а в масле-контроле ПЧ равнялось 0,0356 %J, что говорит о невозможности его дальнейшего хранения. На 25-ый день хранения ПЧ в контроле составляло 0,0555, т.е. образец был сомнительной свежести, а ПЧ масляной пасты – 0,0352 (свежий, но не подлежит дальнейшему хранению). Мы предполагаем, что это связано с высоким содержанием в криопорошке свеклы аскорбиновой и органических кислот, бетаина, которые накапливаются в процессе криогенного измельчения сублимированного растительного сырья. При внесении криопорошка к масляной пасте его компоненты делают недоступным присоединение кислорода к глицеридам, тем самым тормозя протекание окислительных процессов в продукте. Известно [2, с. 15], что полисахариды способны взаимодействовать с липидами сливочного масла, формируя полисахаридно-липидные комплексы, которые образуют оболочки на поверхности наноагрегатов, наноблоков и нанозерен. Это сдерживает доступ кислорода к нанопорам в ламелях

глицеридов, в том числе ненасыщенных. Вероятно, в масляной пасте инулин и семя льна также образуют с глицеридами межглобулярной жировой фазы комплексы с разнообразными связями, которые защищают жировую фазу от окисления и тем самым усиливают антиоксидантное влияние компонентов криопорошка свеклы.

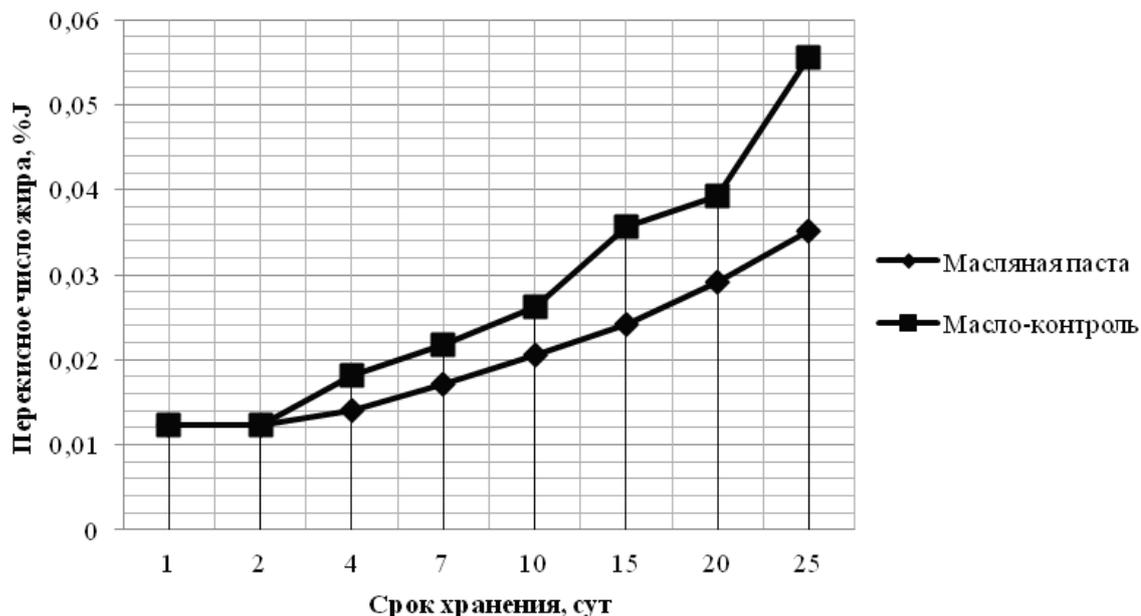


Рис. 1. Зависимость перекисного числа жира масляной пасты при температуре хранения +5 °C

Распад жира с образованием жирных кислот может содействовать ускорению процесса окисления, поскольку в первую очередь окисляются свободные, не связанные в триглицериды, кислоты. Поэтому определяли кислотное число (КЧ) жира, которое характеризует процесс гидролиза. Динамика изменения КЧ жира масляной пасты с крипорошком из свеклы в процессе хранения при температуре + 5 °C представлен на рис. 2.

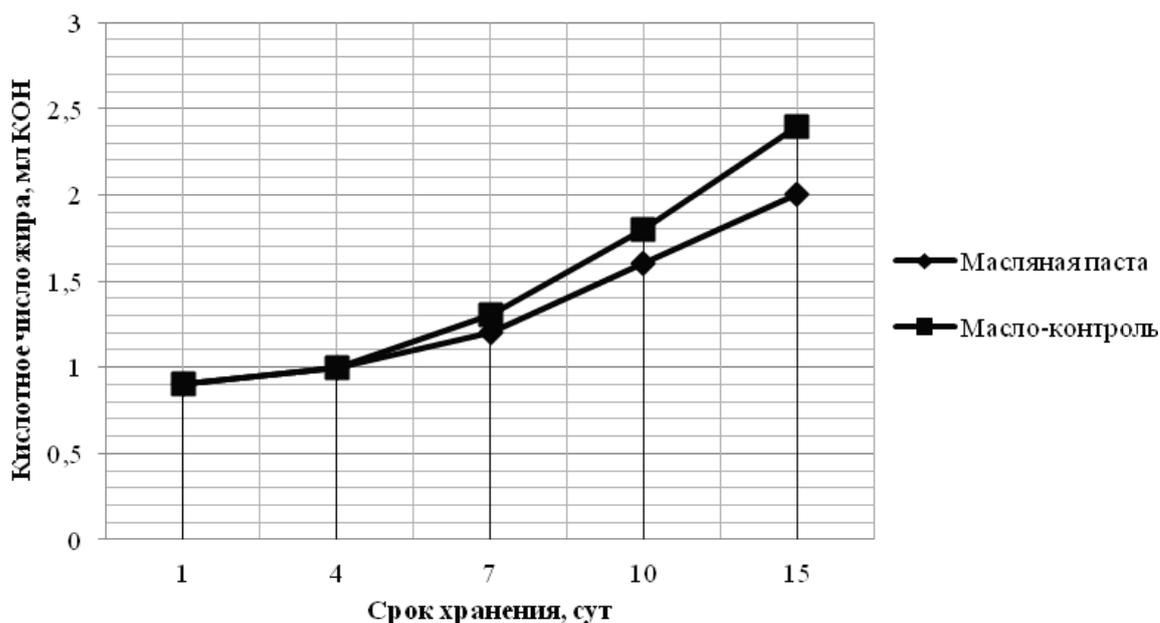


Рис. 2. Зависимость кислотного числа жира масляной пасты при температуре хранения +5 °C

Из полученных кривых можно заметить, что процесс гидролиза жира масляной пасты происходил медленнее, чем у масла-контроля, но почти с одинаковой скоростью. КЧ на 1-ый день хранения при температуре + 5 °С в обоих образцах составляло 0,9 мл КОН, на 7-ый день КЧ масляной пасты достигло 1,2 мл КОН, масла – 1,3 мл КОН, на 15-ый день КЧ пасты составляло 2,0 мл КОН, контроля – 2,4 мл КОН. Полученные результаты свидетельствуют о том, что внесенный комплекс растительных пищевых добавок не влияет на гидролиз жира, а лишь тормозит действие липолитических ферментов. Это связано с тем, что антиоксиданты тормозят процессы окисления, обрывая свободнорадикальные цепные реакции, а на гидролиз ацилглицеридов не влияют.

Перекиси и гидроперекиси не имеют неприятного вкуса и запаха. Носителями неприятного вкуса и запаха окисленных жиров являются вторичные продукты окисления. Динамика изменения оптической плотности (ОП) масляной пасты с криопорошком из свеклы в процессе хранения при температуре + 5 °С представлена на рис. 3.

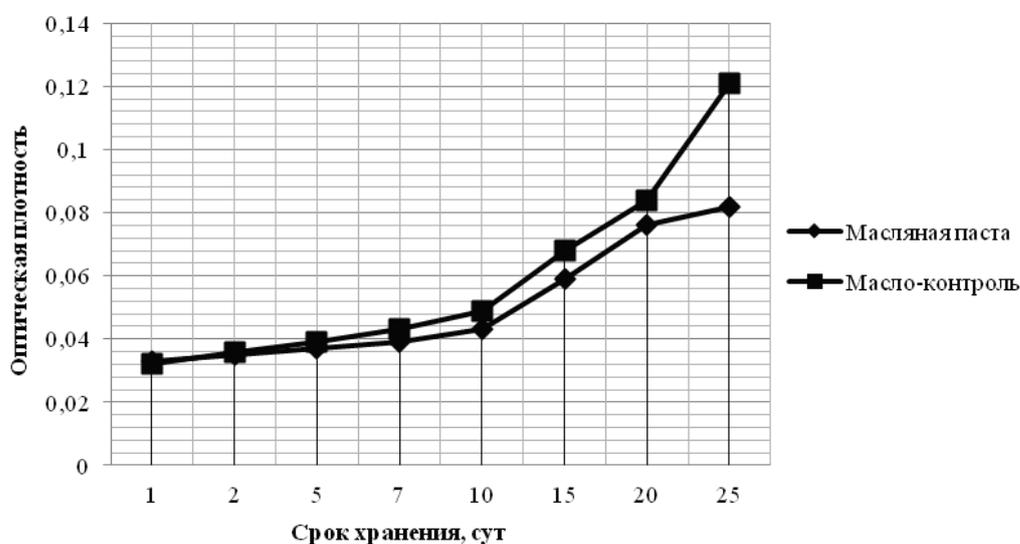


Рис. 3. Зависимость оптической плотности масляной пасты при температуре хранения +5 °С

Из полученных данных заметно, что внесение криопорошка из свеклы в состав масляной пасты способствует замедлению накопления вторичных продуктов окисления. На 1-ый день хранения окрашивание растворов масляной пасты и масла-контроля незаметное. ОП их равнялась 0,033 и 0,032 соответственно, что указывает на отсутствие вторичных продуктов окисления. Появление светло-розовой окраски наблюдается на 7-ый день хранения масла-контроля с ОП 0,042, в то время как в масляной пасте на 10-ый день хранения с ОП 0,043. Полученные значения ОП указывают на появление вторичных продуктов окисления, которые органолептически еще невозможно определить. Полученные данные подтверждают данные по определению перекисного числа и указывают на меньшую глубину окисления жира в масляной пасте. Итак, внесение криопорошка из свеклы, инулина и семян льна в состав масляной пасты тормозит накопления вторичных продуктов окисления, продлевая ее хранимоспособность.

Таким образом, полученные результаты исследований указывают на защитную роль криопорошка из красной столовой свеклы от окислительной порчи жира масляной пасты, которое связано с растворением антиоксидантных компонентов криопорошка в водной фазе пасты, делая невозможным доступ кислорода к глицеридам. За счет внесения комплекса растительных пищевых добавок тормозятся окислительные процессы, которые протекают в жировой фазе масляной пасты, повышая способность продукта к хранению и улучшая его качество.

Выводы.

1. Внесение криопорошка из свеклы, инулина и семян льна в состав масляной пасты замедляет окислительные процессы в масляной пасте, уменьшая образование перекисей и гидроперекисей.
2. Внесение комплекса растительных пищевых добавок, а именно криопорошка из свеклы, инулина и семян льна в состав масляной пасты не влияет на гидролиз ацилглицеридов, а лишь тормозит действие липолитических ферментов.
3. Комплекс растительных пищевых добавок замедляет накопление вторичных продуктов окисления, продлевая срок хранения масляной пасты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mitchell McGrath. Beet / J. Mitchell McGrath, Massimo Saccomani, Piergiorgio Stevanato, Enrico Biancardi // Vegetables. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. – 2007. – V. 5. – P. 191-207.*
2. *Рашевська, Т.О. Біохімічні дослідження вершкового масла з криопорошками із рослинної сировини в процесі зберігання / Т.О. Рашевська, І.С. Гулий, А.І. Українець, Г.О. Сімахіна // Харчова промисловість. Науковий журнал. – 2003. – № 2. – С. 15-18.*
3. *Топникова, Е.В. Масло пониженной жирности и его аналоги / Е.В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – № 3. – С. 10-12.*
4. *Бюллетень иностранной коммерческой информации. – 1988. – № 88. – С. 2-4.*
5. *Рашевська, Т.О. Масляна паста з комплексом біологічно активних рослинних мікронутрієнтів антидіабетичного призначення / Т.О. Рашевська, С.В. Іванов // Наукові праці НУХТ. – 2012. – № 43. – С. 85-94.*
6. *Рашевська, Т.О. Масляна паста з порошком із червоного столового буряка / Т.О. Рашевська, Г.І. Гончаров, О.А. Подковко // Наукові праці НУХТ. – 2013. – № 53. – С. 7-14.*
7. *Терещук, Л.В. Технологические аспекты производства спредов функционального назначения / Л.В. Терещук, О.А. Ивашина // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 1-5.*
8. *Медведев, Д.А. Витамины и растительные сапонины в производстве функциональных маргаринов и спредов, обладающих антиоксидантными свойствами / Д.А. Медведев // Труды БГТУ. – 2013. – № 4. – С. 228-230.*
9. *Могиланська, Н.О. Дослідження впливу антиоксидантів на гальмування окислювальних процесів в сиредах // Н.О. Могиланська // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 17 (1060). – С. 123-129.*
10. *Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов: Справочное руководство / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – 423 с.*

Рукопись статьи поступила в редакцию 18.06.2015

О.А. Podkovko, Т.А. Rashevskaya

**ANTIOXIDANT PROPERTIES RESEARCH OF THE BUTTER PASTE
WITH RED BEET CRIPOWDER**

Technology of butter paste with red beet powder was developed at the National University of Food Technologies. Undesirable changes is occurring in the fat products during storage, who accompanied accumulation of chemicals with an unpleasant taste and odor. There is the fat spoilage that affects the organoleptic properties of the product. The authors have investigated the effect of red beet powder on the processes that occur during butter paste storage. It was established that the introduction of red beet powder into the composition of the butter paste allows slowing oxidative processes and act lipolytic enzymes.

Приведены результаты исследования реологических свойств водных растворов композиций крахмала с альгинатом натрия и физико-механических характеристик полученных из них съедобных пленок. Представлен анализ современного рынка и направления исследований съедобной полимерной упаковки для пищевых продуктов. Показаны перспективы создания данного типа упаковочных материалов в Республике Беларусь.

СЪЕДОБНЫЕ ПЛЕНКИ – БУДУЩЕЕ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Чжэцзянский Шужен университет,
г. Ханчжоу, Китайская Народная Республика**

*Хуо По, кандидат биологических наук, декан факультета биологии
и технологий окружающей среды*

**Учреждение образования «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*Т.А. Савицкая, кандидат химических наук, доцент,
профессор кафедры физической химии;
Л.А. Готина*

**Учреждение Белорусского государственного университета
«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*С.Е. Макаревич, старший научный сотрудник;
Д.Д. Гриншпан, доктор химических наук, профессор,
заведующий лабораторией*

С каждым годом биоразлагаемые полимеры, полученные из возобновляемого сырья, всё больше завоевывают рынок упаковочных материалов и по прогнозам European Bioplastics [1, 2] к 2016 г. среднегодовой рост их производства должен приблизиться к 30 %. Среди различных типов биовозобновляемой биоразлагаемой упаковки съедобные пленки составляют объект нового направления исследований и привлекают пристальное внимание как ученых и производителей, так и потребителей. Этот вид биоразлагаемых пленок характеризуется альтернативным природному механизму биоразложения: под действием внутриклеточных и неклеточных ферментов (эндо- и экзоэнзимов), содержащихся в желудке и кишечнике человека, полимер подвергается химическим реакциям, которые в основном сводятся к окислению и гидролизу.

Съедобные пленки можно определить как первичную упаковку, изготовленную из съедобных компонентов, которая может быть съедена вместе с пищей [3, с.1-25]. Тонкий слой съедобного материала либо наносят непосредственно на поверхность пищевого продукта, либо изготавливают в виде пленки, в которую пищевой продукт будет упакован. Съедобные покрытия и пленки как бы моделируют природные защитные оболочки продуктов питания растительного происхождения (ягод, семян). Они могут выполнять роль барьера или мембраны по отношению к воде и её парам, газам (диоксиду углерода, кислороду, этилену), имеют необходимую прочность, обеспечивают защиту от микробов, удобство применения, придают привлекательный внешний вид, сохраняют вкус, увеличивают срок хранения различных продуктов и т.п. В настоящее время основными пленкообразующими компонентами в составе съедобной упаковки являются: высокомолекулярные углеводы (производные крахмала, эфиры целлюлозы, хитозан,

декстрины, альгинаты, каррагинаны, пектины), белки (коллаген, желатин, зеин, глютен, соевые изоляты, казеин), жиры (ацетоглицериды, глицериды, жирные кислоты) и их композиции. По пищевой ценности съедобные пленки и покрытия условно подразделяют на усвояемые и неусвояемые. К первым относятся пленки и покрытия на основе таких компонентов пищи, как белки, жиры, углеводы, а ко вторым – покрытия на основе восков, парафинов, водорастворимых природных и синтетических камедей, производных целлюлозы, поливинилового спирта, поливинилпирролидона и др. Обобщенные характеристики (механические и барьерные свойства) съедобных и биодegradуемых пленок представлены в табл. 1, области использования покрытий и пленок – в табл. 2 и 3 [4].

1.

Материал	Барьерные свойства по отношению к влаге ^a	Барьерные свойства по отношению к кислороду ^b	Механические свойства ^c	Стоимость, \$/фунт ^d
Целлофан	С	Х	Х	2,20
НЦ-В/целлофан	Х	Х	Х	2,40
Ацетат целлюлозы	С	П	С	1,60-2,10
Крахмал/ПВС	П	Х	Х	1,50-3,00
Поли-3-гидроксibuтират-со-3-гидроксивалерат	Х	Х	С	3,00-6,00
Полилактид	С	П	Х	1,00-5,00
Метилцеллюлоза	С	С	С	4,50-7,00
Гидроксипропилметилцеллюлоза	С	С	С	4,75-7,00
Гидроксипропилметилцеллюлоза/стеариновая кислота/пальмитиновая кислота-воск	Х	С	НД	НД
Высокоамилозный крахмал	П	С	С	0,60-0,70
Коллаген	П	Х	С	49,00-54,00
Желатин	П	Х	НД	2,40-2,60
Зеин	С	С	С	10,25-15,50
Глютен	С	Х	С	0,80-0,90
Протеин сои	П	Х	С	1,30-1,70
Казеин	П	Х	НД	2,75-3,25
Казеин/пчелиный воск	С	Х	НД	НД
Протеин сыворотки	П	Х	С	6,00-12,00
Протеин сыворотки/пчелиный воск	С	П	НД	НД
Пчелиный воск	Х	П	П	3,00-4,50
Шеллак	С	П	П	3,50-6,00

Примечания.

^aУсловия тестирования: 38°C, 90% отн.влажность; Плохая = 10-100 г·м/м², Средняя = 0,1-10 г·м/м², Хорошая = 0,01-0,1 г·м/м², (ПЭНП: 0,08 г·м/м²)

^b Условия тестирования: 25°C, 50% отн.влажность; Условия тестирования: 25°C, 50% отн.влажность; Плохая = 100-1000 см³·мкм/м²·сут·кПа, Средняя = 10-100 см³·мкм/м²·сут·кПа Хорошая = 1-10 см³·мкм/м²·сут·кПа, (сополимер этилена и винилового спирта: 0,1 см³·мкм/м²·сут·кПа)

^c Условия тестирования: 25°C, 50% отн.влажность; средняя прочность TS = 10-100МПа, среднее удлинение E = 10-50%, (ПЭНП полиэтилен низкой плотности: TS = 13МПа, E=500%) (ОПП ориентированный полипропилен: TS = 1165МПа, E=60%)

^d Для биодegradуемых пленок: сравнение \$/фунт полимер (и конечная пленка) для ПЭНП: \$0,50; (\$1,00); ПС: \$0,55; (\$2,00); ПЭТФ: \$0,75; (\$3,00); Для съедобных пленок: Ценовой диапазон от поставщика.

Применение съедобных пленок должно предоставлять потребителю определенные дополнительные преимущества, такие как удобство приготовления пищи, увеличение сроков хранения и др. Например, продукты, покрытые МЦ пленкой, не впитывают излишний жир при жарке во

фритюре и сохраняют сочность мяса. МЦ пленка используется как внутренняя упаковка конфет для предотвращения их прилипания к бумажной обёртке. В бразильской сети ресторанов Бобс (Bob's) посетителям предлагают съесть гамбургер вместе с обёрткой, для того, чтобы соус не попадал на руки и одежду [5]. Американская компания МоноСол (MonoSol) – крупнейший разработчик водорастворимых упаковок поставляет на потребительский рынок порционные упаковки с кофе, какао, протеиновыми коктейлями, крупами, мукой, специями. Эти пленки на основе полисахаридов растворяются в горячей воде и практически не изменяют вкус пищи. Некоторые примеры использования производимых в США съедобных пленок представлены в табл. 3.

2. :

Пищевой продукт	Функции покрытия
Метилцеллюлоза	
Свинина и куски птицы	Адгезия к панировке
Метилцеллюлоза и гидроксипропилметилцеллюлоза	
Продукты на основе картофеля, кольца лука	Барьер для масла
Кусочки пищи для жарки	Адгезия к жидкому тесту
Метилцеллюлоза и пчелиный воск	
Пирожные	Барьер для влаги
Гидроксипропилцеллюлоза	
Ядра орехов	Барьер для влаги и кислорода
Конфеты	Барьер для влаги
Карбоксиметилцеллюлоза	
Бананы	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Яблоки	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Свежие фрукты и овощи	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Твердый сыр, твердая колбаса	Предотвращение образования плесени
Свеженарезанный сельдерей	Барьер для влаги
Груши	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Томаты	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Апельсины	Барьер для кислорода и диоксида углерода
Крахмал	
Амилозный	
Сушеный изюм	Предотвращение слеживания и прилипания
Картофельные чипсы, свежий жареный картофель, другие картофельные продукты	Барьер для кислорода
Гидроксипропилированный крахмал	
Кондитерские изделия	Барьер для масла
Ядра миндаля	Барьер для кислорода
Желированные конфеты, карамель	Предотвращение прилипания
Декстрины (гидролизаты крахмала)	
Миндаль	Барьер влаги
Свеженарезанные яблоки	Барьер кислорода
Экстракты водорослей	
Альгинаты	
Бифштексы, свиные отбивные, куриные ножки	Улучшение текстуры и барьер для влаги
Хлебобулочные изделия, наполненные мучные изделия	Барьер для влаги, кислорода
Замороженные креветки	Сохранение запаха, цвета, текстуры
Мясо, рыба, фрукты, овощи	Адгезия к жидкому тесту
Мороженое	Предотвращения образования капель

3.

Название	Основной компонент	Применение
Freshseel™	Эфиры полисахаридов	Увеличение срока хранения дыни
Fry Shield™	Пектинат кальция	Уменьшение жирности рыбы, картофеля и других овощей при жарке в масле
Nutrasave™	N, O-карбоксиметил хитозан	Предотвращение потери влаги авокадо при хранении
Opta Glaze™	Пшеничный глютен	Предотвращение роста микробов на сырых яйцах
Semperfresh™	Эфиры полисахаридов	Защита фруктов от потери влаги и изменения цвета
Z*Coat™	Кукурузный белок	Увеличение срока хранения орехов

В Республике Беларусь производство съедобных пленок пока еще не вышло за рамки лабораторных исследований, но перспективы развития этого направления, которое позволит расширить ассортимент упаковки пищевых продуктов, и конкретная программа исследований уже конструктивно обсуждаются в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Первые образцы съедобных упаковочных материалов на основе крахмала и его смесей с другими полисахаридами получены в лаборатории растворов целлюлозы и продуктов их переработки учреждения образования БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» в рамках совместного проекта с Чжецзянским Шужен университетом. Совмещение кукурузного крахмала (КК) с альгинатом натрия (АН) в водных растворах позволило получить методом «сухого» формования (испарение растворителя из тонкого слоя раствора) прочные бикомпонентные пленки. КК относится к распространенным, возобновляемым и биоразлагаемым полимерам, к тому же он имеет низкую стоимость. Установлено, что зависимость прочности, удлинения и влагопроницаемости пленок КК от содержания АН имеет экстремальный характер с максимумом в области малых добавок второго полимера. 2 %-ная добавка АН вызывает как увеличение прочности пленки КК так и удлинение при разрыве.

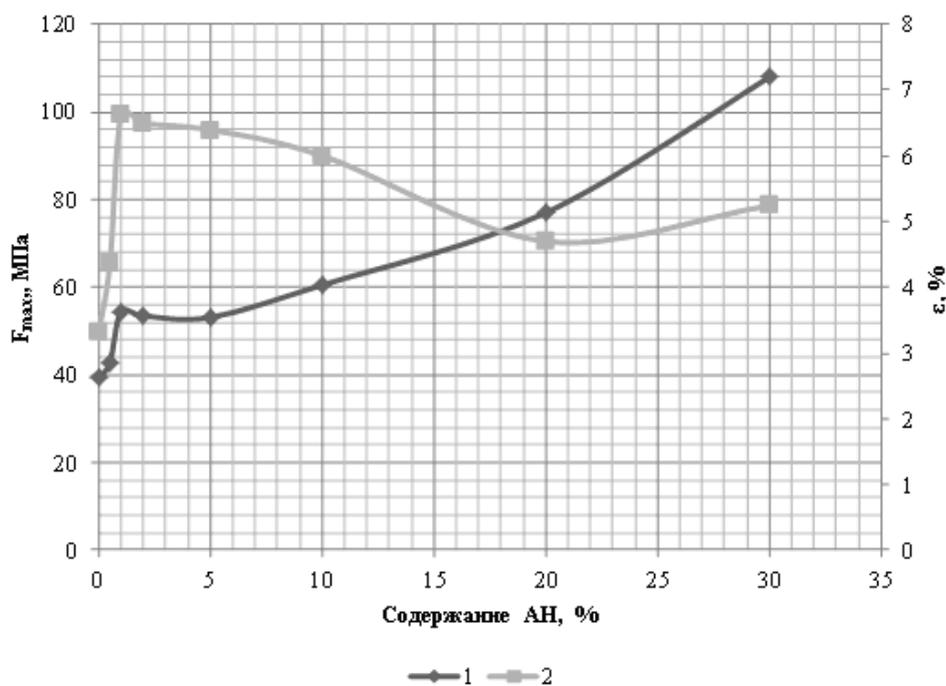


Рис. 1. Зависимость прочности и удлинения бикомпонентных пленок на основе КК и АН от содержания АН в пленке: 1 –прочность при разрыве; 2 –относительное удлинение

Как следует из данных рис. 1, последующее увеличение содержания АН приводит к монотонному росту прочности при одинаковых значениях удлинения. Экстремальный характер проявляется и для зависимости влагопроницаемости от содержания АН. Максимальная влагопроницаемость наблюдается у пленок с содержанием АН 5-10 %, а минимальная – 20-30 %. Установлена корреляция физико-механических свойств пленок с реологическими характеристиками и энергией активации вязкого течения растворов, из которых эти пленки сформованы. Установлено, что растворы композиций КК с АН являются неньютоновскими жидкостями псевдопластического типа, для которых вязкость уменьшается с увеличением напряжения сдвига.

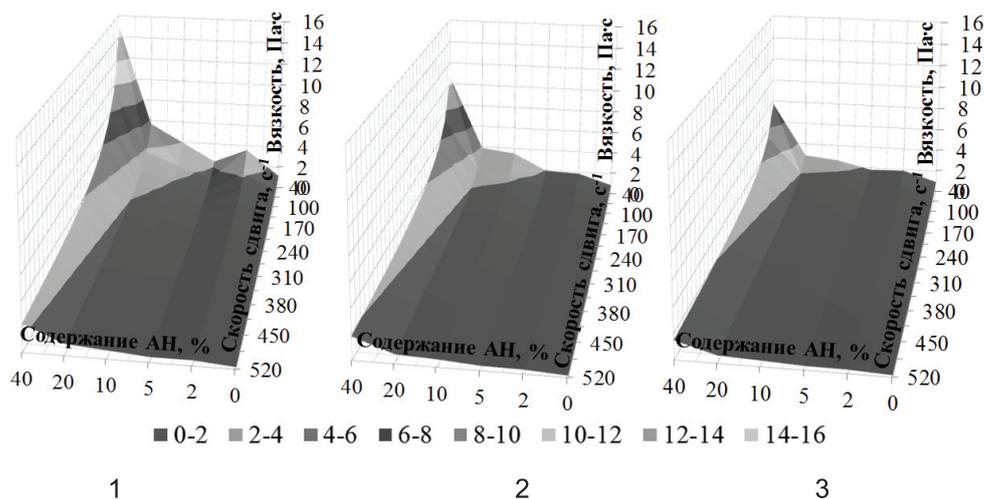


Рис. 2. Зависимость вязкости растворов смесей КК и АН от скорости сдвига и содержания АН: 1 – при температуре 303 К; 2 – при температуре 323 К; 3 – при температуре 343 К

Обобщенные результаты реологического исследования растворов представлены на рис. 2 в виде трехмерных диаграмм, позволяющих сравнить зависимости вязкости растворов смесей полимеров с различным содержанием АН от скорости сдвига при температурах 303, 323 и 343 К. Из приведенных диаграмм видно, что, чем больше содержание АН в эквиконцентрированных растворах, тем больше вязкость и, значение напряжения сдвига, соответствующее началу течения жидкости. Раствор, содержащий 2 % добавку АН, имеет аномально высокую вязкость при низких скоростях сдвига. Причем, эта особенность раствора АН становится более заметной с понижением температуры. Наличие экстремумов на зависимостях физико-механических свойств пленок от состава коррелирует с немонотонной зависимостью характеристик вязкого течения формовочных растворов, которая представлена на рис. 3.

Энергию активации оценивали по тангенсу угла наклона графической зависимости уравнения Эйринга в координатах «логарифм вязкости – обратная температура» для усредненного значения скорости сдвига в интервале 4 – 140 с⁻¹. Экстремальное поведение смесей полимеров, содержащих малые добавки одного из полимеров, в литературе описывается в рамках представлений о взаимной растворимости полимеров или их термодинамической совместимости [6, с. 245-260]. Как правило, полимеры несовместимы и начальный момент расслоения приводит к выделению одного из полимеров в виде тонкодисперсной фазы коллоидных размеров, что сопровождается резким увеличением межфазной поверхности в системе. Возрастание межфазной поверхности вызывает увеличение свободного объема, служащего важнейшей характеристикой реологического поведения жидкости. Наряду с этим вследствие уменьшения межмолекулярных взаимодействий в смеси полимеров, претерпевающей фазовое разделение, процесс течения в ней облегчается. Следствием этого является уменьшение энергии активации вязкого течения. Последующий её рост обусловлен ростом размера частиц второй фазы при увеличении содержания в растворе АН, при котором пониженное взаимодействие на границе раздела уже не вносит заметного вклада в реологическое поведение системы.

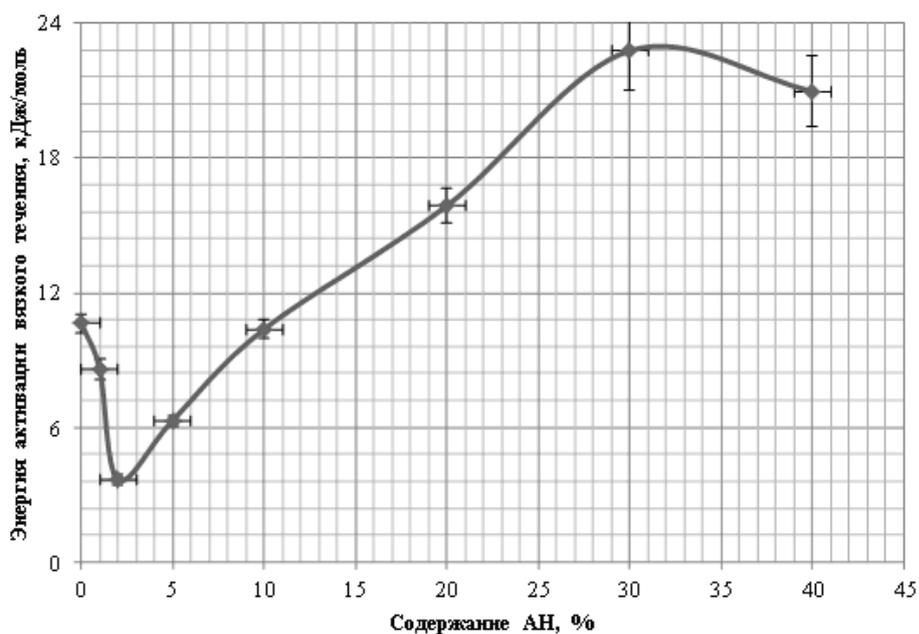


Рис. 3. Энергия активации вязкого течения при постоянной скорости сдвига в зависимости от содержания АН в 8 %-ных растворах смесей КК:АН

Результаты определения растворимости полученных пленок в холодной и горячей в течение 30 мин показали, что с ростом содержания в пленке АН она закономерно возрастает. Образцы пленок представлены на рис. 4-6.



Рис. 4. Результаты определения растворимости пленок в холодной и горячей в течение 30 мин



Рис. 5. Результаты определения растворимости пленок в холодной и горячей в течение 30 мин

В программу дальнейших исследований будет включена оценка реологического поведения растворов композиций картофельного крахмала производства РБ с различными пленкообразующими компонентами и добавками, определение физико-механических характеристик полученных на их основе пленок с целью разработки технологии производства пищевых упаковочных материалов как лабораторного, так и пилотного масштаба. Уже сегодня есть все предпосылки для создания такой технологии в полном соответствии с принципами более чистого производства. Однако еще предстоит большая работа по определению конкретных областей использования съедобных пленок в пищевой промышленности республики, которая будет выполнена в рамках сотрудничества БГУ с РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

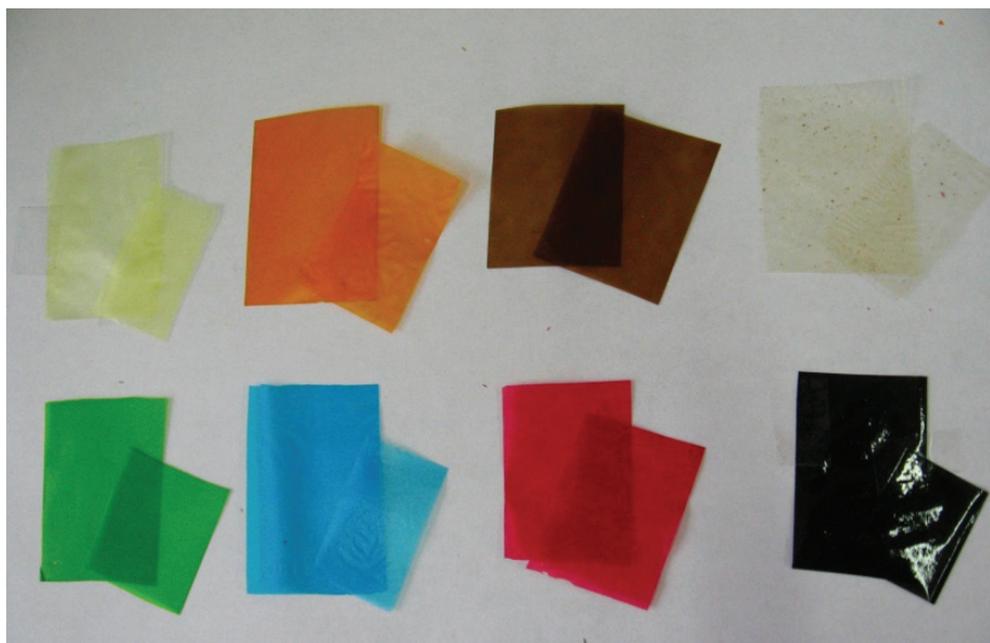


Рис. 4. Результаты определения растворимости пленок в холодной и горячей в течение 30 мин

Сегодня повышенный интерес к съедобной упаковке проявляется во всех странах, поскольку съедобная упаковка помимо предоставления потребителю множества новых функциональных возможностей позволит нетрадиционно решить проблему сокращения количества бытовых отходов, которая волнует весь цивилизованный мир.

ЛИТЕРАТУРА

1. Market // European Bioplastics [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://en.european-bioplastics.org/market> – Дата доступа: 19.04.2014.
2. Кудрякова, В.А. Съедобная упаковка: состояние и перспективы / В.А. Кудрякова, Л.С. Кузнецова, М.Н. Нагула [и др.] // Упаковка и Логистика – 2007. – № 6. – С. 24-25.
3. Palvath, A.E. Edible Films and Coatings: Why, What and How? / A.E. Palvath, W. Orts. – N-Y.: Springer, 2009. – 237 p.
4. Valguera, V. Edible Films and Coatings: Structure, Active Functions and Trends in Their Use / V. Valguera, J.P. Quintero, J.A. Munoz, A. Ibarz // Trends in Food Science and Technology. – 2011. – Vol.22, № 6. – P. 292-303.
5. Brazilian Fast-Food Chain Cuts Waste By Serving Up Burgers Wrapped In Edible Paper // Inhabit [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://inhabitat.com/brazilian-fast-food-chain-cuts-waste-by-serving-up-burgers-wrapped-in-edible-paper/> – Дата доступа: 19.04.2014

6. *Липатов, Ю.С.* Коллоидная химия полимеров / Ю.А. Липатов – Киев: Наукова думка, 1984. – 344 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 17.07.2015

**Huo Po, T.A. Savitskaya, L.A. Gotina,
S.E. Makarevich, D.D. Grinshpan**

EDIBLE FILMS ARE THE FUTURE OF FOOD PACKAGING

The results of research on the rheological properties of aqueous solutions of starch and sodium alginate blends along with physical and mechanical properties of films based on them are discussed. The analysis of modern market of edible food packaging and directions of its research is presented. The perspectives of such packaging materials development in Belarus are shown.

УДК 634.7:54.06

В статье приводятся результаты анализа научной и методической литературы по применяемым в мировой практике подходам к определению компонентного состава ягодного сырья.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*И.М. Почицкая, кандидат сельскохозяйственных наук,
начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса
по качеству и безопасности пищевых продуктов;*

*В.П. Субач, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории хроматографических исследований*

Ягоды являются ценным сырьем для производства консервированной продукции (соков, варенья, джемов и других продуктов питания), витаминизированных препаратов, премиксов, биологически активных добавок, алкогольных (плодово-ягодных вин, настоек, сидра, бренди и др.) и безалкогольных напитков. Полезные свойства ягод зависят от содержания большого количества химических компонентов – сахаров, органических и фенольных кислот, витаминов, флаваноидов, антоцианидинов, каротиноидов и микроэлементов, формирующих характерное качество этих продуктов.

Цель работы – на основе анализа применяемых в мировой практике подходов к определению состава ягодного сырья установить химические компоненты, ответственные за качество и являющиеся маркерами для конкретного типа сырья, с тем чтобы можно было однозначно идентифицировать продукты его переработки (соки, нектары, вина).

Wendy R. Russel и сотр. [1] провели исследования состава фенольных кислот фруктов и ягод, которые могут быть использованы для производства фруктово-ягодных вин. Для анализа образцы после отбора промывались, сушились, взвешивались и хранились при температуре – 80°C. Замороженные фрукты измельчались и до экстракции хранились в эксикаторе. Навеску образца в количестве 2,0 г сухого веса суспензировали в 100,0 мл дистиллированной воды, в которой рН предварительно было понижено до 2,0 соляной кислотой, затем экстрагировали этилацетатом (EtOAc; 50,0 мл), слои разделяли центрифугированием (15 мин; 3800 об/мин). Экстракция проводилась трижды, экстракты объединялись. Полученный органический слой оставляли стоять на ночь над сульфатом натрия, затем фильтровался через бумажный фильтр (Whatman; Англия), остаток промывался растворителем. Объединенный экстракт упаривался

досуха при пониженном давлении при температуре не выше 40 °С, остаток хранился в эксикаторе до выполнения анализа. рН водной фракции увеличивали до 7,0 добавлением гидроксида натрия, затем добавляли еще гидроокись натрия до конечной концентрации 1 моль/л и образец перемешивался при комнатной температуре 4 ч в атмосфере азота. Затем рН снижали до 2,0 добавлением HCl (6 моль/л), образец экстрагировался (EtOAc; 50,0 мл) и снова обрабатывался как описано выше. рН водной фракции увеличивался до 7,0 с помощью NaOH (4 моль/л), добавлялась HCl (10 моль/л) до конечной концентрации 2 моль/л и образец инкубировался при 95 °С при перемешивании в течение 30 мин, затем охлаждался и экстрагировался EtOAc (50,0 мл) и снова обрабатывался как описано выше. Экстракты были затем повторно растворены в метаноле, профильтрованы через 0,2 мкл мембранный фильтр. Разделение фенольных соединений выполнялось на высокоэффективном жидкостном хроматографе (далее ВЭЖХ) (Spectra System; Thermo Fisher Scientific; UK) с применением колонки Polar-RP (250 x 4,6 мм; 4 μм) (Phenomenex; UK) и элюента ацетонитрил – уксусная кислота, рН 2,3 в градиентном режиме: 11-14 % AcCN (35 мин), 14-50 % AcCN (5 мин), 50 % AcCN (10 мин) и 50-11 % AcCN (5 мин). Детектирование производилось на длине волны 215 и 280 нм. Идентичность фенольных кислот также подтверждалась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-детектором (далее ВЭЖХ-МС) с использованием прибора Finnigan MAT 900 (Bremen, Germany).

Авторами вышецитируемой работы показано, что большая часть фенольных кислот конъюгированы с другими компонентами растений и для их определения требуется кислотный или щелочной гидролиз. Так, установлено, что содержание галловой кислоты в малине в свободной форме составляет 5,73 мг/кг, а в связанной форме – 1669,0 мг/кг, в крыжовнике соответственно – 1,27 и 43,59 мг/кг, в черной смородине – 5,63 и 999,0 мг/кг, в клубнике – 1,67 и 1416,0 мг/кг, в винограде – 0,17 и 1,29 мг/кг. Для малины содержание протокатехиновой кислоты в свободной форме составляет 3,83, а в связанной форме – 273,26 мг/кг соответственно, для *p*-гидроксibenзойной кислоты – 3,83 и 676,0 мг/кг, для кофейной – 2,33 и 63,95 мг/кг, для ванилиновой кислоты 24,58 и 94,34 мг/кг и т.д. По-видимому, соотношение количества связанных и конъюгированных фенольных кислот в образцах ягод значительно зависит от степени созревания. При производстве соков для винодельческой промышленности большая часть фенольных кислот остается с твердыми отходами производства.

Для производства десертных вин может быть использована лесная ягода черника, широко распространенная в лесах Беларуси. Исследование химического состава, антоцианинов и других фенольных соединений было проведено G.A. Garzup и др. [2]. Исследования выполнялись с использованием метода ВЭЖХ с УФ-детектированием, а также метода ВЭЖХ/МС с электроспрейной ионизацией. Содержание антоцианинов было установлено в количестве 329,0 мг эквивалентов 3-гликозидцианидина на 100,0 г свежей ягоды, а общее содержание фенольных соединений – 758,0 мг эквивалентов галловой кислоты на 100,0 г свежей ягоды. Количество антоцианина 3-гликозидцианидина было наибольшим для этого класса соединений, для других классов фенольных соединений преобладала хлорогеновая кислота. В табл. 1 приведены содержания идентифицированных соединений.

Deividas Burdulis и другие сотрудники Медицинского университета г. Каунаса и Литовского сельскохозяйственного института [3] исследовали антоцианидиновый состав плодов дикорастущей черники. Эксперименты проводились следующим образом: 50,0 г свежих плодов черники тщательно измельчались, отбирали порцию 5,0 г и добавляли 90,0 мл метанола. Полученная смесь выдерживалась 10 мин в ультразвуковой бане, помещалась в термостат и выдерживалась еще 30 мин при температуре 40 °С при периодическом перемешивании. Затем смесь фильтровалась и к фильтрату добавляли метанол до 100,0 мл 50-кратным разбавлением 0,1 % раствором соляной кислоты был приготовлен раствор для измерения концентрации на длине волны 528 нм (спектрофотометр Unicam «Helios-a»). Процентное содержание антоцианинов выражалось относительно цианидин-3-гликозид хлорида. Образцы приготавливались в трех экземплярах. Затем проводился гидролиз антоцианидинов. Для этого к 25,0 мл метанольного раствора добавлялось 8,5 мл концентрированной соляной кислоты, смесь нагрева-

лась с обратным холодильником в течение 2 ч. Гидролизат фильтровался через фильтр с размером пор 0,45 мм и разбавлялся до 50,0 мл метанолом. Хроматографическое разделение антоцианинов производилось на ВЭЖХ Waters 2690 Alliance, оснащенном Waters 2487 двухканальным детектором по поглощению (UV/Vis) и Waters 996 диодноматричным детектором. Для разделения антоцианинов использовалась колонка «Lichrosphere 100» (12,5×4,0 см, размер частиц 5 мкм). Разделение антоцианидинов осуществлялось на колонке Supelco Hypersil ODS (C18) 5U 150,0×4,6 мм с предколонкой Hypersil ODS (10×4,6 мм внутренний диаметр, размер частиц 5 мкм) при комнатной температуре. Скорость потока была постоянной 1,0 мл/мин, длительность анализа – 45 мин. Применялось градиентное элюирование: элюент А – ацетонитрил (чистый для ВЭЖХ); элюент В – 4,0 % раствор фосфорной кислоты. Содержание элюента В менялось от 0 до 25 % за промежуток времени от 0 до 45 мин. Объем инъекции всех стандартных растворов и экстрактов черники был 10 мкл. УФ/вид детектор был установлен на 520 нм, диодно-матричный детектор сканировал от 200 до 800 нм. Для количественного определения антоцианидинов в чернике для каждого компонента были построены градуировочные кривые. Все анализы выполнялись трижды.

1.

Наименование компонентов	Количество, мг/100 г
Гидроксикоричные кислоты, эквиваленты хлорогеной к-ты	
Изомер хлорогеной кислоты	182,4 ± 3,2
Изомер хлорогеной кислоты	23,7 ± 0,5
Кафеоилметилхиннат	3,4 ± 2,4
Производное кофейной кислоты	6,7 ± 1,1
Изомер кофейной кислоты	1 0,7 ± 0,1
Изомер кофейной кислоты	2 2,3 ± 0,4
Сумма фенольных кислоты	99,2 ± 6,7
Флавонолы, эквиваленты рутина	
Гексозид кверцетина	9,0 ± 0,2
Пентозид кверцетина	1,5 ± 0,3
Пентозид кверцетина	1,5 ± 0,3
Пентозид кверцетина	1,9 ± 0,1
Пентозид кверцетина	5,2 ± 1,1
Рамнозид кверцетина	10,0 ± 2,6
Гидроксиметилглутарил-рамнозид кверцетина	14,0 ± 2,7
Сумма флавонолов	41,9 ± 4,9
Сумма флавонолов и фенольных соединений	141,2 ± 11,9

Хроматографические анализы показали, что практически нет существенного различия в количественном составе антоцианидинов. Во всех образцах цианидин был найден в наибольшем количестве (среднее значение 0,053 мг/мл), делфинидин и петунидин был примерно в 2,5 раза в меньшем количестве.

Irina O. Vvedenskaya и Nicholi Vorsa [4] изучали компонентный состав крупноплодной клюквы в процессе ее созревания. Для исследования использовали метод ВЭЖХ-МС. Замороженный образец клюквы (20,0 г) экстрагировался 70 % метанолом, содержащим 0,5 % уксусной кислоты в течение ночи при 4 °С. Экстракт фильтровался, остаток на фильтре промывался метанолом, объединенный экстракт концентрировался под пониженным давлением, разбавлялся метанолом до 2,5 мл, фильтровался через 0,45 мкм фильтр и 10,0 мкл раствора наносился на колонку. Разделение выполнялось на колонке Zorbax SB-C18 размером 250 мм × 4,6 мм (5 мкм) с применением ВЭЖХ системы компании Waters Millennium. Для регистрации МС спектров с химической ионизацией при атмосферном давлении в отрицательноионном режиме использовался спектрометр Micromass (Manchester, UK) с применением мобильной фазы метанол-вода, содержащей муравьиную кислоту.

В результате исследований были обнаружены и сделаны оценки содержаний ряда флаванольных глюкозидов в процессе созревания клюквы. Названия идентифицированных соединений класса флавонолов, их молекулярные и фрагментные ионы в отрицательноионных масс спектрах, полученных в режиме химической ионизации, приведены в табл. 2.

Исследованию компонентов крупноплодной клюквы посвящена также работа Нao Chen и Yuegang Zuo [5]. Плоды клюквы (*Vaccinium macrocarpon* Ait., сорт Early Black) были получены из опытной станции (East Wareham, MA, USA) и хранились при -20°C . Была применена следующая методология исследования. Образцы клюквы навеской 66,5 г измельчались в блендере Waring со 100,0 мл 70 % водного метанола, полученная суспензия фильтровалась через фильтровальную бумагу № 1. Остаток вместе с фильтром вымачивался еще раз и фильтровался аналогично. Все фильтраты объединялись и метанол удалялся на роторном испарителе. Водный остаток экстрагировался двумя порциями по 60,0 мл петролейного эфира. Водный раствор затем четыре раза экстрагировался 60,0 мл порциями этилового эфира. Эфирные экстракты объединялись, фильтровались, концентрировались на роторном испарителе. Концентраты хранились при -4°C для ТСХ деления.

2.

[4]

№ п/п	Молекулярные и фрагментные ионы (М-Н) ⁺		Названия соединений
	В сухом продукте	В свежей мякоти	
1	479 (25 %), 317 (100 %)	479 (70 %), 317 (100 %)	Myricetin-3- β -galactoside
2	449 (100 %), 317 (90 %)	449 (28 %), 317 (100 %)	Myricetin-3- α -xylopyranoside
3	449 (65 %), 317 (100 %)	449 (100 %)	Myricetin-3- α -arabinofuranoside
4	463 (55 %), 301 (100 %)	463 (63 %), 301 (100 %)	Quercetin-3- β -galactoside
5	463 (60 %), 301 (100 %)	463 (68 %), 301 (82 %)	Quercetin -3- β -glucoside
6	433 (45 %), 301 (100 %)	433 (100 %), 301 (53 %)	Quercetin -3- α -xylopyranoside
7	433 (35 %), 301 (100 %)	433 (100 %), 301 (62 %)	Quercetin-3- α -arabinopyranosid
8	433 (35 %), 301 (100 %)	433 (64 %), 301 (100 %)	Quercetin-3- α -arabinofuranoside
9	447 (55 %), 301 (100 %)	447 (100 %), 301 (32 %)	Quercetin-3-rhamnopyranosid
10	477 (100 %), 315 (25 %)	477 (100 %), 315 (78 %)	3'-Methoxyquercetin-3- β -galactoside
11	507 (100 %), 463 (48 %), 345 (48 %), 331 (46 %)	507 (58 %), 463 (100 %), 345 (28 %), 331 (28 %)	Dimethoxymyricetin hexoside, methoxymyricetin pentoside
12	447 (100 %), 315 (55 %)	447 (100 %), 315 (25 %)	Methoxyquercetin pentoside
13	447 (100 %), 315 (32 %)	447 (100 %), 315 (32 %)	3'-Methoxyquercetin-3- α - xylopyranoside
14	609 (35 %), 447 (70 %), 315 (25 %), 301 (100 %)	609 (100 %), 447 (52 %)	Methoxyquercetin pentosid, quercetin-3-(6''-p-coumaroyl)- β - galactoside
15	567 (100 %), 301 (52 %)	567 (100 %), 301(47 %)	Quercetin-3-(6''-benzoyl)- β - galactoside
16	581 (53 %), 431 (100 %), 299 (28 %)	581 (15 %), 431 (100 %), 299 (40 %)	Methoxykaempferol derivatives
17	593 (50 %), 431 (100 %), 345 (68 %), 299 (75 %)	593 (20 %), 301 (22 %), 165 (100 %)	Methoxykaempferol derivatives

Предварительное выделение компонентов производилось на силикагелевой пластинке (20 см x 20 см, Aldrich) с помощью этилацетата. Процесс развития останавливался когда фронт растворителя достигал 2 см кромки пластинки. Цветные полосы на силикагелевой пластинке отмечались карандашом при освещении УФ лампой. Затем одноцветные полосы соскребались и пигменты экстрагировались метанолом (2,0 мл). Метанольные растворы фильтровались и подвергались ВЭЖХ анализу. В случае, если в метанольном экстракте обнаруживался пик при 360 нм, экстракт дополнительно очищался с использованием ВЭЖХ. Для этого инжигировалось 100 мкл метанольного экстракта, а элюат собирался в отдельные флаконы, если в хрома-

тограмме появлялся пик при 360 нм. Экстракт в каждом флаконе хроматографировался еще раз для проверки состава фракции. Затем из флаконов растворитель удалялся азотом на водяной бане при 80 °С. К сухому остатку добавлялся 0,5 мл раствора $H_2O:CH_3OH:CH_3COOH = 9,5:5,0:0,5$, v/v/v и смесь нагревалась под азотом в водяной бане при 80 °С 30 мин. Гидролизованный раствор разбавлялся 0,5 мл метанола и анализировался методом ВЭЖХ, чтобы идентифицировать полученные агликоны флаваноидов. В результате такой сложной процедуры пробоподготовки авторам работы удалось идентифицировать в образцах клюквы, методом ВЭЖХ, флаванольные глюкозиды кверцетин-арабинозид и кверцетин-галактозид, а методом ГХ/МС – триметилсильные производные арабинозы, фруктозы, галактозы, глюкозы и рамнозы.

Авторы [6] исследовали содержание индивидуальных сахаров, органических кислот, антоцианинов и витамина С в плодах клубники четырех разных сортов, выращиваемых в двух разных регионах Швейцарии с разной почвой, климатическими условиями и высотой над уровнем моря. Все измеряемые соединения зависели от генотипа. Особенно заметны различия генотипов по профилю антоцианинов. Для определения содержания антоцианинов 150,0 мг лиофилизированного образца клубники вносили в 3,0 мл 70 % водного метанола с добавкой 0,5 % HCl. Полученная суспензия выдерживалась при 35 °С на водяной бане 1,5 ч при непрерывном перемешивании. Затем смесь отфильтровывалась через 0,2-мкм шприцевой фильтр Millex-GV и чистый экстракт анализировался методом ВЭЖХ. Деление производилось на приборе Agilent. Разбавленные экстракты клубники (1:5 ,v:v) инжестрировались (10μл) на колонку Zorbax Eclipse XDB-C18 (250 мм x 4,6 мм, 5 μ размер частиц) с предколонкой XDB-C18. Мобильная фаза состояла из воды с 2 % (v/v) уксусной кислоты (А) и метанола с 2 % (v/v) трифторуксусной кислоты (В). Скорость потока, температура колонки и температура пробоотборника были установлены соответственно 1,0 мл/мл, 35 °С и 4 °С. Антоцианины детектировались на длине волны 520 нм. Идентификацию и количественное определение цианидин-3-гликозида, пеларгонидин-3-гликозида осуществляли относительно калибровочных кривых, построенных по стандартным растворам соответствующих соединений. Пики неопознанных соединений определялись по внешней калибровочной кривой пеларгонидин-3-гликозида. Анализы образцов клубники показали, что пеларгонидин-3-гликозид является основным антоцианином, присутствующим во всех сортах клубники, наличие других производных пеларгонидина зависело от сортовой принадлежности.

Таким образом, анализ методов определения компонентного состава ягодного сырья показал, что исследования основаны на использовании газовой хроматографии, газовой хроматомасс-спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ или диодно-матричным детектированием.

Для контроля качества сырья и готовой соковой и винодельческой продукции представляют интерес компоненты четырех основных групп.

1. Летучие компоненты, ответственные за аромат соковой и винодельческой продукции. Такие компоненты определяются методом газовой хроматографии и хроматомасс-спектрометрии.

2. Органические кислоты и сахара, ответственные за вкусовые качества соковой и винодельческой продукции и ее пищевую ценность. Определение содержания кислот и сахаров осуществляется методами высокоэффективной жидкостной хроматографии.

3. Каждый вид соковой продукции имеет свой уникальный антоцианиновый состав, обеспечивающий уникальный цвет и позволяющий идентифицировать данный вид продукции и подтвердить ее подлинность. Антоцианиновый состав определяется с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием или с масс-селективным детектированием в положительно-ионном режиме регистрации масс-спектров.

4. Полифенольный состав сока (содержание соединений класса фенольных кислот, флавонолов, катехинов). Полифенольный состав определяет лечебно-профилактическую составляющую качества соковой и винодельческой продукции, ее полезность для оздоровительных целей. Определение полифенольного состава имеет большое значение и для выявления случаев фальсификации продуктов. Наиболее перспективный метод определения полифенольного со-

става – высокоэффективная хроматография с масс селективным детектированием, прежде всего в отрицательно-ионном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Phenolic acid content of fruits commonly consumed and locally produced in Scotland. Wendy R. Russell et al., Food Chemistry 115 (2009) 100-104.
2. Chemical composition, anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and antioxidant activity of wild bilberry (*Vaccinium meridionale* Swartz) from Colombia G.A. Garzyn et al., Food Chemistry 122 (2010) 980-986.
3. Study of diversity of anthocyanin composition in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. Deividas Burdulis et al. – Medicina (Kaunas) 2007; 43(12).
4. *Vvedenskaya, I.O.* Flavonoid composition over fruit development and maturation in American cranberry, *Vaccinium macrocarpon* Ait. / Irina O. Vvedenskaya, Nicholi Vorsa. Plant Science 167 (2004) 1043-1054.
5. *Chen, Hao* Identification of flavonol glycosides in American cranberry fruit / Hao Chen, Yuegang Zuo. Food Chemistry 101 (2007) 1357-1364.
6. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. / Pamela Crespo et al. Food Chemistry 122 (2010) 16-24.

Рукопись статьи поступила в редакцию 18.08.2015

I.M. Pachytskaya, V.P. Suboch

OVERVIEW MODERN METHODS OF INVESTIGATION COMPONENT COMPOSITION OF BERRIES

The article presents an analysis of the scientific and methodological whether on-erature used in world practice approaches to determining someone-component composition of the berries.

УДК 339.138:664.95

В статье изложены результаты исследований по определению предпочтений жителей г. Минска на рынке рыбных пресервов. Показаны предпочтения респондентов в отношении потребления, частоты и месту покупки рыбных пресервов, видов заливки и упаковки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ НА РЫНКЕ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

Л.А. Мельникова, кандидат биологических наук

**Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*А.Н. Лилишенцева, кандидат технических наук, доцент, заведующая
кафедрой товароведения продовольственных товаров*

В соответствии с положениями стандарта СТБ ISO 9001-2009 [1] важным в достижении положения конкурентоспособного предприятия является удовлетворение ожидаемых требований потребителей.

В соответствии с документом ТК 176 ISO «Quality Management Principles and Guidelines on their Application» принцип ориентации на потребителя основан на следующих действиях:

- ♦ изучение спроса с целью полного понимания потребностей и ожиданий потребителя в отношении товаров, цен, поставки и т.д.;
- ♦ обеспечение сбалансированности в запросах потребителей и других участников сделки с товарами (собственников бизнеса, персонала организации, поставщиков организации, общества);
- ♦ измерение потребительской удовлетворенности с целью коррекции собственной деятельности;
- ♦ управления взаимоотношениями с потребителями.

В связи с этим, важную роль при управлении качеством продукции играют изучение современного потребительского рынка, в т.ч. рыбных пресервов.

Исследования потребительских предпочтений на рынке рыбных пресервов проводили на основе опроса 200 жителей г. Минска в возрасте 16–60 лет. Выборка репрезентативна половозрастной структуре населения г. Минска.

Согласно опросу (рис. 1), наиболее популярными производителями рыбных пресервов в г. Минске являются: СП «Санта-Бремор» (38 % от числа опрошенных) и СП «Леор-Пластик» (25 % от числа опрошенных). Большим спросом также пользуются: ОАО «Белрыба», ИП «Вкус рыбы Плюс», ОАО «Рыбокомплекс», и другие (15, 13, и 9 % соответственно).

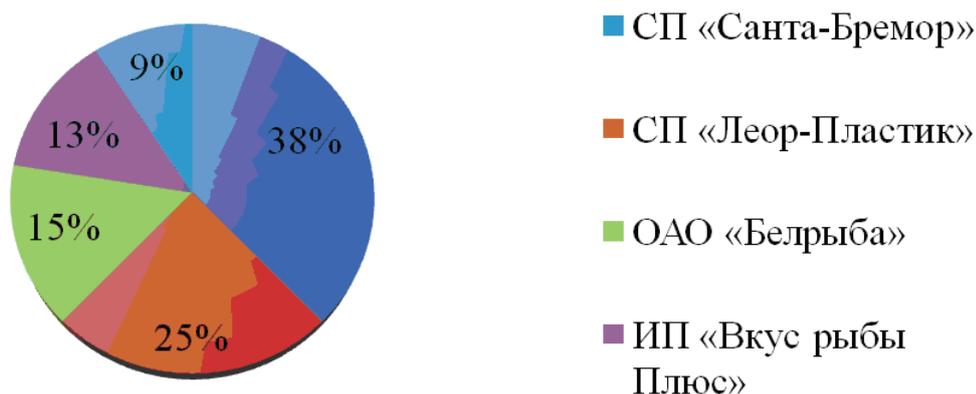


Рис. 1. Наиболее популярные производители рыбных пресервов среди жителей г. Минска

Как показали результаты опроса, такой продукт, как рыбные пресервы, известен только 12 % респондентов. Три четверти опрошенных – 75 % – затруднились ответить на этот вопрос, а 13 % участников опроса не знают, что такое пресервы.

В ходе опроса респондентам, которым неизвестен такой продукт, как пресервы, интервьюеры объясняли, что он представляет собой и в чем его отличие от консервов. Оказалось, что значительная часть опрошенных покупают и потребляют рыбные пресервы, не зная названия этого продукта.

По частоте покупки рыбных пресервов участников опроса можно распределить по нескольким группам (рис. 2). Наиболее многочисленной является группа респондентов, которые вообще не покупают эту продукцию – так ответили 52 % опрошенных. Очень редко – реже 1 раза в 3 мес. – пресервы приобретают 18 % респондентов, а от одного до нескольких раз в мес. – 21 % участников опроса.

Частота потребления рыбных пресервов оказалось несколько выше частоты покупки (рис. 3). Так, доля респондентов, которые потребляют пресервы от 1 до 2-3 раз в мес., составила 32 % опрошенных. Реже 1 раза в 3 мес. пресервы едят 12 % респондентов. Вообще не потребляют эту продукцию 35 % участников опроса.

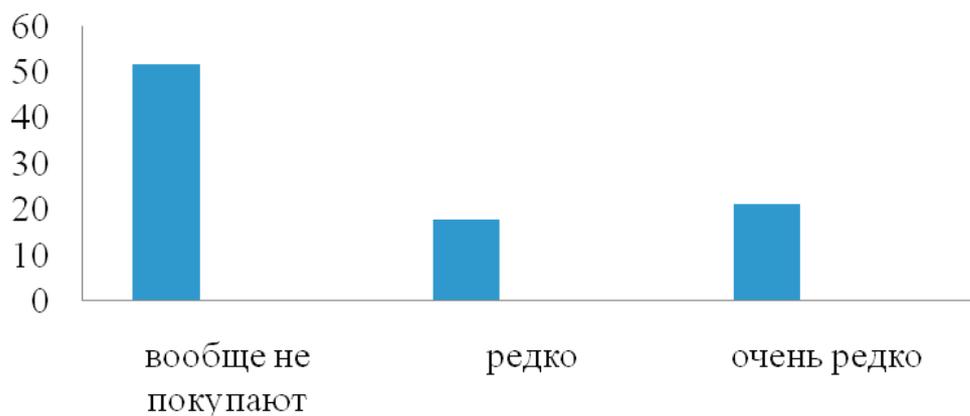


Рис. 2. Частота покупки рыбных пресервов



Рис. 3. Частота потребления рыбных пресервов

Рыбные пресервы не являются продуктом повседневного потребления как хлеб или молочные продукты, поэтому весьма логично, что совсем небольшое число респондентов покупают и потребляют их несколько раз в неделю. Тем не менее, довольно значительная доля опрошенных приобретают и потребляют эту продукцию регулярно – несколько раз в мес. Далее под покупателями пресервов будут пониматься респонденты, приобретающие пресервы не реже 1 раза в мес., – эта группа респондентов составила 53 % опрошенных.

Большинство опрошенных – 72 % – покупают пресервы в супермаркетах, а примерно пятая часть респондентов – 21 % – в продовольственных магазинах. Таким образом, именно супермаркеты, по всей видимости, являются основным каналом дистрибуции этой продукции (рис. 4).

В ходе исследования изучалось, какие характеристики рыбных пресервов важны для респондентов при совершении покупки. Прежде всего, минчане обращают внимание на внешний вид и состав, дату изготовления, наличие приправ или других добавок, соотношение рыбы и заливки – каждый из этих вариантов ответа был назван более чем 40 % опрошенных, покупающих рыбные пресервы не реже 1 раза в 3 мес. Примерно до четверти покупателей в качестве важных характеристик пресервов указали наличие и внешний вид заливки. Марка и производитель

пресервов важны только для 16 % покупателей, а на объем упаковки обращают внимание 7 % опрошенных.



Рис. 4. Предпочтения респондентов по местам покупки рыбных пресервов

Подавляющее большинство респондентов – 81 % опрошенных, покупающих рыбные пресервы не реже 1 раза в мес., – чаще всего отдают предпочтение продукции в пластиковых банках. Второе место в этом рейтинге поделили вакуумная упаковка и металлическая банка – пресервы в такой упаковке выбирают по 8 % участников опроса. Совсем небольшая доля ответов – 3 % – пришлась на такую упаковку, как стеклянная банка (рис. 5).



Рис. 5. Предпочтения респондентов по видам упаковки рыбных пресервов

Возможно, полученный результат является отражением не предпочтений респондентов, а дистрибуции. Другими словами, респонденты покупают продукцию в пластиковой банке не потому, что предпочитают ее другим видам упаковки, а в связи с тем, что пресервов в другой упаковке просто нет в продаже.

Пресервы из сельди пользуются наибольшим спросом у респондентов – эту продукцию выбирают 75 % покупателей. По всей видимости, сельдь завоевала популярность благодаря невысокой цене по сравнению со многими другими видами рыб, например с горбушей, при достаточно хороших вкусовых качествах.

Наиболее популярной заливкой является растительное масло – такие пресервы приобретают 35 % покупателей. Примерно четверть опрошенных – 27 % – чаще всего выбирают пресервы с майонезом. Лимонный соус предпочитают 8 % покупателей пресервов (рис. 6).

Стоит отметить, что кроме уже упомянутых респонденты назвали значительное число других соусов и заливок. Однако каждый из оставшихся видов наполнителей был отмечен весьма небольшим числом участников опроса. Достаточно большая доля респондентов – 14 % – затруднились ответить на этот вопрос. По всей видимости, для них заливка не имеет особого значения.

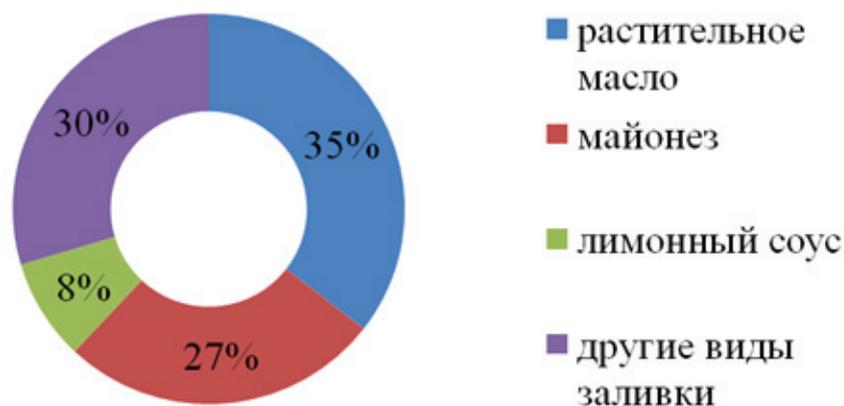


Рис. 6. Предпочтения потребителей по видам заливок и соусов рыбных пресервов

В ходе исследования респондентам задавался вопрос о том, какие марки пресервов им известны. Вопрос задавался тем участникам опроса, которые покупают/потребляют пресервы не реже 1 раза в 3 мес. Эта категория опрошенных составила 53 % от числа всех респондентов. Те марки, которые назывались в первую очередь, составили рейтинг известности top-of-mind. В первую очередь респондент обычно называет марку, которая занимает первое место в его сознании, ассоциируется с этим продуктом.

Большинство респондентов – 71 % – не смогли припомнить ни одной марки пресервов. Это, с одной стороны, говорит о слабой дифференциации рынка – потребители пока не готовы платить «за марку». Однако с другой стороны, если кому-нибудь из производителей пресервов удастся провести правильное позиционирование своей марки, то это позволит ему снять сливки с рынка.

Единственной маркой рыбных пресервов, которая занимает устойчивое положение в сознании покупателей и потребителей, является марка «Матиас», принадлежащая брестскому предприятию – СП «Санта-Бремор». Эту марку в первую очередь вспомнил почти каждый десятый – 9 % респондентов. Следует заметить, что марка «Матиас» опередила по этому показателю все остальные марки рыбных пресервов, присутствующих на рынке. Кроме того, необходимо сказать, что часть респондентов называла и самого производителя марки «Матиас» – СП «Санта-Бремор», так что суммарная известность этой марки и ее производителя получается еще несколько выше. Остальные марки, вошедшие в рейтинг, были названы совсем небольшим числом респондентов.

Марки рыбных пресервов, которые респонденты смогли вспомнить самостоятельно – включая первую названную, – составили рейтинг спонтанной известности. В этом рейтинге лидером также оказалась марка «Матиас», которую вспомнили 11 % опрошенных. Далее следуют такие марки, как «Морячок» и «Веселый Флинт» – их отметили соответственно 7 % и 6 % респондентов. Каждая из оставшихся марок была упомянута менее чем 5% опрошенных.

Более половины опрошенных – 59 % – не смогли вспомнить марку/производителя рыбных пресервов, которые они приобрели при последней покупке. Каждый десятый респондент при последней покупке приобрел пресервы «Матиас». Далее с небольшим отставанием следует марка «Морячок» – ее отметили 8 % опрошенных. Остальные марки пресервов были указаны менее чем 5 % опрошенных каждая.

Таким образом, можно сказать, что марка «Матиас» лидирует по таким наиболее важным показателям, как известность top-of-mind и последняя покупка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы менеджмента качества. Требования: СТБ ISO 9001-2009. – Введ. 20.02.2009. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 32с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 05.02.2015

L. Melnikova, A. Lilishenceva

RESEARCH OF CONSUMER PREFERENCES IN THE MARKET FISH PRESERVES

In article results of researches by definition of preferences of inhabitants of Minsk in the market fish preserves are stated. Preferences of respondents concerning consumption, frequencies and to a place of purchase fish preserves, pouring and packing kinds are shown.