

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

№2(28)  
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 11.06.2015.  
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,9. Уч.-изд. л. 10,50.  
Тираж 100 экз. Заказ 250.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.  
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

**Подписные индексы:**

для индивидуальных подписчиков 01241  
для ведомственный подписчиков 012412

**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.)

**Главный редактор**

**Зенон Валентинович Ловкис**

**Заместитель главного редактора**

**Александр Анатольевич Шепшелев**

**Ответственный редактор**

**Марина Николаевна Юшкевич**

**Редакционный совет**

А.В. Акулич, З.В. Василенко,  
В.Г. Гусаков, К.И. Жакова,  
А.Л. Забелло, Л.С. Колосовская,  
Е.С. Колядич, А.Б. Лисицин,  
А.В. Мелещеня, Н.Н. Петюшев,  
И.М. Почицкая, Ю.Ф. Росляков,  
Т.М. Тананайко, Т.П. Троцкая,  
В.А. Шаршунов, Т.В. Савенкова

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<b>Д. А. Сафронова.</b> Международная конференция «мир соков — 2015» .....	3
<b>В. В. Литвяк, З. В. Ловкис, С. А. Мечковский, И. В. Мельситова, В. И. Домаш.</b> Исследование характеристик белоксодержащих препаратов, полученных из клеточного картофельного сока.....	10
<b>З. В. Ловкис, А. А. Садовский.</b> Исследования процесса перемешивания жидкотекучих пищевых сред .....	22

### ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<b>Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич.</b> Выбор зернового сырья белорусской селекции методом ранжирования для получения полисолодовых экстрактов .....	29
<b>Д. В. Хлиманков, Т. М. Тананайко, А. А. Пушкарь.</b> Исследование влияния дифференцирован- ной переработки зерна на процессы приготовления замеса и механико-ферментативной обработки .....	38
<b>Ж. В. Кошак, Е. М. Минина, А. В. Покрашинская, С. В. Пашук, Н. С. Лаптенюк.</b> Исследование реологических свойств макаронной муки, полученной из зерна твердой пшеницы белорус- ской селекции .....	43
<b>А. Л. Зайцева, А. А. Шепшелев, Л. А. Мельникова.</b> Разработка технологии производства биопродуктов с повышенным содержанием фруктовой части .....	47
<b>Е. А. Давыдова, Т. А. Заболоцкая.</b> Влияние добавочных заквасочных культур рода <i>Lactobacillus</i> на реологические свойства сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий .....	54
<b>И. М. Почницкая Е. Н. Воропай.</b> Возможность применения бетулина в качестве многофункциональной биологически активной добавки к пище.....	60
<b>О. Л. Вершинина, Ю. Ф. Росляков, В. В. Гончар.</b> Мука из корней якона в технологии произ- водства улучшенных хлебобулочных изделий .....	64

### ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

<b>И. М. Почницкая, Е. С. Александровская, К. С. Рябова.</b> Валидация методов радиологического контроля пищевых продуктов .....	67
<b>Е. З. Гарус.</b> Сертификация как инструмент достижения качества продуктов питания .....	74
<b>Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, Д. А. Свиридов.</b> Увеличение сроков годности масложировой продукции путем внесения CO <sub>2</sub> -экстрактов из различных видов сырья.....	78
<b>Д. А. Зайченко, А. А. Садовский, С. А. Арнаут, А. А. Литвинчук, А. В. Садовская.</b> Исследование физико-механических свойств сухого пюре из картофеля и топинамбура .....	82
<b>О. В. Павлова.</b> Сорбционная активность хитинсодержащего комплекса <i>Aspergillus niger</i> к ионам металлов .....	86

*В данной статье рассмотрены вопросы, обсуждаемые на международной конференции, об изготовлении соковой продукции, объемах потребления, потребительских вкусах, проблемах, связанных с потреблением соков, инновационных упаковочных решениях, контроле качества и безопасности при поставках соковой продукции.*

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «МИР СОКОВ — 2015»**

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

*Д. А. Сафронова, заместитель начальника отдела технологий консервирования пищевых продуктов*

15–16 апреля 2015 г. в Москве прошла Международная конференция «Мир соков — 2015», подготовленная Российским союзом производителей соков при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Соорганизатор конференции — Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт питания».

В работе конференции приняли участие более 100 человек из 10 стран (из Российской Федерации, Республики Беларусь, Германии, Великобритании, Италии, Бельгии, Австрии, Польши, Израиля, Нидерландов).

По соковой продукции на конференции была представлена обширная информация.



Так, в 2014 г. объем потребления соковой продукции в России составил около 20 л на 1 человека.

Самыми популярными стали «смешанные вкусы», составляющие 28 %, вкус «яблоко» составляет 17–19 %, «апельсина» — 14 %, «мультифрукта» — 13 %, «томатный» вкус — 8 % [1].

По данным Росстата в 2014 г. индекс производства соковой продукции составил 102,9 %. В прошлом году в России производство безалкогольных напитков, в том числе соковой продукции, в общем объеме производства в де-

нежном выражении составило 13 %. Из данного вида продукции самую большую долю представляют соки — 19,7 %.

Производство соковой продукции на основе яблок составило 46,2 %, фруктовых смесей — 26,7 %, тропических и субтропических плодов — 13,8 %, апельсина — 10,1 %, грейпфрута — 1,2 %. В качестве сырья, в основном, используются импортные концентрированные соки и пюре. Потребление соковой продукции на основе овощей возросло в 2014 г. на 0,8 % по сравнению с 2013 г., на основе фруктов — снизилось на 0,3 %. Импорт соковой продукции в 2014 г. снизился на 8 % по сравнению с 2013 г. [2].

Как отметил Ян Херманс [3], в прошлом году в Европе употребление нектаров составило 35 %. С 2013 г. в Европе, в целом, зарегистрировано снижение потребления соков, но во Франции и Нидерландах употребление соков в 2014 г. возросло. Причины спада в употреблении соков состоят в:

- ♦ ухудшении экономической ситуации;
- ♦ увеличении стоимости сырья;
- ♦ информации СМИ о здоровом питании, например, на основании доведенной информации потребитель отказался от потребления апельсинового сока за завтраком;

♦ противосахарной компании — в ограничении потребления соков, являющихся источником углеводов.

Впервые компания против употребления сахара началась в 1972 г. в Лондоне (Великобритания). Была напечатана книга о сахаре, в которой была представлена информация, что сахар вызывает различные заболевания. В 2009 г. в США также была поднята проблема употребления сахара. Вышла книга о «смертельно» опасном сахаре. Начался крестовый поход против сахара. Одновременно в США появилась информация о грейпфрутовом соке, согласно которой этот сок нельзя употреблять одновременно с лекарствами. Потребитель отказался от грейпфрутового сока. Таким образом, атаки на фруктовые соки повлияли на мнение потребителей.

Также в СМИ появилась информация, что из-за высокого содержания сахара в соках возможно развитие ожирения или возникновение диабета [4].

Так, для изготовления 1 стакана яблочного сока необходимо использовать 4 яблока. Полезные пищевые волокна остаются в мезге. Углеводы яблочного сока усваиваются организмом в течение 20–40 мин, свежего яблока — в течение 3 ч. Большое количество углеводов, поступающее в организм человека в течение непродолжительного периода, может стать причиной развития диабета.

Целесообразно вместо осветленного сока употреблять соки с мякотью, изготовленные с добавлением пюре. Потребительские упаковки с соковой продукцией должны быть небольшого объема, чтобы исключить одновременное потребление человеком большого количества сахаросодержащей продукции.

Предпочтительнее употребление нектаров, морсов, сокосодержащих напитков, т. е. соков, разбавленных водой, или перед употреблением рекомендовать разбавление соков водой.

Рекомендуется заменить сахар в соковой продукции подсластителем, например, стевией.

На основании современной информации фруктовые соки в Европе могут исчезнуть из рекомендаций по здоровому питанию. По рекомендациям ВОЗ 100 % соки нежелательно использовать в питании детей. Например, в Швеции исключены ранее действующие рекомендации по употреблению соков 5 раз в день, так как они вытесняют потребление свежих фруктов. В Англии рекомендации по потреблению соков 5 раз в день сохранились. В США фруктовые соки признаны источником витамина С и поэтому 100 % фруктовые соки включены в здоровую диету.

Заявления о полезности соков должны быть обоснованы. Для этого надо подключить научный потенциал в области здорового питания, чтобы доказать, что 100 % соки являются источником здорового питания и хорошего самочувствия, обеспечивающие укрепление здорового образа жизни. Сок должен в питании дополнять потребление свежих фруктов.

Фактором выбора потребителем соковой продукции является цена [5]. В России в 2013–2014 гг. производство соковой категории замедляется. Спрос на соки снизился на 2,7 %, а на воду возрос на 1,9 %. Похожая тенденция отмечается и в Европе. Питьевая вода стала более привлекательной категорией.

В связи с экономической ситуацией в России сократились покупки соковой продукции, которая не входит в необходимый рацион потребления: 12 % населения сократили потребление соковой продукции, 44 % населения стали покупать соки реже. К соковой продукции отмечен изысканный подход: приобретают по более низким ценам и в соответствии с брендами.

В настоящее время на рынке отмечается высокая конкуренция между производителями соковой продукции. Лидируют частные марки. Так, в Швейцарии 67 % частных марок, реализующих соковую продукцию, в России — 12, в Польше и Чехии их количество возросло в 2–3 раза. В 2013 г. соки в мире вошли в топ-3 после шоколада и кофе. Особенно высока конкуренция в маленьких магазинах, в которых может быть выставлено на полках не более 50 наименований соковой продукции. Лидерами продаж являются яблочный, мультифруктовый и апельсиновый соки. Чтобы не потерять рынок, в настоящее время важно быть партнером своим конкурентам, стремиться к интересному сотрудничеству.

Сейчас в России осуществляется реформирование системы контрольно-надзорных функций [6]. Законодательство изменено в 2014 г. Для малого предпринимательства предусмотрены «надзорные каникулы». С 01.07.2015 г. введен запрет на проведение проверок. Существует утверж-

денный реестр проверок. Предприятие вправе отказать в проверке, если его нет в реестре проверок.

Принято сбалансированное решение о проведении срочных и несрочных проверок. При проведении экстренных (срочных) внеплановых проверок предприятие не уведомляется об их проведении. Относительно экстренных проверок внесена поправка в Федеральный закон.

Предприятия малого бизнеса не должны подвергаться проверке в течение 3-х лет, если они имеют надежную репутацию. Исключением могут быть экстренные проверки (проведение с 01.01.2016 г.), когда работа предприятия может вызвать угрозу здоровью и жизни людей.

В России узаконена «контрольная закупка» (приказ № 13 от 04.01.2015 г.). «Контрольная закупка» — это действия по искусственному созданию контрольно-надзорными органами ситуации мнимой сделки с целью проверки соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований при продаже товаров, выполнении работ, оказании услуг потребителям.

Также в России введена расширенная ответственность производителей за утилизацию упаковки, в том числе упаковки соковой продукции [7].

План по сбору отходов ТБО в Российской Федерации составляет 60 млн т в год. 7 % ТБО подвергается переработке, 93 % — захоронению. В ТБО содержится 40–60 % полезных фракций. Прослеживается социальная ответственность по обеспечению охраны окружающей среды.

Отходы упаковки производитель пищевой продукции может собирать самостоятельно или путем объединения с другими производителями. Возможна уплата экологического налога, который позволит обеспечить сбор отходов другими заинтересованными организациями, например, государственными службами.

Должен обеспечиваться отдельный сбор отходов или должна быть предусмотрена их сортировка.

Закон по сбору отходов вступил в силу с 01.01.2015 г. До 15.10.2015 г. должна быть произведена оплата экологического сбора за 9 мес. 2015 г.

Существует следующая документация:

- ♦ перечень продукции, подлежащей утилизации;
- ♦ нормативы утилизации в % от выпущенной продукции;
- ♦ ставка экологического сбора, составляющая от 1,5 % до 4,5 % от себестоимости товара.

План по сбору отходов в Российской Федерации на 2015–2016–2017 гг. соответственно:

- ♦ стеклянной упаковки — 30–40–50 %;
- ♦ металлической упаковки — 5–10–15 %;
- ♦ картонной упаковки — 45–50–60 %.

В сравнении в 2004 г. в странах ЕС собирали:

- ♦ стеклянной упаковки — 60 %;
- ♦ металлической упаковки — 50 %;
- ♦ картонной упаковки — 60 %.

К инновационным упаковочным решениям для соковой продукции относится упаковка Esolean, созданная группой компаний в 1996 г., главный офис и производство находится в Швеции, а также производство упаковки осуществляется в Китае [8]. На российском рынке эта упаковка с 1998 г., в основном, применяется для розлива молочных продуктов.

Упаковка Esolean имеет форму кувшина. Упаковка сохраняет устойчивость даже будучи почти пустой благодаря сформированному дну упаковки и наличию надувной ручки. Объем отходов небольшой, потому что пустой кувшин приобретает плоскую форму. Допускается разогрев упаковки с продуктом в СВЧ-печи.

Упаковка состоит из 5 слоев:

- ♦ полипропиленового слоя, обладающего хорошими свойствами для печати;
- ♦ слоя из минерализованного полипропилена (наполнитель — мел), обеспечивающего прочность и надежность;
- ♦ слоя из этиленвинилового спирта для защиты от кислорода;

- ♦ углеродного слоя, защищающего от света;
- ♦ полиэтилена в качестве герметизирующего и контактирующего с продуктом слоя.

Упаковка Ecolan Air Aseptic выпускается в шести объемах: 200 мл, 250 мл, 350 мл, 500 мл, 750 мл и 1000 мл. Эту упаковку рекомендуется использовать для молока, молочных продуктов со вкусовыми наполнителями, питьевого йогурта, смузи, сокосодержащих напитков, нектаров, холодных чаев, в том числе для упаковывания продукции для детского питания. Соковая продукция на основе овощей в данной упаковке не хранится.

Упаковка Ecolan Air Aseptic Clear — это прозрачная упаковка. Она выпускается объемом 200 мл и 250 мл с трубочкой или без нее.

В продажу продукция поступает в групповой упаковке (мультиупаковках) по 6, 8, 12 и более пакетов.

Картонные упаковки «Элопак» выпускает норвежская компания, которая присутствует на рынке более 50 лет. Продается 12,9 млрд упаковок в год, из которых 56 % реализуется в Европе [9].

Pure-Pak Sense — пакет с гребешком нового поколения.

На закругленном гребешке удобно наносить качественную печать. Новое в упаковке — рельефная область «первого прикосновения» — это зона, к которой прикасается рука потребителя, когда он берет пакет с полки магазина. Эти ощущения создают у потребителя положительные ассоциации с брендом. Есть на пакете специальная насечка «для легкого складывания». Это позволяет, сложив пакет, выпить больше продукта, а также обеспечивает компактность упаковки при выбрасывании. Форма пакета позволяет использовать крышки разных размеров: маленькие, средние и большие.

Производство: Канада, г. Монреаль (новое); Россия, г. Санкт-Петербург.

Наибольший объем продаж асептической упаковки «с гребешком» разной вместимости приходится на Германию.

Асептическая упаковка составляет 73 % от мирового рынка всей упаковки для жидких пищевых продуктов.

Потенциал рынка:

- ♦ 87 млрд упаковок в молочной индустрии;
- ♦ 53 млрд упаковок в соковой индустрии.

Компания «Элопак» предлагает также рулонный материал Elobrick для асептической упаковки. Эта упаковка предназначена для асептической упаковки молока и соковой продукции. Вместимость упаковки 200 мл и 1000 мл. Упаковка может быть использована с крышкой или трубочкой. Производство: Дания, г. Архус, Украина, г. Фастов.

**Яблочный сок в Германии [10].**

В 2003 г. потребление соков в Германии составило 42 л на 1 человека в год, в 2014 г. — 32 л на 1 человека в год.

В Германии 375 компаний изготавливают соковую продукцию, в Европе — 800 компаний. Популярностью пользуется сок с добавлением минеральной воды.

В 2014 г. в Германии было изготовлено 43,9 % яблочного сока прямого отжима и 56,1 % восстановленного яблочного сока (из концентрированного сока), 13,4 % апельсинового сока прямого отжима и 86,6 % восстановленного апельсинового сока.

Фруктовые соки теряют свои позиции на рынке из-за сахара. В Германии перерабатывается 800 тыс. т яблок (культивируемых и дикорастущих, произрастающих в Южной Германии). В 2014 г. было изготовлено 370 млн л яблочного сока.

50 % свежих яблок и 30 % концентрированного яблочного сока в мире поставляется Китаем. В китайском концентрированном яблочном соке самая низкая кислотность.

Самая высокая урожайность яблок — в Италии — 80 т яблок с 1 га.

Концентрированный яблочный сок в значительных объемах производится в Европе, на Украине, в Аргентине, Чили и других странах мира.

**Апельсиновый сок [11].**

Апельсиновый вкус — самый любимый вкус в мире. В США изготавливается 6 млн т апельсинового сока в год, в Бразилии — 16 млн т. По переработке апельсинов Бразилия является лидером в мире.

В настоящее время во всем мире апельсины подвергнуты заболеванию зеленой плесенью. Тля является переносчиком этого заболевания. Из-за зеленой плесени апельсины несимметрично развиваются и не вызревают. Во Флориде этим заболеванием поражено 80 % деревьев. Сбор урожая составляет не более 50 %. Путь излечения в применении ГМО, но Европа отказалась от потребления таких апельсинов. Естественный биологический враг тли — маленькая оса.

В Бразилии в апельсиновых рощах урожай собирают 3 раза:

- ♦ раннеспелые апельсины — май — август;
- ♦ среднеспелые апельсины — июль — октябрь;
- ♦ позднеспелые апельсины — октябрь — январь.

Спрос на концентрированный апельсиновый сок на зрелых рынках падает, на новых рынках — растет.

Спрос потребителей на апельсиновые нектары и сокосодержащие напитки растет быстрее, чем на соки.

В России осуществляется взаимодействие поставщиков пищевой продукции и торговых организаций в целях контроля качества и безопасности при поставках продукции [12].

В 2013 г. создан Комитет по качеству АКОРТ.

В Комитете по качеству АКОРТ участвуют руководители служб качества 12-и продовольственных торговых сетей.

Целью создания АКОРТ является:

- ♦ защита интересов потребителей;
- ♦ взаимодействие с союзами и ассоциациями изготовителей в части повышения качества продукции;
- ♦ внедрение механизма саморегулирования в розничной торговле в части обеспечения качества продукции;
- ♦ выработка единой позиции и представление интересов членов АКОРТ по вопросам обеспечения качества продукции.

Схема взаимодействия службы качества X5 Retail Group с поставщиками при вводе продукции в ассортимент состоит в следующем.

Служба качества торговых сетей осуществляет:

- ♦ идентификацию продукции;
- ♦ проверку маркировки;
- ♦ органолептический анализ (не для всех видов продукции).

Принимает решение о приемке продукции или отказе в приемке. Служба качества X5 проводит консультирование и согласование договора (отдельных разделов). Службами качества X5 Ритейл Групп проводится аудит поставщиков соковой продукции с присвоением изготовителю категории. Существует 4 категории: А, В, С, Д. При категории Д аудит не пройден. По результатам аудита заключается договор или поставщик продукции получает отказ в заключении договора.

Много возникает вопросов по маркировке соковой продукции: составу, пищевой ценности (например, содержанию витаминов в гранатовом соке), дополнительной информации, нанесенной на упаковке.

Не является отличительным признаком для продукции фраза «Вкус как в детстве». На упаковке наносится изображение блюда в случаях, противоречащих требованиям ТР ТС 022/2011. На этикетке изображают фрукты, которые отсутствуют в продукте, т. е. не соблюдаются требования ТР ТС 023/2011.

Как пример неправильной маркировки соковой продукции приведен белорусский нектар из моркови и малины. Продукция изготовлена в соответствии с требованиями СТБ 829—2008 на овощные, овоще-фруктовые и фруктово-овощные соки, нектары, сокосодержащие напитки.

По маркировке упаковки непонятно, для какой категории населения предназначена данная продукция: для детей или для общего назначения, потому что в дополнительной информации на этикетке даются рекомендации для мам по употреблению этой продукции, а так же много посторонней и ненужной информации.

Много вопросов возникает по идентификации соковой продукции, особенно много проблем возникает с мультифруктовыми соками.

Европейская организация Sure-Global-Fair (далее — SGF) осуществляет мониторинг соковой продукции, находящейся в обращении на рынке [13].

SGF проводит наблюдения за рынком и осуществляет проверки предприятий на предмет выполнения требований пищевого законодательства.

Для проведения испытаний осуществляется закупка продукции.

В 2014 г. была проведена проверка 330 образцов соковой продукции, 20 из них (6 %) были забракованы по неудовлетворительным результатам исследований, 16 образцов (5 %) имели замечания по маркировке.

Продолжительность проверки — 14 дней.

Определено наличие хлоридов в апельсиновом соке из-за обработки апельсинов пестицидами. Доказана фальсификация сока из красных апельсинов, связанная с добавлением лимонной кислоты. Много вопросов с фальсификацией гранатового сока — добавление сока из вишни, черной смородины.

Проводится проверка качества продукции в торговле. В 2014 г. было проверено 1200 образцов продукции с полок магазинов, в 150 образцах отмечены недостатки, связанные с маркировкой пищевой ценности, составом и др. Выявлены пестициды, превышение содержания свинца установлено в 1 образце.

Составлена база данных подлинных образцов продукции. РСПС имеет доступ к этой базе.

Сенсорный анализ соковой продукции осуществляют для изучения рынка. Также эти данные используются при разработке новых видов продуктов. Составляется сенсорный профиль, который фиксируется в паспорте продукта. Например, в сенсорном профиле определенного вида яблочного сока указано, что в соке должна присутствовать нота кожицы. Отсутствие этой ноты будет указывать на нестандартность конкретной партии сока. Дегустационная оценка должна осуществляться в течение срока годности продукции.

Сенсорные лаборатории должны быть и на перерабатывающих предприятиях. Должна быть группа обученных экспертов-дегустаторов. Из-за специфики в работе такие специалисты должны отбираться по определенным критериям. Продолжительность обучения специалистов — 3 мес. Проводятся треугольные, квадратные тесты на различие. Оценивается послевкусие, изменение вкуса во времени (например, сладость переходит в кислый вкус).

В соответствии с современными требованиями сенсорный анализ продукции должен осуществляться в отдельной кабинке, оборудованной компьютером для внесения результатов дегустации. Должно быть помещение для приготовления образцов и для отдыха.

Для установления сроков годности ускоренным способом рекомендуется иметь комнату «ускоренного хранения», например, с повышенной температурой хранения [14].

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова, Н.* Вместе 15 лет. Вместе мы развиваем отрасль / Н. Иванова // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. *Орлов, М. О.* О состоянии продовольственной безопасности Российской Федерации в 2014 году и прогнозе обеспечения продовольственной безопасности в 2015 году / М. О. Орлов // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).



3. *Херманс, Я.* Соковая отрасль Европы: история, современность, роль AIFN / Я. Херманс // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. *Берриман, Д.* Есть ли у соков причина для оптимизма? / Д. Берриман // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
5. *Головина, К.* Соковая категория — как менялся и каков сейчас выбор потребителя в России, Европе и других странах мира / К. Головина // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
6. *Херсонцев, А.* Об основах государственного и муниципального контроля и надзора в Российской Федерации / А. Херсонцев // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
7. *Меланевская, Л.* Введение расширенной ответственности производителей за утилизацию упаковки: риски или возможности? / Л. Меланевская // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
8. *Бессмертных, Л.* Инновационное упаковочное решение для нишевых категорий соков / Л. Бессмертных // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
9. *Антонова, А.* Новые решения асептической упаковки / А. Антонова // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
10. *Хайтлингер, К.* Международный рынок яблочного сока — производство и потребительские тренды / К. Хайтлингер // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
11. *Кашубовский, К.* Характеристика мирового рынка сырья для производства апельсинового сока / К. Кашубовский // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
12. *Мильруд, В.* Взаимодействие поставщиков и торговых организаций, подтверждение качества и безопасности при поставках продукции / В. Мильруд // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
13. *Хайнерман, А.* Концепция комплексного подхода SGF International: Процедуры — Инструменты — Результаты / А. Хайнерман // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
14. *Братешко, К.* Сенсорная оценка в процессе разработки и производства соковой продукции / К. Братешко // Международная конференция «Мир соков — 2015», Москва, 5–16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс]: доклады участников конференции. — Электрон. дан. и прогр. — Москва, 2015. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

*Рукопись статьи поступила в редакцию 11.05.2015*

**D. A. SAFRONOVA**

**THE INTERNATIONAL CONFERENCE «THE WORLD OF JUICE — 2015»**

The articles discuss the questions, which are discussed at the international conference and are related to manufacturing of juice products, amounts of consumption, consumption tastes and issues related to juice consumption, innovative packing solutions, control of quality and safety at the stage of juice products delivery.

УДК 664.2:543.5

*Проведен морфологический и фазовый анализ картофельных белоксодержащего препаратов «Туберит» и «Тубелак», а также осуществлены ИК-спектроскопические исследования, изучены сорбционные свойства (влияние эссенциальных и токсичных металлов на сорбционную емкость) картофельного белоксодержащего препарата «Туберит».*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ  
ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КЛЕТОЧНОГО  
КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА**

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

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

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

*С. А. Мечковский, доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии;  
И. В. Мельситова, кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии*

**ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь**

*В. И. Домаш, доктор биологических наук, руководитель сектора метаболизма  
и функций белков растений*

Основные отходы крахмало-паточной отрасли — картофельная мезга и клеточный сок. Состав сухих веществ клеточного сока следующий, %: крахмал — 8,3; растворимые углеводы — 20–25; азотистые вещества — 35–40; минеральные вещества — 14–15; жиры — 2,8; другие вещества — до 20 [1].

Белорусскими учеными выделены белоксодержащие препараты из картофельного (клеточного) сока — отхода картофелекрахмальной отрасли [2, 3]:

1. «Туберит» (картофельный белок — ингибитор протеаз, м. м. > 1000 Да).
2. «Тубелак» (сумма свободных аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов, углеводов и прочих низкомолекулярных веществ — биостимулятор роста растений, м. м. < 1000 Да).

По биологической ценности белки картофеля превосходят белки многих зерновых культур и мало уступают белкам мяса и яйца [4]. Полноценность белков определяется составом аминокислот и, в частности, соотношением незаменимых аминокислот. В картофельном белке и в составе свободных аминокислот картофеля содержатся все аминокислоты, встречающиеся в растениях, в том числе в удачном соотношении незаменимые: лизин, метионин, треонин, триптофан, валин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, поэтому перспективность и актуальность исследований в направлении изучения данного белка и его способности сорбировать эссенциальные и токсичные металлы не представляет сомнения.

Цель — исследовать основные характеристики белоксодержащих препаратов, полученных из картофельного клеточного сока.

**Объект и методы исследования.** *Объект исследования.* Объектом исследования являлся белоксодержащий препарат «Туберит» особенности технология получения, которого представлено на рис. 1.

Клубни картофеля измельчаются в скоростной терке **1** в картофельную кашку, поступающую во встроенный в терку инерционный сепаратор с вращающейся сетчатой поверхностью для выделения мезги (клетчатки) и соко-крахмального молочка. Мезга обезвоживается на пресс-фильтре или фильтрующей центрифуге **2** и используется для получения сухой клетчатки. Крахмал выделяется из соко-крахмального молочка также на пресс-фильтре или фильтрующей центрифуге **2**.



Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема установки для производства биостимулятора «Туберит» и средства защиты растений «Тубелак» из картофельного сока

Выделенный и очищенный от примесей сок перерабатывается на ультрафильтрационной (УФ) мембранной установке **3** в концентрат белков-ингибиторов протеаз и низкомолекулярный

фильтрат, содержащий свободные аминокислоты. Выделенный в УФ установке фильтрат упаривается на вакуумно-выпарной установке в аминокислотный концентрат.

Белковый концентрат и аминокислотный концентрат поочередно высушиваются на распылительной сушилке 5 в препараты «Туберит» и «Тубелак».

**Фотосъемка.** Фотосъемка белоксодержащих препаратов осуществлялась с близкого расстояния в режиме «Макро» при помощи фотоаппарата Canon Power Shot S2 IS (digital camera).

**ИК-спектроскопия.** Для получения ИК-спектров использовали инфракрасный спектрометр «Varian 3100 FT-IR». Препарирование осуществляли методом прямого прессования предварительно высушенных образцов с КВг. Параметры регистрации ИК-спектров: спектральная область: 4000–400 см<sup>-1</sup>; интервал дискретизации: 0,5–1,0 см<sup>-1</sup>; количество накоплений: 16.

**Фазовый анализ.** Запись дифракционных кривых проводили на рентгеновском дифрактометре HZG-4A (Carl Zeiss, Jena), CuK<sub>α</sub> излучение, Ni фильтр, поточечная запись. Препарирование образцов осуществляли методом холодного прессования в виде монолитных круглых таблеток толщиной 2 мм и диаметром 18 мм. Относительную степень кристалличности рассчитывали по отношению интенсивностей  $I_k/I_o$ , где  $I_k$  – интенсивность дифракции рентгеновских лучей на кристаллических областях;  $I_o$  – общая интенсивность дифракции рентгеновских лучей.

**Морфологический анализ.** Морфологию структурных элементов, составляющих частицы образца, изучали с использованием сканирующего электронного микроскопа LEO 1420 (Германия). При изготовлении препарата образец в виде порошка наносили на металлическую подложку и прикрепляли к ее поверхности посредством токопроводящего клея. Затем на образец напыляли слой золота. Напыление проводили в вакуумной установке ЕМІТЕСН К 550Х (Германия).

**Потенциометрический анализ. Отбор и подготовка проб.** Для каждого анализа отбиралась и взвешивалась на аналитических весах проба препарата «Туберит» массой приблизительно 0,5 г.

**Приготовление растворов.** Приготовление растворов осуществляли следующим образом:

- ♦ 0,1 н. раствор натрия гидроксида: готовили из фиксанала.
- ♦ 0,1 н. раствор хлористоводородной кислоты: готовили из фиксанала.
- ♦ 0,1 М раствор натрия хлорида: 5,85 г натрия хлорида гексагидрата растворяли в дистиллированной воде и доводили объем до 1000 мл дистиллированной водой.
- ♦ \*1 М раствор цинка нитрата: 29,7 г цинка нитрата гексагидрата растворяли в дистиллированной воде и доводили объем до 100 мл дистиллированной водой.
- ♦ \*1 М раствор меди сульфата: 25,0 г меди сульфата гексагидрата растворяли в дистиллированной воде и доводили объем до 100 мл дистиллированной водой.
- ♦ \*1 М раствор кальция нитрата: 16,4 г кальция нитрата растворяли в дистиллированной воде и доводили объем до 100 мл дистиллированной водой.
- ♦ \*1 М раствор кадмия хлорида: 22,8 г кадмия хлорида 2,5-гидрата растворяли в дистиллированной воде и доводили объем до 100 мл дистиллированной водой.

Раствор хранили при температуре 20 °С не более 1 недели. При появлении мути или осадка раствор заменяют на свежеприготовленный.

**Проведение испытания.** Измерения проводились с помощью иономера рХ-150 (Республика Беларусь, г. Гомель).

В химическом стакан помещали приблизительно 0,5 г образца белка, растворяли в 20 мл 0,1 М раствора NaCl и добавляли 2 мл 1 М раствора соли.

Титрование проводили 0,1 н. раствором соляной кислоты, затем 0,1 н. раствором гидроксида натрия.

**Обработка результатов.** По полученным данным строили графики зависимости рН от объема титранта и обрабатывали их согласно методу Грегора.

**Результаты и их обсуждение. Морфологический анализ.** Анализируя фотографию внешнего вида (рис. 2) можно отметить, что белоксодержащие препараты «Туберит» и «Тубелак» представляют собой порошки коричневого цвета. Несмотря на общее сходство, имеются существенные различия между белоксодержащими препаратами «Туберит» и «Тубелак». Так, как видно из рис. 2, препарат «Туберит» имеет темно-коричневый цвет, а препарат «Тубелак» светло-коричневый

цвет. Препарат «Туберит» имеет свойства слеживаемости и образования большого количества комков различного размера. «Тубелак», напротив, сохраняет сыпучесть практически без образования комков. Образующиеся комки «Тубелака» очень мелкие.



Рис. 2. Фотографии белоксодержащих препаратов «Туберит» и «Тубелак»

На рис. 3 приведены сканирующие электронные микрофотографии препарата «Туберит». Анализируя представленный материал на микрофотографиях можно заметить белковую фракцию, которая представлена мелкими комками неправильной формы.

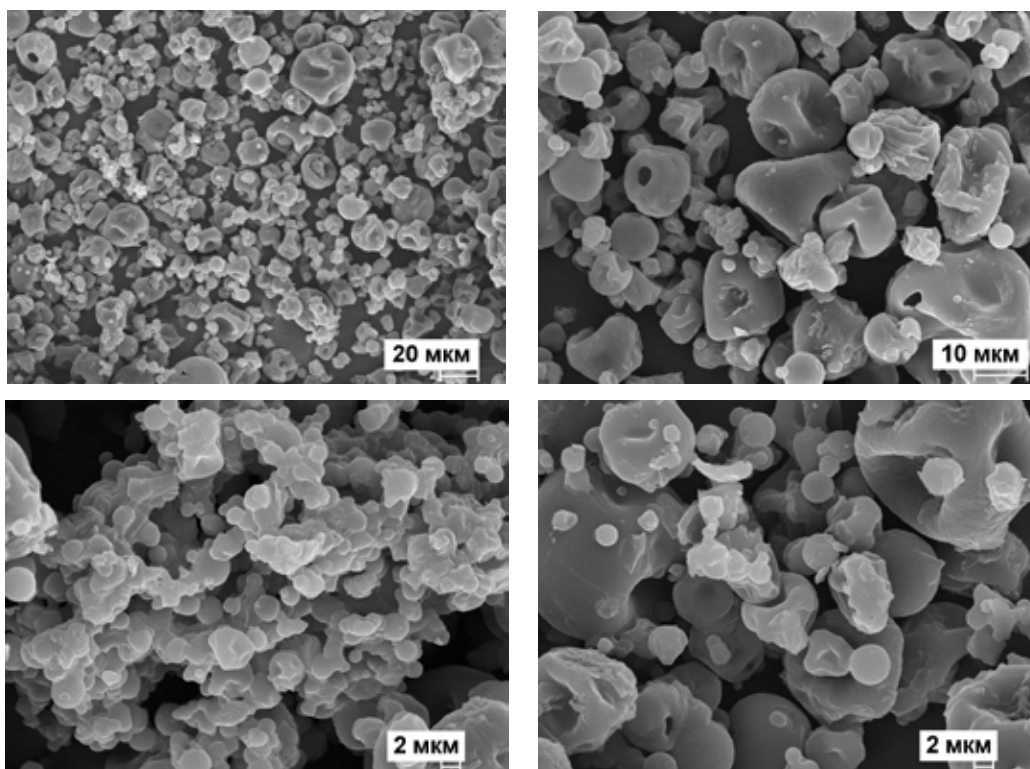


Рис. 3. Сканирующие электронные микрофотографии белоксодержащего препарата «Туберит»

Кроме того, четко наблюдается крахмальная фракция. Гранулы картофельного крахмала (в основном размера 5–15 мкм) неправильной округлой формы. На поверхности крахмальных

гранул имеется большое количество дефектов: «вмятин» и разного рода «выемок», «бороздок» и «складок». Поверхность крахмальных гранул гладкая, но имеется большое количество гранул с шероховатой, «сморщенной» поверхностью.

Сканирующие электронные микрофотографии препарата «Тубелак» представлены на рис. 4.

Как видно из рис. 4 крахмальные гранулы отсутствуют. На рисунках представлена одна только белковая фракция. По-видимому, в результате дополнительной технологической операции (фильтрации на УФ мембранной установке) можно достичь полного отделения белковой и крахмальной фракции.

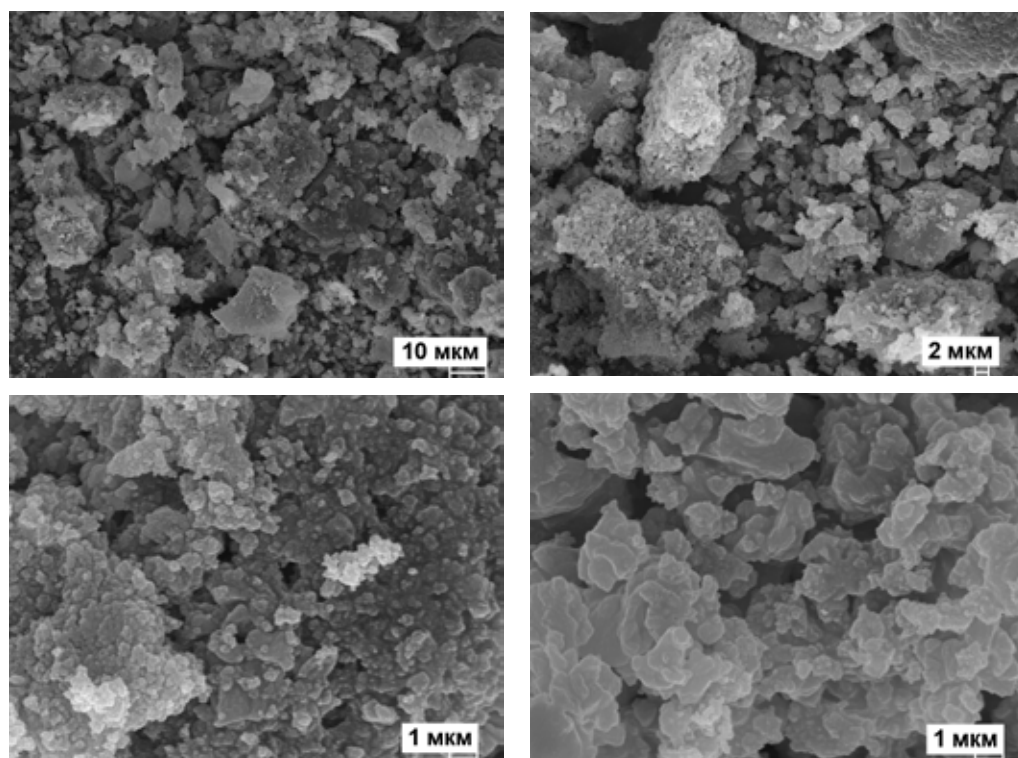


Рис. 4. Сканирующие электронные микрофотографии белоксодержащего препарата «Тубелак»

Белок на сканирующих электронных фотографиях представлен в виде мелких (1 мкм и менее) комков неправильной формы (безформенных). Кроме того, некоторые мелкие бесформенные частицы белка сгруппированы в более крупные. Так, имеется небольшое количество белковых комков размером 10 мкм, состоящих из мелких бесформенных частиц.

**Фазовый анализ.** На рис. 5 приведены рентгенограммы белоксодержащих препаратов «Туберит» и «Тубелак», а также для сравнения нативного картофельного крахмала. Препарат «Тубелак» в основном является преимущественно аморфным галом. Кристаллических участков содержится небольшое количество. В отличие от препарата «Тубелак», белоксодержащий препарат «Туберит» содержит гораздо большее количество кристаллических областей. По-видимому, большее содержание кристаллических участков у препарата «Туберит» связано с тем, что в нем присутствуют примеси крахмала. Так, у нативного картофельного крахмала, выделенного из картофеля сорта белорусской селекции «Атлант» относительная степень кристалличности составляет 60,0 %.

**ИК-спектроскопические исследования.** На рис. 6 и в табл. 1 представлены ИК-спектроскопические исследования образца препарата «Туберит» в области частот 4000–400 см<sup>-1</sup>.

Особенностью поглощения белков в твердом состоянии является наличие сильных полос в области 3000–3500 см<sup>-1</sup> и около 1600–1400 м<sup>-1</sup>. Эта особенность обусловлена ионным диполярным состоянием молекулы: в высокочастотной области — валентными колебаниями NH<sub>2</sub><sup>+</sup> или NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, а полосы 1600 и 1400 см<sup>-1</sup> соответствуют двум основным колебаниям карбоксильной группы —

COO<sup>-</sup>. По мере удлинения полипептидной цепи проявление концевых групп становится менее заметным, зато отчетливо наблюдается сильное поглощение пептидной (амидной) группы. Валентные колебания NH- связи дают сильную полосу около 3300 см<sup>-1</sup>. В области ниже 2000 см<sup>-1</sup> выделяются несколько сильных полос, обозначаемых Амид-1 (около 1650 см<sup>-1</sup>), Амид-2 (около 1550 см<sup>-1</sup>) и Амид-3 (около 1200–1300 см<sup>-1</sup>), обусловленных колебаниями в плоскости, и широкая полоса поглощения неплоских деформационных колебаний NH (Амид-5).

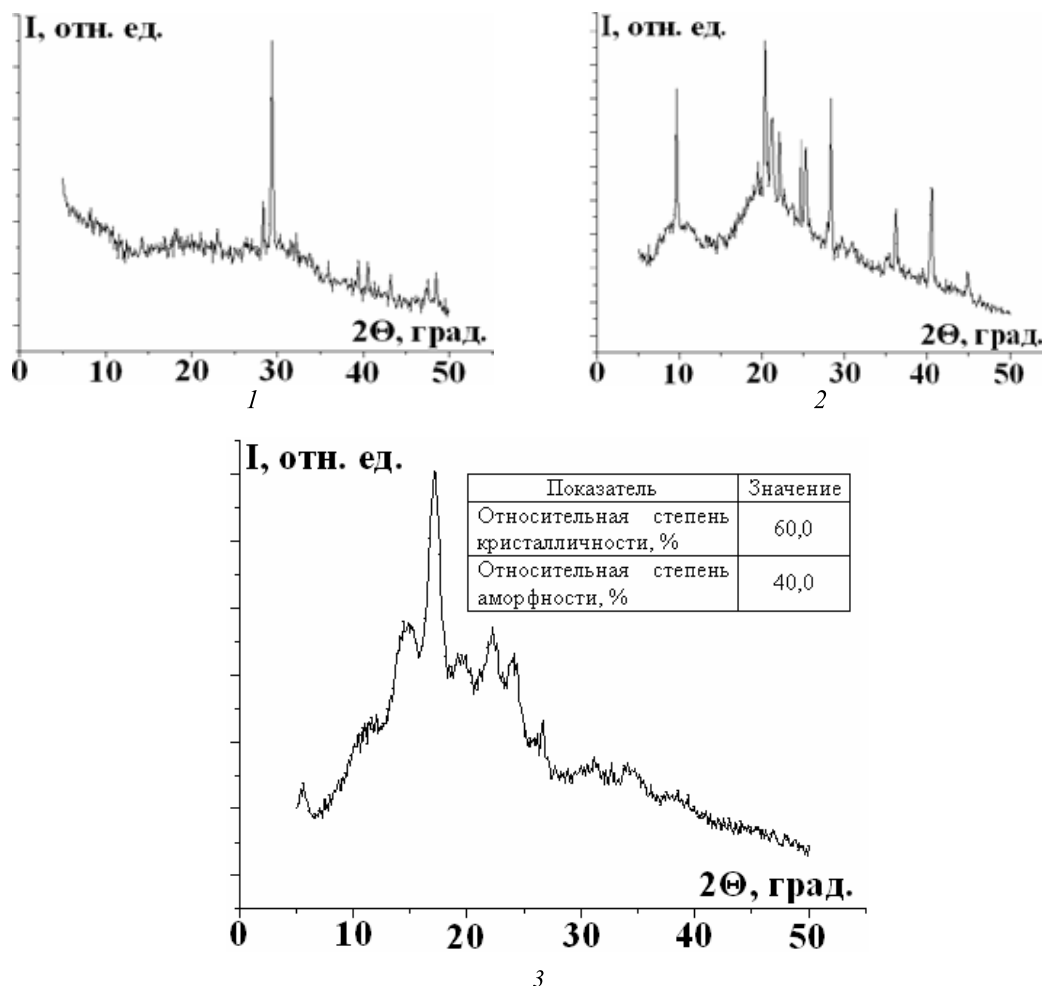


Рис. 5. Рентгенограммы:  
 1 — препарат «Тубелак»; 2 — препарат «Туберит»;  
 3 — нативный картофельный крахмал, выделенный из сорта «Атлант»

Другим характерным признаком амидных колебаний могут служить сдвиги частот в сильно разбавленных растворах полярных растворителей. Этот эффект обусловлен разрывом водородной связи N—H---O=C.

Наблюдаемые изменения нетрудно объяснить, если представить пептидную группу в виде шариков с пружинками: при разрыве водородной связи силовые коэффициенты связей NH и CO увеличиваются, т. к. уменьшаются длины этих связей. Отсюда следует, что валентное колебание NH в пептидной группе без водородной связи будет иметь более высокую частоту (около 3300 см<sup>-1</sup>). Точно также и полоса Амид-1, обусловленная колебанием, при котором сильно изменяется длина связи CO, будет иметь соответственно более высокую частоту (на 40–50 см<sup>-1</sup>). Частоты деформационных колебаний Амид-2, Амид-3 и Амид-5 сдвигаются при разрыве водородной связи в сторону низких частот. Величина сдвига частоты характеризует силу водородной связи. Наибольший сдвиг имеют валентное и неплоское деформационное колебания группы NH. Сильно изменяются также ширина полос и их интенсивность: при наличии водородной связи полосы

поглощения шире и приблизительно на порядок интенсивнее. В большинстве белков полоса валентных колебаний NH-группы имеет частоту максимума в интервале 3280–3310 см<sup>-1</sup>; исключение составляют белки группы коллагена (3330 см<sup>-1</sup>). Такая большая стабильность частоты объясняется тем, что основные параметры пептидной водородной связи (главным образом расстояние N–O) во всех этих структурах остаются приблизительно постоянными. Частота валентного колебания остается практически неизменной даже тогда, когда белок имеет беспорядочную конформацию цепей, но при этом ширина полосы становится заметно больше.

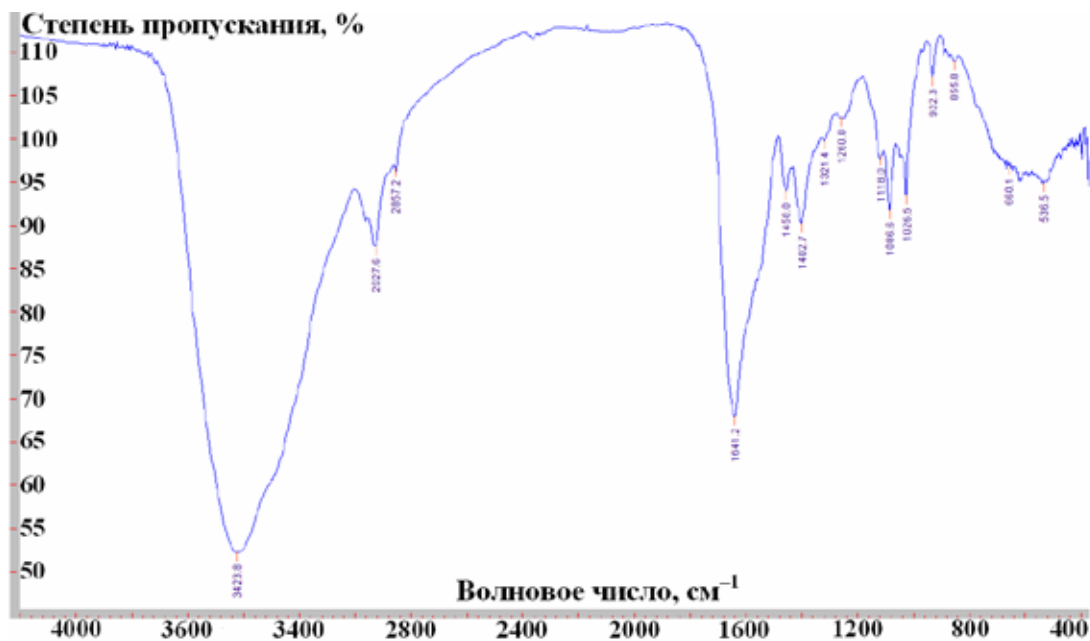


Рис. 6. ИК-спектр белоксодержащего препарата «Туберит»

1.

« »

Волновое число, см <sup>-1</sup>	Характеристика полосы	Тип колебания
3423,8	оч. сл. шр.	Валентные колебания групп О-Н или N-Н, связанных водородными связями ( <b>амид А</b> )
2927,6	ср.	Валентные колебания С-Н
2857,2	сл.	Валентные колебания С-Н
<b>1641,2</b>	оч. сл.	Валентные колебания С=О ( <b>амид I</b> )
<b>1550,0</b>	плечо	Деформационные колебания N-Н ( <b>амид II</b> )
1458,0	ср.	Внутренние деформационные (ножничные) колебания СН <sub>2</sub>
1402,7	ср.	Деформационные плоскостные колебания С-О-Н, деформационные внешние (вверные) колебания С-СН <sub>2</sub>
1321,4	оч. сл.	
1260,0	сл.	Валентные колебания С-N
1118,0	сл.	Валентные колебания пиранозного кольца, — С-О-Н, — С-О-С
1086,6	ср.	
1026,5	ср.	
932,3	сл.	

Примечания: ср. — среднее;  
 сл. — сильное;  
 оч. сл. — очень сильное;  
 оч. сл. шр. — очень сильное и широкое;  
 пл. — плечо.



Для ИК-спектров белков и продуктов их распада — пептидов — характерно наличие двух основных полос поглощения — амида I ( $1650\text{ см}^{-1}$ ) и амида II ( $1550\text{ см}^{-1}$ ), обусловленных валентными колебаниями C=O-связи (амид I) и плоскостными деформационными колебаниями NH-связи (амид II). Таким образом, если в спектрах исследуемого вещества прослеживаются обе полосы, то с большой вероятностью можно утверждать, что в анализируемой пробе есть полипептид или белок. Дополнительным свидетельством присутствия белка может служить наличие в ИК-спектре полосы поглощения при  $3423\text{ см}^{-1}$  (амид A), характерной для белков.

При интерпретации полученных спектров имели в виду, что в ИК-спектрах полипептидов и белков проявляется несколько относительно сильных полос поглощения, которые, как правило, относятся к колебаниям пептидной группы — CONH-, как общему структурному компоненту белковых молекул. Полоса на ИК-спектрах, соответствующая основному колебанию групп — NH в структуре молекул большей части белков, находится в области около  $3300\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ . В области  $1600\text{--}1700\text{ см}^{-1}$  проявляется сильная полоса, которая смещается в сторону более высоких частот в разбавленном растворе. Она относится к валентному колебанию группы — CO и называется амид I. Третья хорошо изученная — характеристическая — полоса в спектре белковых молекул лежит вблизи области  $1510\text{--}1570\text{ см}^{-1}$  и называется амид II.

В ИК-спектрах белков и полипептидов наблюдаются полосы амидной группы, т. е. пептидной связи — CO—NH-. Исследование низкомолекулярных амидов, в частности, метилацетамида  $\text{H}_3\text{C}\text{--}\text{CO}\text{--}\text{NH}\text{--}\text{CH}_3$  и родственных веществ, и теоретические расчеты позволили получить колебательные характеристики амидной группы.

*Потенциометрические исследования. Анализ рК спектров.* В качестве способа оценки емкостных и интенсивных свойств обмена  $\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Me}^{n+}$  был опробован метод рК-спектроскопии. Данный метод можно считать достаточно информативным при исследовании бренстедовской кислотности сорбентов. Анализ базируется на применении математических методов, преобразующих экспериментальную кривую титрования в функцию распределения ионогенных групп титруемого объекта по величинам кажущихся констант диссоциации. Метод дает наиболее наглядное представление о бренстедовской кислотности. Поскольку материал представляет собой полифункциональный амфолит с различными значениями рК ионогенных групп, выделять дискретные значения констант белка некорректно. Преимущество рК-спектроскопии состоит в том, что она дает плотность вероятности распределения констант ионизации.

Для построения спектра применяется следующий алгоритм расчета [5]. Кривая потенциометрического титрования разбивается на участки. Каждый участок исследуется как кривая титрования отдельной ионогенной группы, для которой  $\text{pH} = \text{pK}_{a(b)}$  при  $\alpha = 0,5$ , в соответствии с уравнением Гендерсона-Хассельбаха. Получаемый рК-спектр представляет собой диаграмму, отражающую зависимость концентраций функциональных групп в ионите от  $\text{pK}_{a(b)}$  соответствующих групп. Количество пиков на диаграмме теоретически отвечает числу функциональных групп сорбента, высота пиков — их содержанию, хотя в действительности при анализе сложных объектов, к которым относятся пищевые белки, некорректно соотносить дискретный пик с конкретной функциональной группой.

При расчете рК-спектров был принят шаг базиса с интервалом  $0,5\text{--}1,0$  [6, 7].

По результатам титрования белка на фоне солей кальция, кадмия и цинка были получены спектры, представленные на рис. 7.

Из приведенных рК спектров очевидно, что наибольшей сорбционной емкостью белок обладает в интервале рК от 2 до 4, при чем данное свойство сохраняется под влиянием всех рассмотренных металлов, что свидетельствует о существенной доле свободных кислотных функциональных групп. Небольшие пики в области  $\text{pK} > 7$  обусловлены наличием в составе белка свободных аминогрупп.

Под влиянием кальция пики в спектре смещаются в более щелочную область (смещение рК составляет приблизительно  $0,5\text{--}1$ ), а высота пиков (т. е. сорбционная емкость) в спектре белка в присутствии кальция усиливается. Это свидетельствует о более сильной ионообменной сорбции белком кальция по сравнению с натрием.

Под влиянием ионов цинка пиковая сорбционная емкость белка смещается область более низких  $pK$  и значения  $Q$  колеблются в пределах  $1 \pm 0,5$  г-экв/л. Данный эффект может являться как следствием способности ионов цинка взаимодействовать с аминными группами белка, связывая их в комплексы и изменяя соотношение кислотных и основных функциональных групп, так и с более слабым сродством ионов цинка по сравнению с ионами кальция к карбоксильной группе (что согласуется с классическими представлениями теории Льюиса-Пирсона).

Под влиянием кадмия значительных смещений  $pK$  спектра белка не наблюдается, однако сорбционная емкость картофельного белка увеличивается, о чем свидетельствует увеличение высоты полос в спектре белка, полученного в присутствии соли кадмия. Данный эффект может быть следствием изменения структурных свойств картофельного белка, в результате проникновения в нее ионов кадмия. Как известно, кадмий обладает высоким сродством к остаткам серо-содержащих аминокислот [8, 9], которые согласно литературным данным [1], присутствуют в составе картофельного белка. Кадмий также может образовывать комплексные соединения со свободными аминогруппами белка, в результате чего сорбция белком кадмия увеличивается.

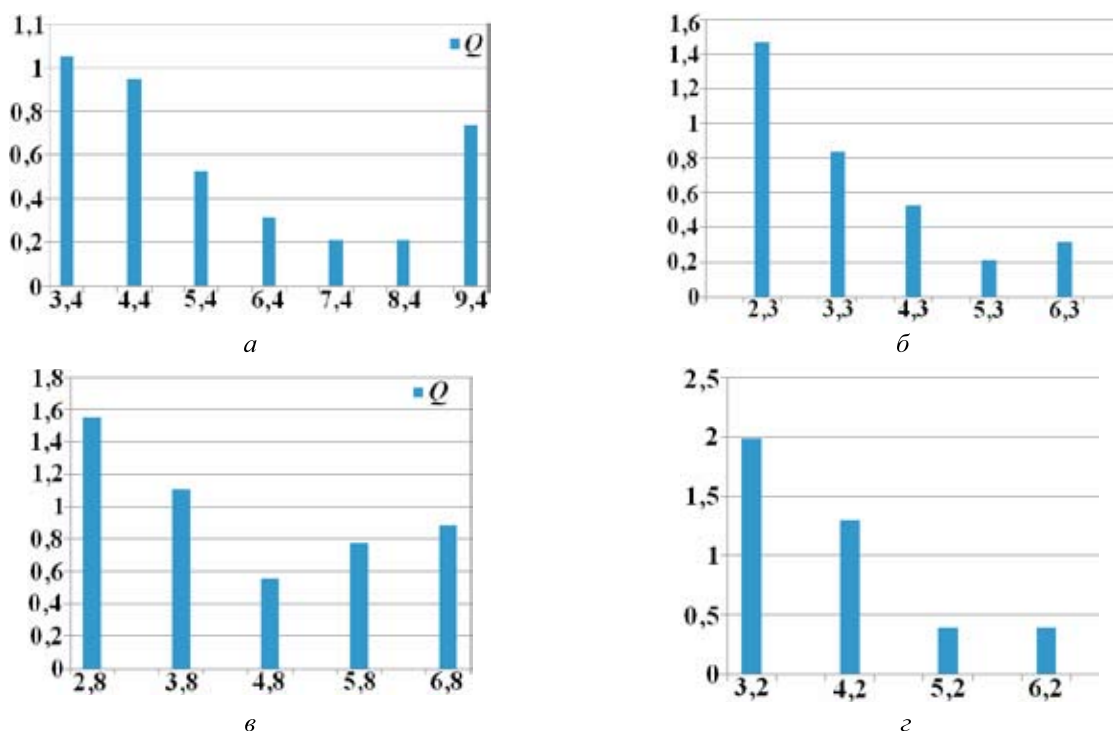


Рис. 7.  $pK$  спектры белоксодержащего препарата «Туберит»: а — без ионов; б — с ионами кальция; в — с ионами цинка; г — с ионами кадмия

*Анализ графиков функции Грегора.* Для обработки данных потенциометрического титрования нами использовались два распространенных расчетных метода оценки интенсивных и экстенсивных параметров бренстедовской кислотности полиэлектролитов. Метод Грегора [10, 11] основан на уравнении, предложенном автором для описания кислотно-основного равновесия и диссоциации ионогенных групп в полимерных электролитах с помощью трех детерминирующих параметров: емкости ионита  $Q$ , кажущейся константы диссоциации в виде  $pK_n$  и дополнительного параметра  $n$ , характеризующего взаимодействие полимерных ионов.

Ниже представлены функции Грегора для образцов белка, титрованного в различных средах (рис. 8).

При оценке протолитических свойств полифункциональных ионообменников важно учитывать не только значение кажущихся констант, но и угловые коэффициенты функций Грегора. Угловым коэффициентом  $n$  представляет собой тангенс угла наклона (первая производная) функ-

ции  $pK_n = f(\lg \alpha/(1-\alpha))$  (где  $\alpha$  — степень оттитрованности белка), то есть характеризует количественно скорость изменения рН с изменением альфа.

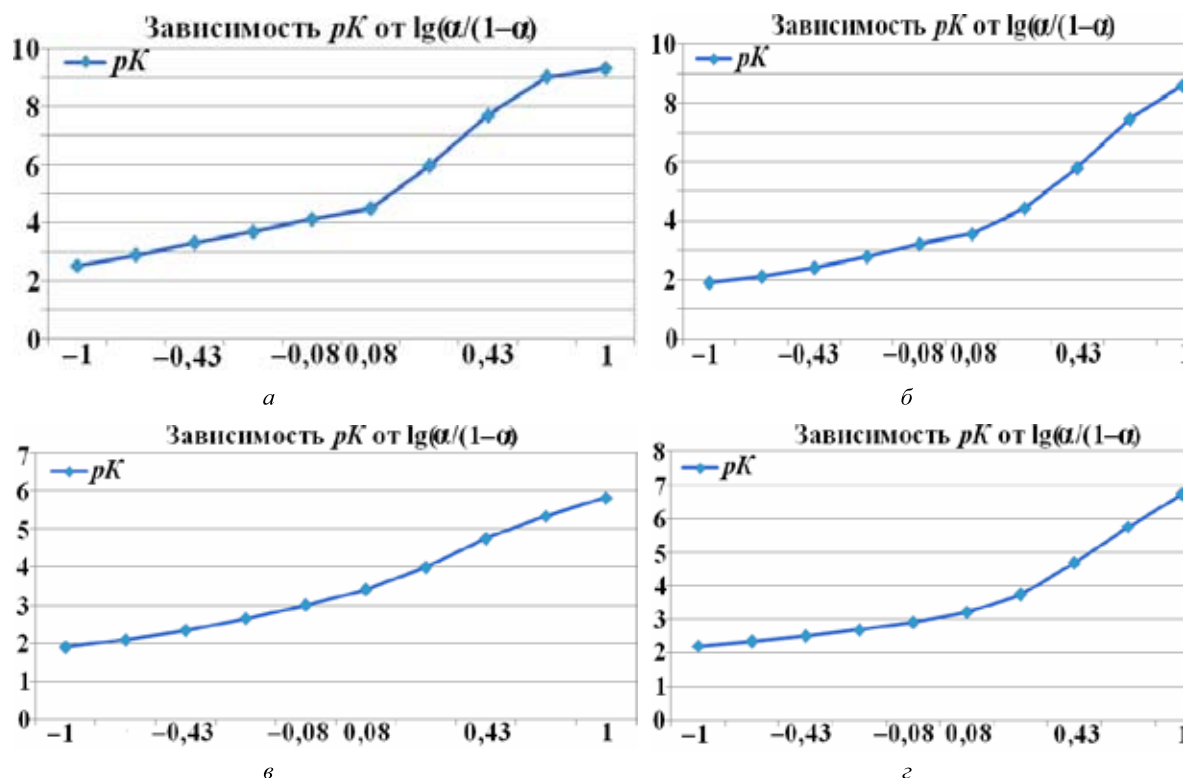


Рис. 8. График функции Грегора белоксодержащего препарата «Туберит»: а — без ионов; б — с ионами кальция; в — с ионами цинка; г — с ионами кадмия

В табл. 2 приведены рассчитанные значения параметра  $n$  функции Грегора для исследованных систем. В случае наличия нескольких участков определялся средний коэффициент для каждого участка.

Согласно табл. 2, в некоторых областях рН наблюдаются участки с коэффициентами  $n$ , близкими к единице. Эти участки могут быть отнесены к обменным процессам, протекающим в режимах структурного соответствия двух фаз. [12]. Некоторым областям свойственны значения  $n$ , превышающие единицу. Причиной этого явления, возможно, служит отклонение процесса взаимодействия ионита с титрантом от закона действующих масс, т. е. изменение относительной активности участников обмена (что весьма существенно при оценке и прогнозировании протолитических свойств такого рода материалов в случае варьирования химических условий их эксплуатации), а также полифункциональный состав белка и явления самоорганизации и кооперативности в системе [13]. До последнего времени нет однозначной трактовки наблюдаемых отклонений от закона действующих масс. Большинство авторов относит это к сильным эффектам, связанным с взаимным электростатическим воздействием близко расположенных функциональных групп. Согласно концепции Маннинга, на полимерных цепях с высокой плотностью фиксированных зарядов имеет место процесс конденсации противоионов, что, естественно, может вызвать наблюдаемые эффекты. В данной концепции предусматривается наличие определенной «критической» плотности зарядов, достижение которой связывается с началом процесса конденсации и, следовательно, сверхэквивалентного связывания противоионов. Последнее в определенной мере согласуется с представлениями о «статистическом связывании» противоионов [14], основанном на взаимодействии малых ионов с «зарядовым облаком полиэлектролита». Предполагаемое существование некоторой критической плотности

заряда для реализации данного типа межмолекулярного взаимодействия выражается в виде изломов на графиках превращения ионных форм как функции рН.

Среда	Интервал $pK$	Значение $n$
Препарат Туберит	2,5–4,1	1,74
	4,1–7,7	9,2
	7,7–9,4	0,7
Туберит + $Ca^{2+}$	1,9–3,6	1,53
	3,6–8,6	6,15
Туберит + $Zn^{2+}$	2,1–6,0	1,98
Туберит + $Cd^{2+}$	2,2–3,2	0,933
	3,2–5,7	4,89
	5,7–7,3	4,4

Что касается изменения величины значений углового коэффициента под влиянием металлов, то здесь очевидно изменение протолитических свойств. Причиной этому могли послужить различные типы взаимодействия ионов металлов с молекулой белка: электростатические взаимодействия между ионами противоположных знаков, взаимодействие ионов металлов с функциональными группами и боковым цепями пептидной цепи, а также процессы комплексообразования. Причем общий вид зависимости, изломов и значений параметра  $n$  для кальция и кадмия аналогичны чистому белку, а под влиянием цинка изломы исчезают, а среднее значение  $n$  приближается к 1 (т. е. механизм обменных процессов приближается к режиму эквивалентного обмена).

Также было обнаружено различие в форме кривой зависимости  $pK_n = f(\lg \alpha/(1-\alpha))$  (рис. 7в, 7г). В случае эссенциального металла цинка и токсичного кадмия, несмотря на близость их физических параметров и химических свойств, форма кривой отличается. У цинка в графике функции Грегора изломов в отличие от кадмия не наблюдается. Данный факт представляет собой научный интерес и требует дальнейшего исследования на предмет различий во влиянии на сорбционные свойства белка между эссенциальными и токсичными металлами.

Учитывая приведенные выше наблюдения, представляет также интерес возможность исследования усвояемости организмом картофельного белка и получение ответа на вопрос, способствует белок накоплению в организме тяжелых металлов или более склонен выводиться из организма в форме ассоциатов с ионами металлов.

Как видно, механизмы, приводящие к отклонениям ионообменных процессов от закона действующих масс, заслуживают дальнейшего изучения. Это требует привлечения разнообразных средств экспериментального исследования и подходов к интерпретации результатов.

Исходя из полученных данных можно заключить, что метод Грегора является умеренно пригодным для количественного описания протолитических и сорбционных свойств. Он позволяет выявить и дать количественную оценку функциональных групп белка. Становится возможным расчет сорбционной емкости белка. Однако на некоторых графиках зависимости  $pK_n = f(\lg \alpha/(1-\alpha))$  наблюдаются труднообъяснимые изломы, а также выпадение точек, что не позволяет отнести метод Грегора к оптимальным для описания кислотных свойств исследуемых материалов.

**Заключение.** Проведен морфологический и фазовый анализ картофельных белоксодержащих препаратов «Туберит» и «Тубелак», а также осуществлены ИК-спектроскопические исследования, изучены сорбционные свойства (влияние эссенциальных и токсичных металлов на сорбционную емкость) картофельного белоксодержащего препарата «Туберит».

Белоксодержащие препараты «Туберит» и «Тубелак» — порошки коричневого цвета. Цвет препарат «Туберит» — темно-коричневого, а «Тубелак» — светло-коричневого цвета. Препарат «Туберит» имеет свойства слеживаемости и образования большого количества комков различного размера, «Тубелак», сохраняет сыпучесть практически без образования комков.

Морфологический анализ показал, что белоксодержащий препарат «Туберит» является би-композицией и содержит две фракции: белковую и крахмальную, а препарат «Тубелак», в результате фильтрации на УФ мембранной установке, содержит только белковую фракцию.

Белоксодержащий препарат «Тубелак» в основном является преимущественно аморфным галом, а препарат «Туберит» содержит как аморфные, так и кристаллические области, что связано с наличием примесей нативного картофельного крахмала.

Спектроскопические исследования белоксодержащего препарата «Туберит», полученного из картофельного (клеточного) сока — отхода картофельнокрахмального производства показывают, что для него характерен типичный ИК-спектр белка. Наиболее сильное валентное колебание, характерное для  $C=O$  отмечено при  $1641,2 \text{ см}^{-1}$ , а валентное колебание при  $1550,0 \text{ см}^{-1}$  принадлежащее  $N-H$  находилось на плече.

У картофельного белоксодержащего препарата «Туберит» рК-спектроскопия является чувствительным и информативным способом оценки полиэлектролитов, а угловые коэффициенты функции Грегора позволяют оценить особенности ионообменных взаимодействий ионов металлов с полифункциональными электролитами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Домаш, В. И. Стимулятор роста растений и способ его получения: Патент № 15015. ВУ, МПК<sup>7</sup> А 01N 65/00 / В. И. Домаш, С. Г. Азизбеян, В. А. Тимофеева, А. Р. Набиулин, В. В. Шманай, Т. П. Шапиро, С. А. Забрейко, В. С. Голубева; заявка № а20080918; патентообладатель: ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси». — заявл. 11.07.2008; опублик. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2011.
3. Домаш, В. И. Фунгицидное средство защиты растений и способ его получения: Патент № 15856. ВУ, МПК<sup>7</sup> А 01N 65/38 / В. И. Домаш, С. Г. Азизбеян, А. Р. Набиулин, В. В. Шманай, Т. П. Шапиро, С. А. Забрейко, В. А. Тимофеева, В. С. Голубева; заявка № а20091771; патентообладатель: ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Научно-техническое общество с ограниченной ответственностью «АКТЕХ». — заявл. 10.12.2009; опублик. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012.
4. Ловкис, З. В. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З. В. Ловкис, В. В. Литвяк, А. М. Мазур, И. М. Почичкая, Н. Н. Петюшев. — Минск: Беларус. навука, 2009. — 537 с.
5. Зареченский, В. М. Константы кислотно-основных равновесий / В. М. Зареченский [и др.] // Журнал прикладной химии. — 1995. Т. 68, № 4. — С. 643–649.
6. Гармаш, А. В. Потенциметрический анализ сложных протолитических систем методом рК-спектроскопии с использованием линейной регрессии / А. В. Гармаш [и др.] // Журнал аналитической химии. — 1998. — Т. 53. — № 3. — С. 241–248.
7. Гармаш, А. В. Потенциметрический анализ полиэлектролитов методом рК-спектроскопии с использованием линейной регрессии / А. В. Гармаш [и др.] // Журнал аналитической химии. — 1998. — Т. 53. — № 4. — С. 411–417.
8. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. — Москва: Мир, 2003. — 272 с.
9. Юрин, В. М. Основы ксенобиологии / В. М. Юрин. — Минск: Издательство БГУ, 2001. — 234 с.

10. *Лейкин, Ю. А.* Уравнение Грегора для описания кислотно-основного равновесия фосфорсодержащих катионитов / Ю. А. Лейкин, Т. А. Черкасова // Журнал физич. химии. — 2004. — Т.4. — № 5. — С. 625–638.
11. *Jian-Feng Chen.* Derivative analysis of potentiometric titration data to obtain protonation constant / Jian-Feng Chen, Yuan-Xian Xia, Gregory R. Choppin // J. anal. chem. 1996. — Vol. 68. — P. 3973–3978.
12. *Залкин, В. М.* Влияние межзатомного взаимодействия контактирующих веществ на свойства их граничных слоев / В. М. Залкин. // Журнал физич. химии. — 1996. — Т.70. — № 9. — С. 1638–1642.
13. *Овчинников, Ю. А.* Структура и функции ионных насосов биологических мембран / Ю. А. Овчинников, Н. Н. Модянов // Науч. сообщ. Вест. АН СССР. — 1987. — № 12. — С. 34–45.
14. *Lifson, S.* Neighbour interactions and symmetric properties of polyelectrolytes / S. Lifson, B. Kaufman, H. Lifson. // J. Phys. Chem. — 1957. — Vol.27. — № 6. — P. 1356–1362.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 05.02.2015*

**V. V. Litvyak, Z. V. Lovkis, S. A. Mechkovsky, I. V. Melsitova, V. I. Domash**

### **STUDY CHARACTERISTICS CONTAINING PROTEIN PREPARATIONS DERIVED FROM CELLULAR POTATO JUICE**

The morphological and phase analysis of potato containing squirrels of preparations «Tuberit» and «Tubelak» is carried out, and also I<sub>k</sub>-spectroscopic researches are carried out, studied сорбционные свойства (influence essential and toxic metals on sorption capacity) a potato preparation containing fiber «Tuberit».

УДК 663.52

*В статье рассмотрен процесс струйного перемешивания жидких пищевых сред, изучена схема взаимодействия струйных потоков, создаваемых статически закрепленными насадками, погруженными в жидкую среду. Предложена конструкция аппарата со струйным смесителем, проведены теоретические исследования и получены аналитические зависимости для определения скорости истечения затопленной струи для конического сходящегося насадка, установленного в цилиндрическом аппарате, скорости распространения струи на расстоянии от насадка, учитывающие конструктивные и технологические параметры струйного смесителя и насадка, силы реакции струи, а также влияние физико-механических свойств обрабатываемой среды.*

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОТЕКУЧИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД**

**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. А. Садовский, кандидат технических наук*

Процесс перемешивания жидкотекучих сред широко используется с целью совершенствования технологических процессов и получения однородных дисперсных продуктов [1].

Самыми распространёнными способами перемешивания являются механический (с использованием лопастных мешалок) и циркуляционный (с использованием реакции струи жидкости).

Основным способом перемешивания является механический, при котором используются мешалки с вращательным и возвратно-поступательным движением рабочих органов. Если выбран несоответствующий тип мешалки, то большая часть механической энергии затрачивается напрасно. Кроме того, использование больших лопастных мешалок уменьшает полезный объем аппаратов, а наличие подвижных частей снижает надежность конструкции в целом. К общим недостаткам лопастных мешалок относятся малая интенсивность перемешивания густых и вязких жидкостей, а также полная непригодность для перемешивания легко расслаивающихся веществ.

Проведенные исследования показали, что использование в аппаратах гидродинамической ферментативной обработки струй в процессе перемешивания значительно повышает качественные характеристики сырья перед этапами осахаривания и брожения, что прямым образом влияет на эффективность и производительность технологического процесса производства спирта.

Циркуляционное перемешивание осуществляется при помощи создания напора жидкости двигающейся по замкнутой системе: смеситель—емкость—насос—смеситель. Интенсивность циркуляционного перемешивания зависит от кратности циркуляции, т. е. подачи жидкости в единицу времени к объему жидкости в аппарате. Перемешивание данным способом характеризуется повышением интенсивности и равномерности процесса.

Исследование процесса перемешивания для конкретных продуктов с учетом их свойств и требований, разработка методик расчета перемешивающих устройств, применяемых при гидродинамической обработке смесей, позволяет в конечном итоге повысить эффективность производств различных отраслей промышленности.

При струйном перемешивании передача движения покоящейся жидкости происходит за счет сил трения между элементарными объемами жидкости струи и контактируемой поверхности [2]. Скорость жидкости струи, ее форма и параметры зависят от конфигурации насадка, расхода и давления жидкости, свойств перемешиваемого продукта. Схема перемещения и перемешивания жидкой среды в потоке представлена на рис. 1.

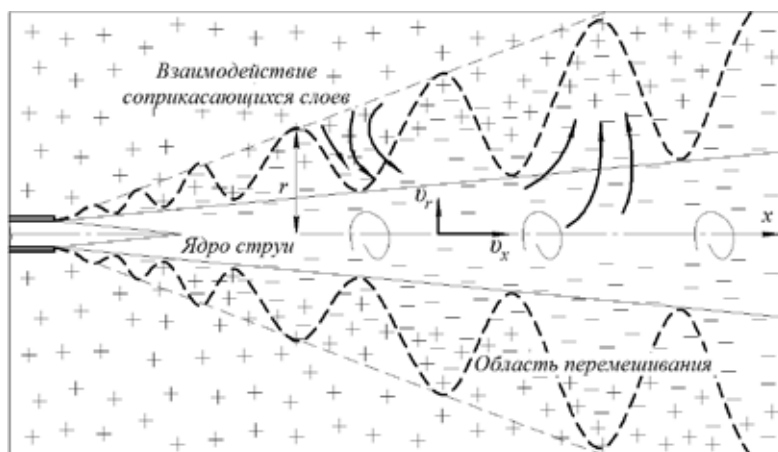


Рис. 1. Схема перемещения и смешивания жидкой среды в потоке:

$v_r$  — скорость потока в поперечном направлении от оси струи;  $v_x$  — скорость потока вдоль оси струи;  
 $r$  — расстояние от оси струи в поперечном направлении;  $x$  — расстояние от насадка по оси струи

Количество вещества, уходящего из струи за счет поперечных пульсаций скорости, увеличивает количество жидкости, увлекаемое из соседних слоев, и интенсифицирует сам процесс, при этом возрастает скорость соседних со струей слоев жидкости. Взаимодействие турбулентных затопленных струй с обрабатываемой средой приводит к созданию локальных зон турбулизации, что обеспечивает создание закрученных потоков и вихрей, которые повышают интенсивность перемешивания. Создание струй обеспечивается применением статически закрепленных насадков, погруженных в жидкую среду [3]. Такой способ перемешивания увеличивает эксплу-

атационную долговечность оборудования, обеспечивает простоту обслуживания и минимальные энергозатраты. Эпюры скоростей и воздействия затопленной струи на преграду схематично изображены на рис. 2.

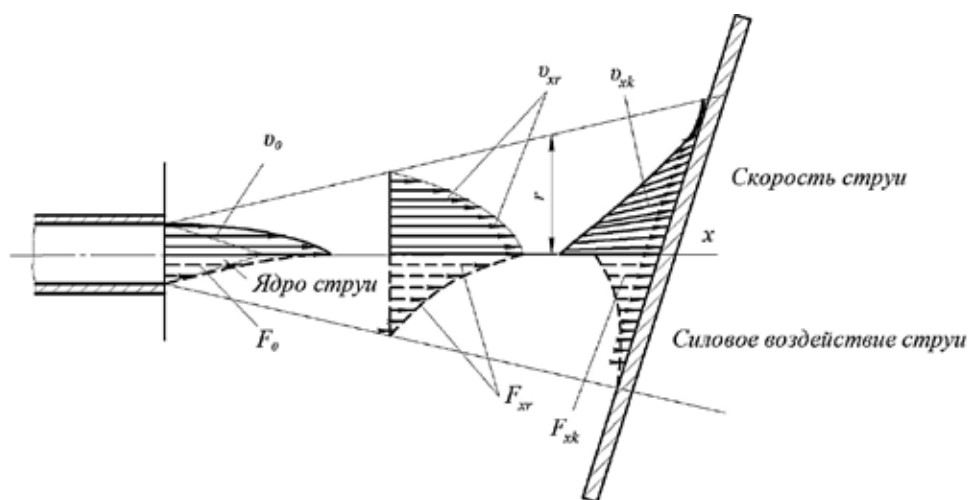


Рис. 2. Эпюры скорости ( $v_0$ ,  $v_{xr}$ ,  $v_{xk}$ ) и удельной силы ( $F_0$ ,  $F_{xr}$ ,  $F_{xk}$ ) затопленной струи:  $v_0$  и  $F_0$  — скорость и удельная сила потока при выходе из насадка по оси струи;  $F_{xr}$  — удельная сила потока на расстоянии  $x$  от насадка и расстоянии  $r_1$  от оси струи;  $v_{xr}$  — удельная скорость потока на расстоянии  $x$  от насадка и расстоянии  $r_1$  от оси струи;  $v_{xk}$  — скорость потока при встрече с преградой;  $F_{xk}$  — удельная сила воздействия потока на преграду

Технология струйного перемешивания может быть успешно использована в пищевом производстве, в частности при гидродинамической тепловой обработке зернового замеса, при перемешивании вязкотекучих сред в кондитерской и консервной отраслях, технологиях купажирования растительных масел, винодельческом производстве. Техническим решением для перемешивания жидкотекучих технологических сред являются цилиндрические аппараты со струйным смесителем.

На рис. 3 представлена принципиальная схема цилиндрического аппарата со струйным смесителем. Принцип работы аппарата основан на рециркуляции обрабатываемой жидкости по трубопроводу 3 и струйном перемешивании внутри емкости 1, которое обеспечивают насадки 6. Необходимое для работы давление внутри системы трубопроводов создает насос 4. Насадки струйного смесителя могут быть установлены парами в одной или разных плоскостях, их выходные отверстия могут быть направлены в вертикальных и горизонтальных плоскостях. Количество пар насадков выбирается таким образом, что бы диаметры распыла  $D_s$  факелов рабочих струй на расстоянии  $S$  от среза насадка суммарно составляли величину рабочего уровня емкости  $H_p$ . При выполнении такого условия турбулизации подвергается наибольший объем обрабатываемой жидкой среды.

При исследовании и проектировании цилиндрических аппаратов со струйным смесителем проведены теоретические исследования, получены аналитические зависимости скорости истечения затопленной струи для различных по конструкции насадков на технологические показатели. Основными параметрами при исследовании данной системы являются:  $\rho$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  — динамическая вязкость, Па·с;  $d_0$  — диаметр насадка, мм;  $v_0$  — начальная скорость струи, м/с.

Количество насадков при их горизонтальном расположении определяется из условия максимального заполнения по высоте емкости расчетными площадями струй диаметром  $D_s$  в сечении корпуса на расстоянии  $S$  от насадка.

Расстояние  $h$  между дном емкости и нижней насадкой принимается с учетом обеспечения захвата перемешиваемой среды со дна аппарата и максимальной турбулизации придонных слоев. Расстояние  $X$  в горизонтальной плоскости между осями выходных отверстий насадок при их



осесимметричном расположении определяется в соответствии с диаметром емкости и дальностью распространения струи.

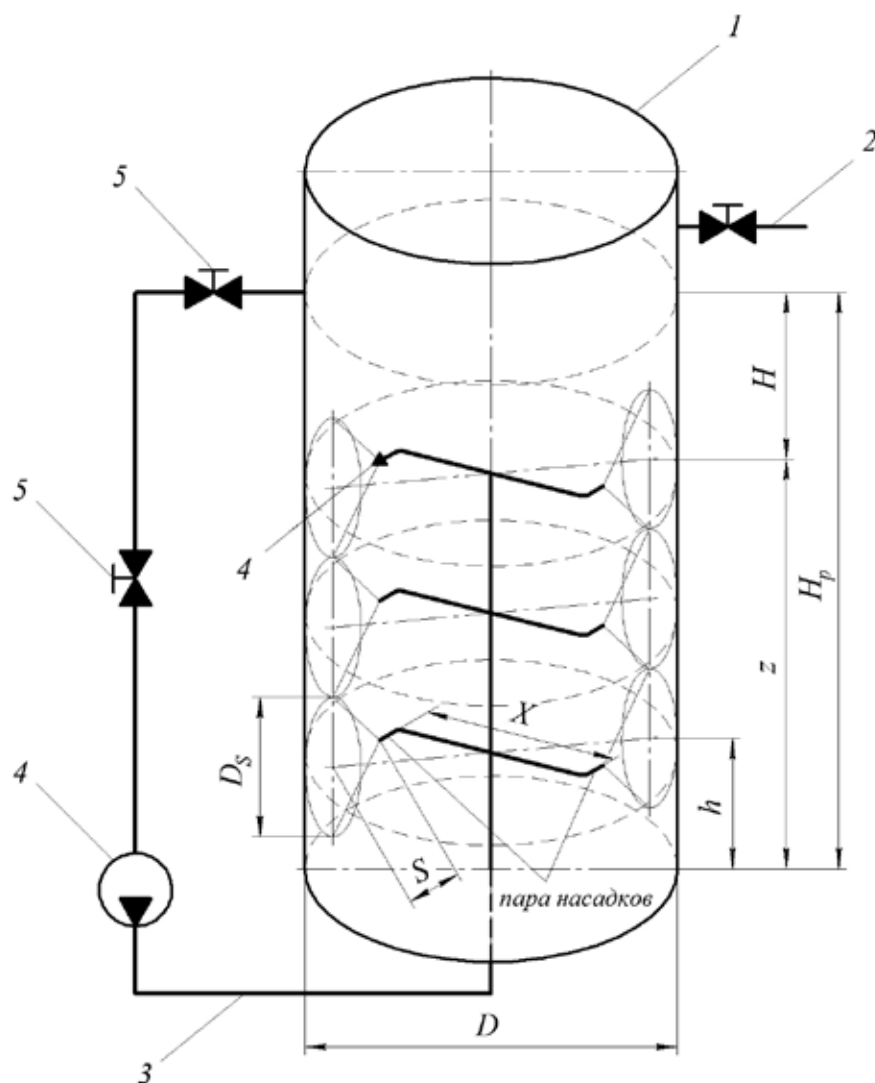


Рис. 3. Схема струйного смесителя:

- 1 — цилиндрическая емкость;  
 2 — трубопровод для выгрузки; 3 — циркуляционный трубопровод; 4 — насос;  
 5 — система регулировочных клапанов; 6 — насадок

Для определения скорости истечения жидкости через насадок,  $v_0$  с учетом потерь в элементах коммуникаций, составлено и исследовано уравнение Д. Бернулли, получена аналитическая зависимость [4]:

$$v_0 = \phi \sqrt{2g(z+H) + \frac{16Q^2}{\pi^2} \left( \frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} + \frac{256\nu Q}{\pi d_1^4} (L_1 + L_2) + \frac{16Q^2}{\pi^2 d_1^4} (\xi_1 - \xi_2) + \frac{16Q^2}{\pi^2 d_2^4} (\xi_{отв} + \xi_{расш}) \right)}, \quad (1)$$

где  $\phi$  — коэффициент скорости;  $z$  — геометрический напор для сечений, м;  $H$  — высота столба жидкости над насадком, м;  $Q$  — расход, м<sup>3</sup>/с;  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $d_1$  — диаметр циркуляционного трубопровода, м;  $d_2$  — диаметр выходного сечения насадка, м;  $\nu$  — коэффициент кинематической вязкости жидкой среды, м<sup>2</sup>/с;  $L_1$  — длина вертикальной части трубопровода, м;  $L_2$  — длина горизонтальной части трубопровода, м;  $\xi_1$  — коэффициент местных потерь напора при повороте трубопровода на 90°;  $\xi_2$  — коэффициент местных потерь напора

при повороте трубопровода на угол  $\alpha$ ;  $\zeta_{\text{отв}}$  — коэффициент местных потерь напора при огибании кромки насадка;  $\zeta_{\text{расш}}$  — коэффициент местных потерь напора при расширении насадка.

Скорость выхода струи из насадка, рассчитанная по зависимости (1), при уменьшении плотности и вязкости перемешиваемой среды уменьшается с 10,3 м/с до 8,1 м/с при диаметре насадка 12 мм. Струя, истекающая в пространство, на выходе из насадка обладает начальной скоростью  $v_0$ , а диаметр сечения осесимметричной круглой струи равен диаметру насадка  $d_2$ . При удалении от начального сечения, скорость струи уменьшается, а диаметр ее сечения увеличивается. На рис. 4 представлена зависимость изменения скорости  $v_2$  для различных диаметров выходного отверстия насадка для начальных условий:  $d_1 = 0,032$  м;  $z = 1$  м;  $H = 2$  м;  $\rho = 1000\text{--}1400$  кг/м<sup>3</sup>;  $\nu = 1004 \cdot 10^{-6} \text{--} 2,5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $L_1 = 1$  м;  $L_2 = 0,2$  м;  $\zeta_1 = 0,14$ ;  $\zeta_2 = 0,05$ ;  $\zeta_{\text{отв}} = 0,1$ ;  $\zeta_{\text{расш}} = 0,5$ .

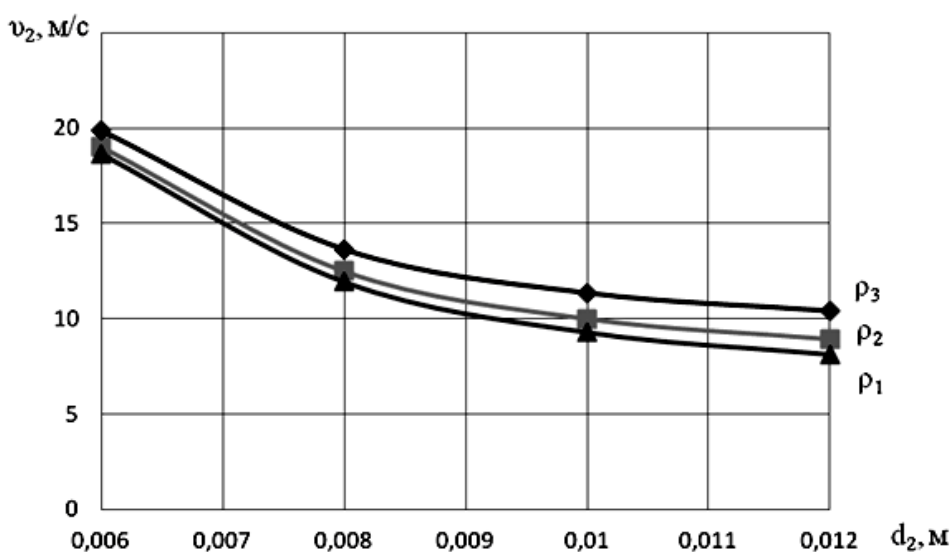


Рис. 4. Зависимость скорости  $v_0$  от диаметра выходного отверстия насадка  $d_2$  при установившемся расходе  $Q = 2$  м<sup>3</sup>/ч:  $\rho_1 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_2 = 1200$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_3 = 1400$  кг/м<sup>3</sup>

Выражение (1) характеризует распределение скорости по длине струи в свободном неограниченном пространстве, однако, для практического применения струй в промышленных аппаратах необходимо учитывать конструктивные особенности применяемого оборудования и технологические режимы эксплуатации. На рис. 5 представлена схема расположения элементов струйного смесителя в цилиндрическом аппарате.

С учетом расстояния  $x$  и скорости выхода струи из насадка было получено выражение для определения скорости затопленной струи  $v_x$  на расстоянии  $x$  от насадка по оси струи в цилиндрическом аппарате:

$$v_x = \frac{0,96d}{2k\sqrt{R^2 - \sin^2 \alpha (l_{mp} + 4,5 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot d_{mp} - l_{mp} \cos \alpha - 4,5 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} (\cos \alpha + 1) \cdot d_{mp} - 4,22(d_{mp} - d_2) + 0,29d_2)}} \times \sqrt{2g(z + H) + \frac{16Q^2}{\pi^2} \left( \frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} \right)}, \quad (2)$$

где  $R$  — радиус цилиндрического аппарата, м;  $\alpha$  — угол установки насадка относительно оси  $Y$ , °;  $l_{mp}$  — длина трубопровода, м;  $d_{mp}$  — диаметр трубопровода, м.

С помощью затопленных струй, в зависимости от их расположения, возможно создать как зоны локальной турбулентности создавая встречные потоки, так и обеспечить движение жидкой сре-

ды по всему объему аппарата, устанавливая насадки тангенциально цилиндрической поверхности аппарата.

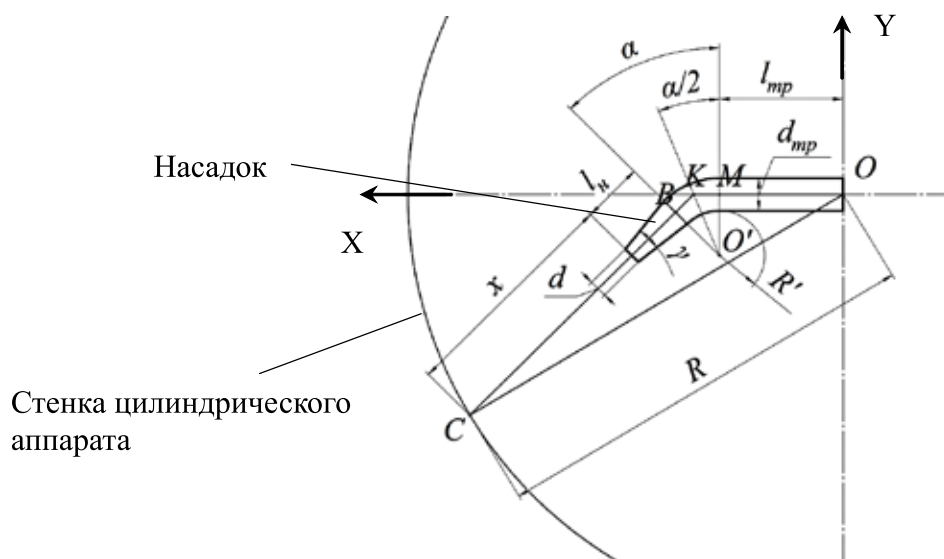


Рис. 5. Схема расположения рабочего органа струйного смесителя в цилиндрическом аппарате

На рис. 6 представлена зависимость относительной скорости струи ( $v_x/v_0$ ) на расстоянии  $x$  от 0 до 1 м для насадков различного диаметра.

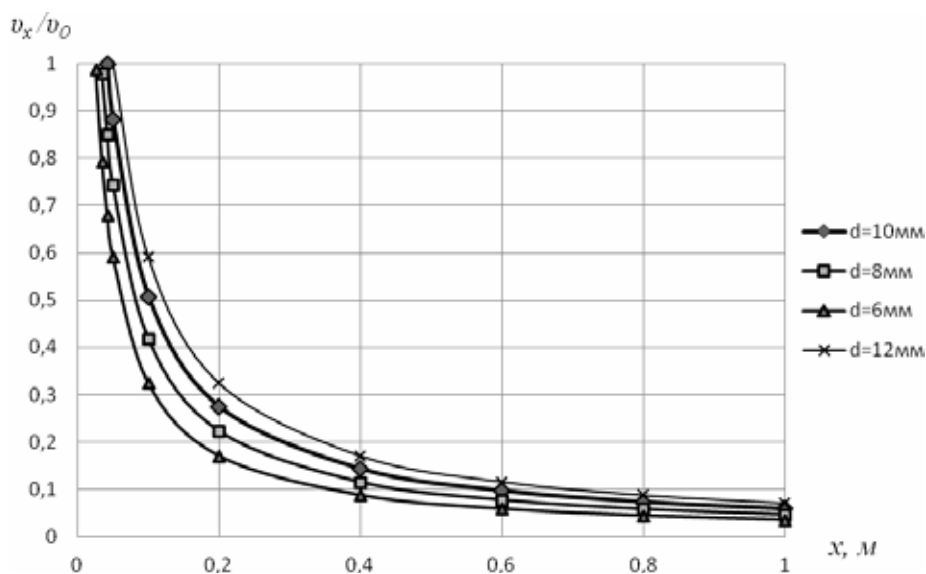


Рис. 6. Зависимость относительной скорости струи от расстояния  $x$  до насадка:  
 $v_x$  — скорость на расстоянии  $x$  от насадка;  $v_0$  — начальная скорость струи при выходе из насадка;  
 $d$  — диаметр выходного отверстия насадка

Полученные результаты исследований воздействия затопленных струй на однородную среду позволили обосновать конструктивные параметры струйных смесителей при проектировании нового и модернизации существующего оборудования.

В реальных аппаратах при выходе из насадка, с целью исключения залипания, струя жидкости должна воздействовать на стенку емкости. При встрече со стенкой струя разделится на две части. Согласно теоремы Л. Эйлера об изменении количества движения жидкости и анализа

полученных результатов исследований эмпирических зависимостей получено уравнение (3) для определения удельной силы  $F$  воздействия струи на стенку аппарата:

$$F = p \frac{\pi d_2^2}{4} \left( \frac{\pi d_2^2 (2p_1 - 2g(H+z)) + \frac{16Q^2(1-\xi_1-\xi_2)}{\pi^2 d_1^4} - \frac{256\nu Q}{\pi d_1^4} (L_1 + L_2)}{4Q(1+\xi_{отв} + \xi_{раси})} \right)^2 \cos \alpha, \quad (3)$$

где  $p_1$  — рабочее давление, Па.

На рис. 7 представлена зависимость удельной силы воздействия струи  $F$  для различных параметров насадков установленных под углом  $\alpha$  ( $0^\circ \dots 80^\circ$ ).

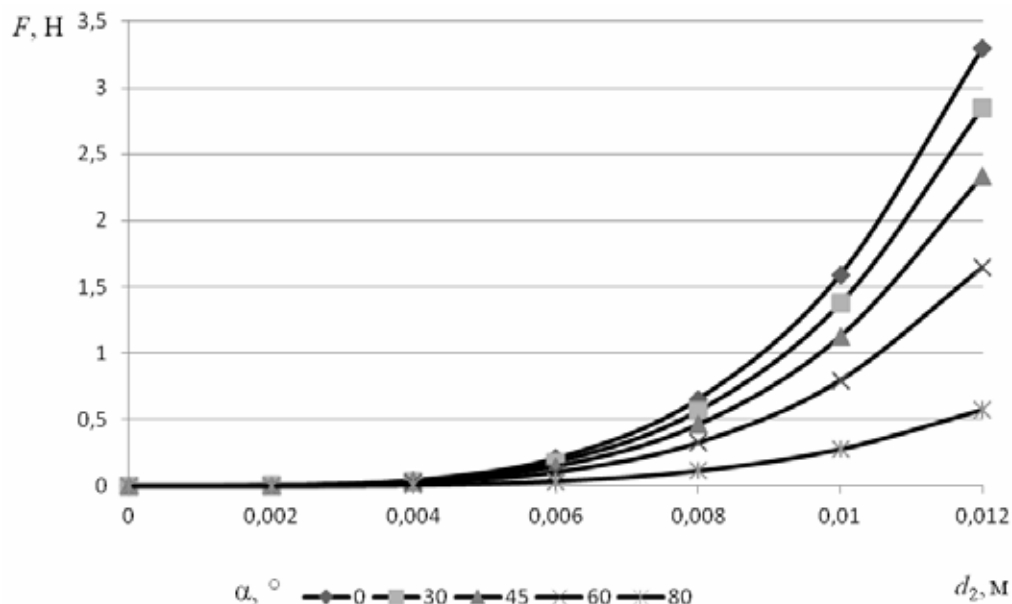


Рис. 7. Зависимость удельной силы воздействия струи  $F$  для насадков с выходным диаметром  $d_2$  при различных углах его установки  $\alpha$

Исследования показали, что в зависимости от выходного диаметра насадка и высоты жидкости над ним, наблюдается ламинарный и турбулентный режимы течения. Это обусловлено тем, что с увеличением диаметра выходного отверстия насадка, при неизменном давлении в нагнетающем трубопроводе растет расход через отверстие и, соответственно, увеличиваются силовые характеристики струи и ее скорость. Явление двойственности режимов движения потока при смешивании, в зависимости от уровня жидкости и диаметра насадков, можно использовать для создания в одном аппарате зон турбулентного и ламинарного режимов движения, используя струйный смеситель с одним питающим трубопроводом при поддержании постоянного давления.

В результате теоретического анализа параметров конструкции струйного смесителя получены аналитические зависимости скорости выхода струи из конического сходящегося насадка, установленного в цилиндрическом аппарате, и скорости распространения струи на расстоянии от насадка, учитывающие конструктивные и технологические параметры струйного смесителя и насадка, силы реакции струи, а также влияние физико-механических свойств обрабатываемой среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ловкис, З. В. Гидравлика: учеб. пособие / З. В. Ловкис. — Минск: Беларус. навука, 2012. — 439 с.

2. *Абрамович, Г. Н.* Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович, Т. А. Гиршович, С. Ю. Крашенинников. — 2-е изд. — Москва: Наука, 1984. — 716 с.
3. *Абрамзон, Л. С.* Гидравлика. Истечение жидкостей через отверстия и насадки. Гидравлические струи. Динамическое воздействие струи на преграду. Кавитация / Л. С. Абрамзон, Л. Г. Колпаков. — Уфа: Изд. Уфимск. нефт. ин-та, 1981. — 88 с.
4. *Садовский, А. А.* Гидродинамическое перемешивание зернового сырья при производстве спирта с обоснованием параметров струйного смесителя: дис. канд. тех. наук: 05.18.12 / А. А. Садовский. — Минск, 2014. — 118 л.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 26.05.2015*

**Z. V. Lovkis, A. A. Sadouskii**

### RESEARCHES OF MIXING OF LIQUID FOOD MEDIUM

In article the process of jet mixing of liquid food medium is considered, the scheme of interaction of the jet streams created by statically fixed orifices immersed into liquid medium is studied. The design of device with the jet mixer is offered, theoretical researches are conducted and analytical dependences for determination of outflow velocity of the flooded stream for conic orifice, installed in the cylindrical device, speed of distribution of a stream at the distance from the orifice, forces of reaction of the stream, and also influence of physical and mechanical properties of the processed medium are received.

УДК 633.1:663.478

*В статье представлены результаты ранжирования зернового сырья белорусской селекции по совокупности технологических и биохимических показателей. Разработана номенклатура показателей качества и определены критерии их оценки для получения полисолодовых экстрактов высокого качества. Рассчитаны размеры отклонений и направленность их различий по технологическим и биохимическим показателям относительно разработанных критериев. Установлена последовательность сортов в порядке снижения степени их пригодности для получения полисолодовых экстрактов.*

## **ВЫБОР ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ МЕТОДОМ РАНЖИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИСОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ**

**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*

**Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»,  
г. Могилев, Республика Беларусь**

*С. Л. Масанский, кандидат технических наук,  
профессор кафедры товароведения и организации торговли;  
М. Л. Микулинич*

**Введение.** Для получения полисолодовых экстрактов высокой пищевой ценности необходимо использовать качественное сырье.

Проведенный анализ литературных данных показал, что имеются сведения о технологических свойствах и биохимическом составе зерновых культур, произрастающих в Республике Бе-

ларусь [1, 2], однако сведения о новых сортах и их анализ как основы для получения полисолодовых экстрактов отсутствуют.

В связи с этим в период с 2011 по 2013 гг. проведен анализ по технологическим и биохимическим показателям новых сортов злаковых культур (ячмень сортов Фэст, Магутны, Батька, Радзіміч; пшеница сортов Любава, Сударыня, Ласка; овес сортов Фристайл, Факс, Лидия, Дебют; рожь сортов Пралеска, Зазерская 3, Офелия, Плиса; тритикале сортов Узор, Садко, Эра, Руно), внесенных в «Государственный реестр сортов растений и древесно-кустарниковых пород» [3], а также сортов, являющихся наиболее популярными и перспективными для промышленного выращивания в условиях Республики Беларусь (ячмень сортов Стратус, Бровар; пшеница сортов Сабина, Элегия, Канвеер, Леана; овес сортов Гоша, Крепыш, Вандрунік).

**Методы исследований.** Оценку технологических показателей и биохимический состав зерна исследовали по 15 показателям. Определение основных физико-химических показателей проводили стандартными методами, принятыми технохимическим контролем пивоваренного производства [4]. Сумму полифенольных соединений определяли объемным методом Левенталя, витамины В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> — флюорометрическим методом, содержание β-каротина — колориметрическим методом [5]; меди, цинка, железа — атомно-эмиссионным методом на спектрометре МДР-3 [6].

**Результаты и их обсуждения.** В табл. 1 представлены результаты показателей по технологическим свойствам и биохимическому составу зерна в 3-х летнем цикле наблюдений (2011–2013 гг.). Как видно из данных, представленных в табл. 1, анализируемые показатели варьируют в широких диапазонах в зависимости от вида и сорта зернового сырья: по способности прорастания — 62,4–99,0 %, содержанию экстракта — 60,8–82,6 %, содержанию крахмала — 35,8–68,0 %, выравненности — 65,6–96,4 %, натуре — 525–808 г/дм<sup>3</sup>, абсолютной массы — 26,5–52,0 г, содержанию белка — 8,5–15,1 %, содержанию полифенольных веществ — 0,14–0,35 мг%, витамина В<sub>1</sub> — 0,27–0,53 мг/100 г, витамина В<sub>2</sub> — 0,05–0,48 мг/100 г, содержанию β-каротина — 0,04–0,64 мг/100 г, цинка — 7,8–45,2 мг/кг, меди — 0,5–3,2 мг/кг, железа — 9,6–64,7 мг/кг.

Для выявления сортов, наиболее пригодных для получения из них солодов и полисолодовых экстрактов, использовали оригинальный методический подход, предложенный профессором Ж. А. Рупасовой [7], основанный на сопоставлении у исследуемых образцов относительных размеров, амплитуд и соотношений положительных и отрицательных отклонений от эталонного уровня исследуемых количественных характеристик показателей качества.

В качестве показателей эталонного уровня использовали требования, предъявляемые к зерну при получении из них солодов, полисолодовых экстрактов и нормы физиологических потребностей в пищевых веществах, таких как минералы и витамины, у различных групп населения Республики Беларусь (табл. 2).

Размер ( $X_i$ ) различий между значениями каждого показателя ранжируемого сорта зернового сырья и соответствующего показателя контрольного значения с указанием направленности данных различий рассчитывали по формуле (1). Знак «+» означает положительный сдвиг по отношению к контрольному значению: чем больше показатель, тем выше потребительская ценность конечного продукта. Знак «-» означает отрицательный сдвиг по отношению к контрольному значению: чем меньше показатель, тем ниже потребительская ценность конечного продукта.

$$X_i = \frac{(m_i - m_k)}{m_k} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_i$  — значение показателя ранжируемого сорта зернового сырья (табл. 1);  $m_k$  — значение соответствующего контрольного показателя значения.

Количество положительных отклонений определяли как сумму показателей качества со знаком «+», количество отрицательных отклонений — со знаком «-»; относительный размер положительного отклонения рассчитывали как сумму положительных отклонений по ранжируемому сорту, отрицательного отклонения — как сумму отрицательных отклонений.

1.

(2011–2013 .)

3-

Наименование сорта сырья	Наименование показателей													Железо, мг/кг	
	Натура зерна, г/дм <sup>3</sup>	Масса 1000 зерен, г	Энергия прорастания, % (П)	Способность прорастания, % (З)	Выравненность, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %	Массовая доля белков, %	Полифенольные вещества, мг/100 г	бета-каротин, мг/100 г	Витамин В <sub>1</sub> , мг/100 г	Витамин В <sub>2</sub> , мг/100 г	Цинк, мг/кг		Медь, мг/кг
<b>ЯЧМЕНЬ</b>															
Радзімч	680±8	50,0±3,5	55,6±1,6	80,0±3,9	79,7±3,9	58,0±3,0	80,5±1,5	11,8±1,1	0,31±0,09	0,33±0,18	0,32±0,08	0,10±0,05	9,1±3,7	1,5±0,5	22,5±2,6
Фэст	715±6	52,0±2,8	96,4±0,8	97,0±0,7	96,4±1,6	64,1±3,2	82,0±0,3	10,3±0,8	0,33±0,08	0,37±0,07	0,35±0,11	0,12±0,07	20,5±5,1	3,0±1,2	31,5±2,4
Магутны	678±5	48,0±2,4	83,6±2,8	87,2±1,1	89,2±3,2	46,1±1,5	80,0±1,4	12,0±1,0	0,32±0,11	0,28±0,10	0,34±0,16	0,11±0,04	10,3±2,4	2,1±0,5	19,7±5,3
Стратус	683±4	51,0±4,2	90,4±2,1	92,3±1,8	84,5±2,3	60,0±2,1	81,8±0,2	10,4±1,2	0,35±0,10	0,64±0,14	0,32±0,07	0,12±0,08	9,8±4,0	2,1±0,6	9,8±1,6
Батька	686±5	44,0±3,2	93,4±1,7	95,6±1,4	80,3±1,9	57,2±1,9	77,6±1,6	14,1±0,3	0,35±0,06	0,29±0,10	0,33±0,15	0,09±0,05	7,8±1,0	2,0±1,2	10,8±1,0
Бровар	630±4	52,0±2,3	94,5±1,1	98,6±0,3	90,2±2,7	60,5±3,9	81,9±0,7	10,5±1,0	0,34±0,05	0,09±0,04	0,35±0,17	0,14±0,03	18,4±3,1	3,1±0,5	24,3±3,4
<b>ПШЕНИЦА</b>															
Леана	772±18	34,0±2,6	96,8±0,8	97,0±0,7	92,1±2,0	58,4±2,9	81,2±1,2	8,1±0,9	0,14±0,04	0,23±0,06	0,39±0,16	0,05±0,03	19,4±1,5	1,9±0,9	25,4±4,5
Любава	765±17	42,0±4,7	90,4±1,6	93,2±1,9	84,6±0,8	64,6±2,8	81,7±0,8	8,9±0,9	0,12±0,03	0,25±0,04	0,36±0,16	0,06±0,03	16,5±1,9	1,7±1,0	22,9±9,9
Сударыня	808±9	42,0±3,2	98,4±0,3	99,0±0,3	96,4±1,2	68,0±2,8	82,6±0,4	7,9±0,6	0,28±0,02	0,08±0,04	0,38±0,13	0,09±0,05	22,4±5,5	3,0±0,5	33,9±6,8
Ласка	755±22	35,0±2,8	90,1±2,8	92,3±2,6	92,4±1,0	57,6±3,5	78,4±1,5	11,6±0,7	0,18±0,04	0,49±0,07	0,37±0,10	0,10±0,05	15,8±3,3	2,7±0,7	31,7±2,9
Сабина	750±7	37,0±5,6	96,5±1,0	98,9±1,0	80,9±1,9	57,2±3,3	75,7±2,9	15,1±0,6	0,26±0,04	0,48±0,08	0,36±0,11	0,10±0,06	20,6±4,0	1,5±0,6	18,4±3,3
Элегія	800±9	46,0±2,0	92,8±0,9	94,6±0,9	89,3±1,7	66,2±4,7	82,0±0,7	9,3±1,1	0,28±0,03	0,53±0,09	0,39±0,14	0,11±0,05	22,4±6,2	1,8±0,5	28,9±4,4
Канвеер	760±13	49,0±2,6	97,6±0,7	98,2±0,4	94,3±1,2	58,2±5,3	79,7±1,5	12,5±1,3	0,15±0,05	0,04±0,02	0,38±0,12	0,13±0,07	20,6±4,6	2,2±1,3	31,2±3,2
<b>ОВЕС</b>															
Гоша	671±7	32,0±1,7	93,6±1,7	94,8±1,7	92,4±0,7	53,1±3,2	76,6±2,2	13,2±1,5	0,12±0,04	0,54±0,12	0,48±0,12	0,18±0,05	33,2±4,0	3,1±2,7	43,1±6,9
Крепыш	686±8	26,5±1,3	91,8±1,6	93,0±1,6	85,6±2,4	54,8±2,9	77,5±2,2	11,2±0,9	0,15±0,04	0,44±0,15	0,46±0,21	0,13±0,06	34,2±4,0	3,0±1,2	28,4±7,9
Вандроўнік	600±22	28,3±2,1	93,6±1,2	95,4±1,2	89,4±1,8	49,5±3,5	74,7±2,9	14,8±1,6	0,11±0,02	0,43±0,13	0,49±0,12	0,19±0,05	31,1±3,6	2,9±0,4	29,4±4,2
Фрыстайл	539±15	36,0±2,5	51,4±4,0	83,6±4,0	71,1±2,9	42,0±2,9	61,8±3,0	10,1±1,1	0,32±0,06	0,32±0,06	0,44±0,10	0,12±0,07	45,2±14,4	3,1±1,2	15,6±3,3
Факс	570±8	40,0±1,6	53,4±2,8	85,2±1,4	69,3±3,0	45,3±2,7	66,5±2,9	8,5±0,8	0,31±0,11	0,24±0,08	0,45±0,17	0,11±0,07	44,6±7,3	3,2±2,3	18,9±4,6
Лідыя	574±8	36,0±5,6	43,5±3,1	62,4±2,6	78,4±1,7	46,6±2,5	69,8±1,9	8,9±1,0	0,41±0,09	0,28±0,05	0,43±0,16	0,14±0,06	38,2±6,8	0,5±0,4	22,4±8,4
Дэбют	525±9	38,0±1,8	45,5±2,5	67,6±2,2	65,6±1,1	35,8±2,0	60,8±2,9	11,5±1,2	0,42±0,09	0,22±0,06	0,41±0,25	0,09±0,05	42,4±18,0	3,1±0,8	17,3±3,0

Таблица 1

Наименование сорта сырья	Наименование показателей														
	Натура зерна, г/дм <sup>3</sup>	Масса 1000 зерен, г	Энергия прорастания, % (П)	Способность прорастания, % (Э)	Выравненность, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %	Массовая доля белков, %	Полифенольные вещества, мг/100 г	бета-каротин, мг/100 г	Витамин В <sub>1</sub> , мг/100 г	Витамин В <sub>2</sub> , мг/100 г	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг	Железо, мг/кг
<b>РОЖЬ</b>															
Пралеска	650±8	46,0±2,1	87,8±1,5	90,4±1,3	86,2±2,5	47,5±2,2	70,2±3,2	10,7±1,7	0,15±0,04	0,54±0,11	0,45±0,18	0,31±0,06	27,2±1,9	1,6±0,7	45,8±7,4
Зазерская 3	700±7	52,0±2,8	97,4±0,8	98,0±0,5	90,2±1,2	60,3±2,0	80,7±1,5	11,9±1,5	0,22±0,09	0,41±0,08	0,53±0,24	0,34±0,15	22,7±2,3	3,1±0,6	64,7±7,0
Офелия	673±11	49,1±2,5	85,4±4,4	88,4±1,5	89,4±0,9	55,4±3,2	78,6±1,5	13,6±1,4	0,18±0,04	0,47±0,13	0,44±0,08	0,27±0,16	21,4±3,4	1,8±0,5	55,1±11,5
Плиса	664±10	47,6±1,9	86,2±2,0	87,3±2,2	86,7±1,9	52,7±2,9	75,0±3,1	10,9±1,7	0,19±0,06	0,18±0,09	0,43±0,28	0,27±0,15	16,9±2,5	2,8±0,5	22,8±6,1
<b>ТРИТИКАЛЕ</b>															
Узор	715±9	46,5±1,8	92,6±1,6	93,4±1,1	86,3±1,8	63,7±2,4	80,7±1,5	10,9±1,8	0,22±0,05	0,31±0,06	0,43±0,15	0,25±0,12	22,5±2,5	2,8±0,7	23,4±7,2
Садко	707±11	46,1±1,8	84,0±1,9	92,4±1,7	85,0±1,4	58,4±6,8	79,3±2,1	12,9±1,5	0,24±0,04	0,40±0,08	0,41±0,05	0,21±0,06	25,4±2,0	1,7±0,5	31,8±6,1
Эра	705±9	44,3±1,6	93,2±1,7	94,0±1,9	93,4±1,1	66,4±5,9	82,5±0,8	13,5±1,4	0,25±0,04	0,37±0,13	0,44±0,07	0,27±0,17	26,0±2,1	3,1±0,7	37,2±2,8
Руно	660±7	42,6±1,5	94,4±1,9	96,0±1,2	85,3±2,5	61,0±2,0	79,5±2,0	10,2±1,1	0,24±0,06	0,32±0,08	0,48±0,12	0,19±0,05	21,3±6,1	2,8±0,6	38,7±6,4



2.

Показатели качества	Контрольные значения	Источник
Способность прорастания, не менее, %	92,0	[8, 9]
Разница между энергией и способностью прорастания, не более, %	2,0	[8]
Экстрактивность, не менее, %	75,0	[8, 9]
Содержание крахмала, не менее, %	60,0	[8, 9]
Выравненность, не менее, %	80,0	[8, 9]
Натура, не менее, г/дм <sup>3</sup> :		[1, 2, 8, 10]
ячмень, рожь	680	
пшеница	730	
тритикале	700	
овес	550	
Абсолютная масса, не менее, г:		[1, 2, 8, 10]
ячмень, пшеница, рожь	42,0	
тритикале	44,0	
овес	32,0	
Содержание белка, не менее, %	15,0	[8, 9]
Содержание полифенольных веществ, не менее, мг%	0,5	[8, 9]
Содержание витамина В <sub>1</sub> , не менее, мг в сутки	1,5	[11]
Содержание витамина В <sub>2</sub> , не менее, мг в сутки	1,8	
Содержание витамина бета-каротин, не менее, мг в сутки	5,0	
Содержание цинка, не менее, мг в сутки	12,0	
Содержание меди, не менее, мг в сутки	1,0	
Содержание железа, не менее, мг в сутки	18,0	

На основании данных, представленных в табл. 1 и 2, определены значения количеств, относительных размеров, амплитуды и соотношений положительных и отрицательных отклонений в технологических показателях и биохимическом составе зернового сырья относительно соответствующих им контрольных значений. Расчеты за 2011–2013 гг. и их результаты приведены в табл. 3–4.

Анализируя данные, представленные в табл. 3–4, было выявлено наличие различий в направленности и величине отклонений, что свидетельствует о широком диапазоне отклонений значений технологических показателей и биохимического состава исследуемых видов зернового сырья. Так, из 15 рассматриваемых показателей выше контрольных значений в исследуемом ряду отмечены от 2 до 7 показателей (натура, абсолютная масса, способность прорастания, выравненность, крахмал, экстрактивность), ниже контрольных — от 8 до 15 показателей (полифенольные вещества, белок, витамины, минеральные вещества и др.).

Выявление пригодных сортов определяли на основании суммарных значений положительных и отрицательных отклонений в технологических и биохимических показателях зерна. Результаты представлены на рис.

На основании данных, представленных на рис., можно выделить следующие сорта, имеющие наибольшие суммарные значения положительных отклонений относительно контрольных значений: для ячменя — это сорта Фэст и Бровар; для пшеницы — сорта Леана, Сударыня, Элегия и Канвеер; для овса — сорта Гоша и Крепыш; для ржи — сорта Зазерская 3 и Плиса, для тритикале — сорта Эра и Узор. Наибольшими суммарными значениями отрицательных отклонений характеризовались ячмень сорта Радзіміч, овес сортов Фристайл, Факс, Лидия и Дебют, рожь сорта Пралеска, тритикале сорта Садко.

3.

Наименование сорта сырья	Наименование показателей														
	Натура зерна, г/дм <sup>3</sup>	Масса 1000 зерен, г	Способность прорастания, %	П-Э <sup>апр</sup> , %	Выравненность, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %	Массовая доля белков, %	Полифенольные вещества, мг/100 г	бета-каротин, мг/100 г	Витамин В <sub>1</sub> , мг/100 г	Витамин В <sub>2</sub> , мг/100 г	Цинк, мг/100 г	Железо, мг/100 г	Медь, мг/100 г
<b>ЯЧМЕНЬ</b>															
Радзіміч	0,0	+19,0	-13,0	-1120,0	-0,4	-3,3	+7,3	-21,3	-38,0	-93,4	-78,7	-94,4	-92,4	-85,0	-87,5
Фэст	+5,1	+23,8	+5,4	+70,0	+20,5	+6,8	+9,3	-31,3	-34,0	-92,6	-76,7	-93,3	-82,9	-70,0	-82,5
Магутны	-0,3	+14,3	-5,2	-80,0	+11,5	-23,2	+6,7	-20,0	-36,0	-94,4	-77,3	-93,9	-91,4	-79,0	-89,1
Стратус	+0,4	+21,4	+0,3	+5,0	+5,6	0,0	+9,1	-30,7	-30,0	-87,2	-78,7	-93,3	-91,8	-79,0	-94,6
Бат'ка	+0,9	+4,8	+3,9	-10,0	+0,4	-4,7	+3,5	-6,0	-30,0	-94,2	-78,0	-95,0	-93,5	-80,0	-94,0
Бровар	-7,4	+23,8	+7,2	-105,0	+12,8	+0,8	+9,2	-30,0	-32,0	-98,2	-76,7	-92,2	-84,7	-69,0	-86,5
<b>ПШЕНИЦА</b>															
Леана	+5,8	-19,0	+5,4	+90,0	+15,1	-2,7	+8,3	-46,0	-72,0	-95,4	-74,0	-97,2	-83,8	-81,0	-85,9
Любава	+4,8	0,0	+1,3	-40,0	+5,8	+7,7	+9,0	-40,7	-76,0	-95,0	-76,0	-96,7	-86,3	-83,0	-87,3
Сударыня	+10,7	0,0	+7,6	+70,0	+20,5	+13,3	+10,1	-47,3	-44,0	-98,4	-74,7	-95,0	-81,3	-70,0	-81,2
Ласка	+3,4	-16,7	+0,3	-10,0	+15,5	-4,0	+4,5	-22,7	-64,0	-90,2	-75,3	-94,4	-86,8	-73,0	-82,4
Сабіна	+2,7	-11,9	+7,5	-20,0	+1,1	-4,7	+1,0	+0,7	-48,0	-90,4	-76,0	-94,4	-82,8	-85,0	-89,8
Элегія	+9,6	+9,5	+2,8	+10,0	+11,6	+10,3	+9,3	-38,0	-44,0	-89,4	-74,0	-93,9	-81,3	-82,0	-83,9
Канвеер	+4,1	+16,7	+6,7	+70,0	+17,9	-3,0	+6,3	-16,7	-70,0	-99,2	-74,7	-92,8	-82,8	-78,0	-82,7
<b>ОВЕС</b>															
Гоша	+22,0	-23,8	+3,0	+40,0	+15,5	-11,5	+2,1	-12,0	-76,0	-89,2	-68,0	-90,0	-72,3	-69,0	-76,1
Крепыш	+24,7	-36,9	+1,1	+40,0	+7,0	-8,7	+3,3	-25,3	-70,0	-91,2	-69,3	-92,8	-71,5	-70,0	-84,2
Вандронік	+9,1	-32,6	+3,7	+10,0	11,8	-17,5	-0,4	-1,3	-78,0	-91,4	-67,3	-89,4	-74,1	-71,0	-83,7
Фрыстайл	-2,0	-14,3	-9,1	-1010,0	-11,1	-30,0	-17,6	-32,7	-36,0	-93,6	-70,7	-93,3	-62,3	-69,0	-91,3
Факс	+3,6	-4,8	-7,4	-990,0	-13,4	-24,5	-11,3	-43,3	-38,0	-95,2	-70,0	-93,9	-62,8	-68,0	-89,5
Лідія	+4,4	-14,3	-32,2	-345,0	-2,0	-22,3	-6,9	-40,7	-18,0	-94,4	-71,3	-92,2	-68,2	-95,0	-87,6
Дэют	-4,5	-9,5	-26,5	-510,0	-18,0	-40,3	-18,9	-23,3	-16,0	-95,6	-72,7	-95,0	-64,7	-69,0	-90,4
<b>РОЖЬ</b>															
Пралеска	-4,4	+9,5	-1,7	-30,0	+7,8	-20,8	-6,4	-28,7	-70,0	-89,2	-70,0	-82,8	-77,3	-84,0	-74,6
Зазерская 3	+2,9	+23,8	+6,5	+30,0	+12,8	+0,5	+7,6	-20,7	-56,0	-91,8	-64,7	-81,1	-81,1	-69,0	-64,1
Офелія	-1,0	+16,9	-3,9	-50,0	+11,8	-7,7	+4,8	-9,3	-64,0	-90,6	-70,7	-85,0	-82,2	-82,0	-69,4
Пліса	-2,4	+13,3	-5,1	+45,0	+8,4	-12,2	0,0	-27,3	-62,0	-96,4	-71,3	-85,0	-85,9	-72,0	-87,3
<b>ТРИТИКАЛЕ</b>															
Узор	+2,1	+5,7	+1,5	+60,0	+7,9	+6,2	+7,6	-27,3	-56,0	-93,8	-71,3	-86,1	-81,3	-72,0	-87,0
Салко	+1,0	+4,8	+0,4	-320,0	+6,3	-2,7	+5,7	-14,0	-52,0	-92,0	-72,7	-88,3	-78,8	-83,0	-82,3
Эра	+0,7	+0,7	+2,2	+60,0	+16,8	+10,7	+10,0	-10,0	-50,0	-92,6	-70,7	-85,0	-78,3	-69,0	-79,3
Руно	-5,7	-3,2	+4,3	+20,0	+6,6	+1,7	+6,0	-32,0	-52,0	-93,6	-68,0	-89,4	-82,3	-72,0	-78,7

4.

Наименование сорта сырья	Количество отклонений, шт			Относительные размеры отклонений, %			
	полож.	отриц.	полож./отр.	полож.	отриц.	амплитуда	полож./отр.
<b>ЯЧМЕНЬ</b>							
Радзіміч	3	12	0,3	26,4	1727,4	1753,8	0,02
Фэст	7	8	<b>0,9</b>	141,1	563,3	704,4	<b>0,25</b>
Магутны	3	12	0,3	32,5	689,8	722,2	0,05
Стратус	7	8	<b>0,9</b>	41,9	585,4	627,3	0,07
Батька	5	10	0,5	13,4	585,4	598,8	0,02
Бровар	5	10	0,5	53,8	681,7	735,4	0,08
<b>ПШЕНИЦА</b>							
Леана	5	10	0,5	124,6	657,0	781,6	0,19
Любава	6	9	0,7	28,5	702,9	731,4	0,04
Сударыня	7	8	<b>0,9</b>	132,2	591,9	724,1	<b>0,22</b>
Ласка	4	11	0,4	23,8	619,5	643,3	0,04
Сабина	5	10	0,5	13,0	603,0	616,0	0,02
Элегия	7	8	<b>0,9</b>	63,2	586,6	649,8	0,11
Канвеер	6	9	0,7	121,7	599,9	721,6	0,20
<b>ОВЕС</b>							
Гоша	5	10	<b>0,5</b>	82,7	587,9	670,5	<b>0,14</b>
Крепыш	5	10	<b>0,5</b>	76,1	619,9	696,0	0,12
Вандроунік	4	11	0,4	34,5	606,7	641,2	0,06
Фростаіл	0	15	0,0	0,0	1643,1	1643,1	0,00
Факс	1	14	0,1	3,6	1612,1	1615,8	0,00
Лидия	1	14	0,1	4,4	990,0	994,4	0,00
Дебют	0	15	0,0	0,0	1154,4	1154,4	0,00
<b>РОЖЬ</b>							
Пралеска	2	13	0,2	17,3	755,9	773,2	0,02
Зазерская 3	7	8	<b>0,9</b>	84,1	528,4	612,5	<b>0,16</b>
Офелия	3	12	0,3	33,5	615,8	649,2	0,05
Плиса	4	11	0,4	66,7	607,0	673,7	0,11
<b>ТРИТИКАЛЕ</b>							
Узор	7	8	<b>0,9</b>	91,0	574,8	665,8	0,16
Садко	5	10	0,5	18,2	885,9	904,1	0,02
Эра	7	8	<b>0,9</b>	101,0	535,0	635,9	<b>0,19</b>
Руно	5	10	0,5	38,6	576,8	615,5	0,07

Расчет соотношения положительных и отрицательных отклонений позволил обозначить последовательность сортов в порядке снижения степени их пригодности по совокупности технологических показателей и биохимическому составу относительно контрольных значений:

♦ для ячменя: сорт *Фэст* [0,25] > сорт Бровар [0,08] > сорт Стратус [0,07] > сорт сорт Магутны [0,05] > Радзіміч = сорт Батька [0,02];

- ♦ для пшеницы: сорт *Сударыня* [0,22] > сорт *Канвеер* [0,20] > сорт *Леана* [0,19] > сорт *Элегия* [0,11] > сорт *Любава* = сорт *Ласка* [0,04] > сорт *Сабина* [0,02];
- ♦ для овса: сорт *Гоша* [0,14] > сорт *Крепыш* [0,12] > *Вандроуник* [0,06] > сорт *Лидия* = сорт *Факс* = сорт *Фристайл*=сорт *Дебют* [0,00];
- ♦ для ржи: сорт *Зазерская 3* [0,16] > сорт *Плиса* [0,11] > сорт *Офелия* [0,05] > сорт *Пралеска* [0,02];
- ♦ для тритикале: сорт *Эра* [0,19] > сорт *Узор* [0,16] > сорт *Руно* [0,07] > сорт *Садко* [0,02].

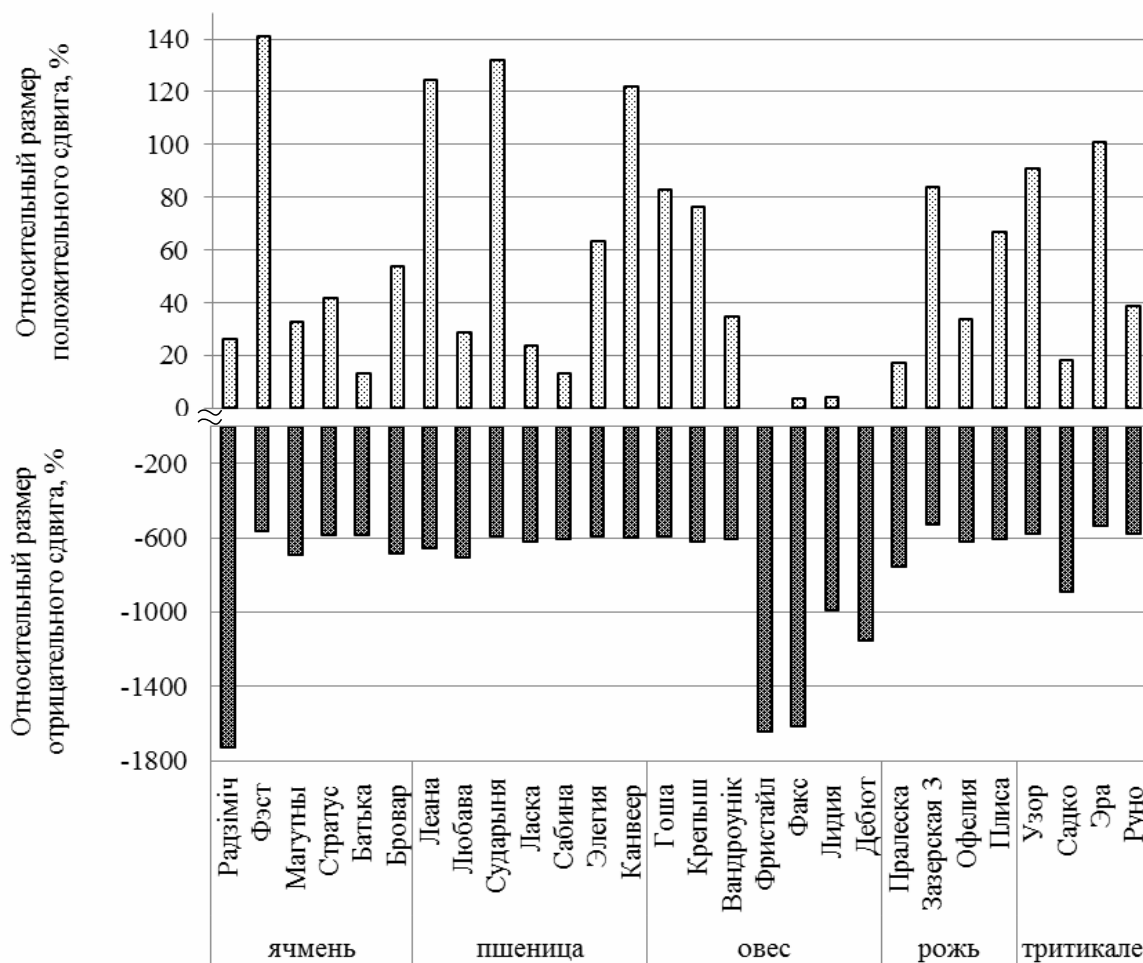


Рис. Усредненные данные по соотношению положительных и отрицательных отклонений в технологических и биохимических показателях исследуемого зернового сырья

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана номенклатура показателей качества и определены критерии их оценки для получения солодов и полисолодовых экстрактов высокого качества. Рассчитаны размеры отклонений по технологическим и биохимическим показателям относительно разработанных критериев. Установлена последовательность сортов в порядке снижения степени их пригодности для производства полисолодовых экстрактов на основании расчета соотношения положительных и отрицательных отклонений.

Рекомендованы следующие сорта зернового сырья белорусской селекции как наиболее перспективные и пригодные: ячмень сорта *Фэст*, пшеница сорта *Сударыня*, овес сорта *Гоша*, рожь сорта *Зазерская 3* и тритикале сорта *Эра*.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Шалюта, А. Е.* Физическо-химические свойства зерновых и бобовых культур белорусской селекции / А. Е. Шалюта, В. М. Комарова, О. В. Агеенко // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. — Могилев, 2012. — С. 161.
2. *Солодухина, М. А.* Технологические свойства ячменя белорусской селекции / М. А. Солодухина, Т. И. Сароченко, А. В. Матвеева, Л. В. Рукшан // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 22–23 апреля 2010 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. — Могилев, 2010. — С. 152.
3. О сортах зерновых и бобовых культур включенных в государственный реестр // Информация ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://sorttest.by>. — Дата доступа: 12.09.2009.
4. *Косминский, Г. И.* Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по техническому контролю производство / Г. И. Косминский. — 2-е издание. — Минск: Дизайн ПРО, 2001. — 352 с.
5. *Ермаков, А. И.* Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.] — 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. — 430 с.
6. Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом: ГОСТ 30538-97. — Введ. 05.01.2001. — Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1997. — 64 с.
7. Способ ранжирования таксонов растения: пат. 17648 Республика Беларусь, А 01Н 1/04, А 01G 1/00 / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев; заявитель государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». — № а 20101502; завл. 20.10.2010; опубл. 30.06.2012.
8. *Меледина, Т. В.* Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т. В. Меледина. — СПб.: Профессия, 2003. — 304 с.
9. *Казаков, Е. Д.* Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 512 с.
10. Овес голозерный продовольственный и кормовой: ТУ ВУ 700036606.084-2007. — Могилев: УО «МГУП», 2007. — 11 с.
11. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.svetlce.by>. — Дата доступа: 21.10.2014.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 27.01.2015*

**Е. М. Morgunova, S. L. Masansky, M. L. Mikulinich**

**THE CHOICE OF GRAIN RAW MATERIALS OF THE BELARUSIAN SELECTION BY RANGING METHOD FOR RECEIVING POLYMALT EXTRACTS**

In the article the choice of grain raw materials of the Belarusian selection on technological indicators and biochemical structure by a ranging method is described. The relative amount of shifts and an orientation of distinctions in indicators of quality of the studied grades with control values are determined. The sequence of grades as decrease in degree of their suitability for production of polymalt extracts is established.

*В статье приведены результаты исследований влияния дифференцированной переработки зерна на процессы приготовления замеса и его механико-ферментативной обработки. При переработке шелушенного зерна обеспечивается увеличение концентрации декстринизированного сусла до 22,6–23,2 % (для ржи), и 23,4–23,8 (для тритикале) % в то время как концентрация сусла на зерне без шелушения составляет 21,2 % (для ржи) и 22,9 % (для тритикале), что будет способствовать росту крепости зрелой бражки, и, как следует, снижение энергопотребления на стадии брагоректификации.*

*С увеличением процента снятия ржаной мучки (шелухи) до 5,06–7,25 %, отмечено улучшение подвижности технологической среды. Текучесть декстринизированного ржаного сусла уменьшилась с 21 до 19–18 с.*

*С увеличением выхода тритикалевой мучки до 5,15–6,92 %, так же отмечено улучшение подвижности технологической среды. Текучесть декстринизированного сусла при переработке шелушенного зерна тритикале уменьшилась с 3,3 до 2,9–2,8 с.*

*Полученный результат позволяет утверждать о возможности снижения расхода ферментных препаратов разжижающего действия: термостабильной  $\alpha$ -амилазы и фермента гидролизующего некрахмалистые полисахариды.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА НА ПРОЦЕССЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАМЕСА И МЕХАНИКО-ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ**

**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, начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;*

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

Перспективным направлением развития спиртовой отрасли Республики Беларусь является активное внедрение низкотемпературных механико-ферментативных схем обработки крахмалсодержащего сырья. Мировые тенденции развития производства этилового спирта из пищевого сырья показывают, что совершенствование технологий с целью повышения эффективности производства при одновременном сохранении качества продукции требует проведения комплекса исследований по выявлению превентивных решений оптимизации процессов производства спирта. В биотехнологии получения этанола по механико-ферментативной схеме водно-тепловой обработки наряду с совершенствованием процессов ферментативной деструкции крахмалсодержащего сырья, решающее значение приобретает дифференцированный подход к его переработке, что может стать решающим фактором, способствующим повышению концентрации перерабатываемого зернового сусла в спиртовом производстве и, как следствие, растущая суточная производительность конечного продукта, снижение топливно-энергетических ресурсов, водопотребление и т. д.

В лаборатории отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» было исследовано влияние дифференцированной переработки зерна на процессы приготовления замеса и его механико-ферментативной обработки. В качестве объектов исследования использовались образцы шелушенного и нешелушенного зерна ржи и тритикале.

Исследовательская работа выполнялась в рамках задания 5.19 «Усовершенствовать и внедрить ресурсосберегающую технологию производства этилового спирта с дифференцированным разделением биополимеров зерна» государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс» подпрограмма «Агропромкомплекс — устойчивое развитие» на 2013–2015 гг. Внедрение данной технологии будет осуществлено на Ивацевичском спиртзаводе ОАО «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко».

Процесс подготовки осахаренного сусла осуществляли по режимам принятым на Ивацевичском спиртзаводе ОАО «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко»: степень помола зерна 94–95 % (проход через сито диаметром отверстий 1мм); приготовление замеса при гидромодуле 1:2,8 и рН 6,0–6,2; механико-ферментативную обработку сырья проводили при температуре 67–69 °С в течение 40 мин, далее при температуре 86–88 °С в течение 2,5 ч. Частота вращения мешалки составляла 30–40 об/мин.

Механико-ферментативную обработку сырья проводили в лабораторном ферментере ЛР-1 (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторный ферментер ЛР-1

Для гидролиза некрахмалистых полисахаридов использовали ферментный препарат Талзим ХЛ75 (Talzyme XL75) производства Sunson industry group. Co. LTD. (Китай) (далее — Талзим ХЛ75), для гидролиза крахмала — ферментный препарат термостабильной  $\alpha$ -амилазы Ликвафло (Liquoflow) производства Novozymes A/S (Дания) (далее — Ликвафло).

Эффективность данных препаратов были ранее подтверждена производственными испытаниями на концентрациях 20–22 % сухих веществ на ряде ведущих предприятий спиртовой отрасли Республике Беларусь.

Ферментный препарат Талзим ХЛ75 применяется в спиртовой отрасли для снижения вязкости сусла, путем гидролиза некрахмалистых полисахаридов. Препарат Талзим ХЛ75 это сбалансированная смесь ксиланазы и Я-глюканазы, полученная путем глубинного культивирования культуры гриба *Trichoderma reesei*. Талзим ХЛ75 обеспечивает активный гидролиз некрахмалистых полисахаридов (пентозанов и Я-глюканов) ржи, ячменя, тритикале до декстринов различной молекулярной массы. Пентозаны и Я-глюканы, содержащиеся в зерновом сырье, повышают вязкость замесов и сусла. Способность препарата снижать вязкость замесов и сусла значительно облегчает работу технологического оборудования при переработке зерна с высоким

содержанием некрахмалистых полисахаридов, способствует более глубокому проведению и ускорению процесса гидролиза крахмала амилолитическими ферментами [1].

Фермент Ликвафло — препарат, содержащий бактериальную термостабильную  $\alpha$ -амилазу, произведенный генетически модифицированным штаммом микроорганизма *Bacillus licheniformis*.

Ферментный препарат Ликвафло представляет собой эндоамилазу, которая гидролизует  $\alpha$ -1,4-глюкозидные связи в амилозе и амилопектине, что приводит к быстрому снижению вязкости клейстеризованного крахмала. Продуктами распада являются декстрины с различной длиной цепи и олигосахариды.

Ферментный препарат Ликвафло используется для разжижения крахмалсодержащих замесов. Благодаря широкому рабочему диапазону рН и низким требованиям ферментного препарата к содержанию кальция ( $Ca^{2+}$ ), процессы регулировки рН и добавления кальция можно исключить, что упрощает ведение технологического процесса [2].

Ферментативная активность препаратов определялась согласно: ксиланазная (КСА) по МВИ. МН 3225, амилолитическая активности (АС) по ГОСТ 20264.2. Активности ферментных препаратов и их характеристики согласно данным фирм-производителей [1, 2], представлены в табл. 1.

1.

Препарат	Фирма-производитель	Активность фермента	Эффективные условия действия	
			темпера-тура, °С	рН
Талзим ХЛ75	Sunson industry group. Co. LTD. (Китай)	8063,0 ед. КСА/ см <sup>3</sup>	30–70	3,0–7,0
Ликвафло	Novozymes A/S (Дания)	1497,3 ед. АС/ см <sup>3</sup>	60–95	4,5–6,5

Дозировка ферментного препарата Ликвафло составляла 0,30 ед. АС/г условного крахмала, дозировка ферментного препарата Талзим ХЛ75 — 0,20 дм<sup>3</sup>/т сухих веществ.

В процессе экспериментов исследуемые образцы суслу изучали по следующим технологическим показателям: начальная рН, текучесть суслу определяли на Вискозиметре ВЗ-246, (рис. 2), видимая концентрация растворимых сухих веществ (СВ, %), концентрация редуцирующих веществ (РВ, %) [3].



Рис. 2. Вискозиметр ВЗ-246



Результаты испытаний физико-химических показателей суслу зафиксированные в процессе приготовления замеса и его механико-ферментативной обработки при дифференцированной переработке зерна ржи, приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает, при одинаковом исходном гидромодуле (1,0:2,8) к 2,5 ч гидролиза при переработке шелушенного зерна обеспечивается увеличение концентрации декстринизированного суслу ржи до 22,6–23,2 %, в то время как концентрация суслу на зерне ржи без шелушения составляет 21,2 %. Содержание редуцирующих веществ по окончании процесса водно-тепловой и ферментативной обработки находится примерно на одном уровне 7,8–8,0 %.

2. - , -

Наименование образца	Стадии технологического процесса									
	Приготовление замеса при температуре 67–69 °С			Механико-ферментативная обработка зернового сырья при температуре 85–86 °С						
	рН суслу (начало эксперимента)	40 мин экспозиции		90 мин экспозиции		120 мин экспозиции		150 мин экспозиции		
		СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	РВ, %
Контроль (рожь без шелушения)	6,2	19,0	49,0	20,5	20,0	21,0	20,0	21,2	21	7,8
Рожь с шелушением 3,47 %	6,2	21,5	56,0	22,0	20,0	22,4	20,0	22,6	21	7,9
Рожь с шелушением 5,06 %	6,2	21,5	52,0	22,5	21,0	22,7	19,0	22,9	19	7,9
Рожь с шелушением 7,25 %	6,2	21,7	45,0	22,6	19,0	23,1	18,0	23,2	18	8,0

С увеличением процента снятия мучки (шелухи) до 5,06–7,25 % так же отмечено улучшение подвижности технологической среды. Текучесть декстринизированного суслу уменьшилась с 21 до 19–18 с. Полученный результат позволяет утверждать о возможности снижения расхода ферментных препаратов разжижающего действия как термостабильной  $\alpha$ -амилазы, так и фермента гидролизующего некрахмалистые полисахариды.

Результаты испытаний физико-химических показателей суслу, зафиксированные в процессе приготовления замеса и его механико-ферментативной обработки при дифференцированной переработке зерна тритикале, приведены в табл. 3.

3. -

Наименование образца	Стадии технологического процесса									
	Приготовление замеса при температуре 67–69 °С			Механико-ферментативная обработка зернового сырья при температуре 85–86 °С						
	рН суслу (начало эксперимента)	40 мин экспозиции		90 мин экспозиции		120 мин экспозиции		150 мин экспозиции		
		СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	СВ, %	теку- честь, с	РВ, %
Контроль (тритикале без шелушения)	6,3	19,0	7,6	22,2	3,8	22,7	3,7	22,9	3,3	8,0
Тритикале с шелушением 3,01 %	6,3	19,8	7,4	22,6	3,4	23,2	3,1	23,4	2,9	8,2
Тритикале с шелушением 5,15 %	6,3	20,9	7,0	22,7	3,4	23,5	2,9	23,7	2,8	8,1
Тритикале с шелушением 6,92 %	6,3	20,0	8,2	23,3	3,1	23,6	2,8	23,8	2,8	8,3

На основании изучения экспериментальных данных, представленных в табл. 3, установлено, что при равном исходном гидромодуле при времени экспозиции 150 мин переработка шелушенного тритикале обеспечивает увеличение концентрации сухих веществ сусла с 22,9 % (контроль) до 23,4–23,8 %, что будет способствовать росту крепости зрелой бражки. Концентрация редуцирующих веществ по окончании процесса водно-тепловой и ферментативной обработки находится в пределах 8,0–8,3 %.

С увеличением выхода мучки до 5,15–6,92 %, так же отмечено улучшение подвижности технологической среды. Текучесть декстринизированного сусла при переработке шелушенного зерна тритикале уменьшилась с 3,3 до 2,9–2,8 с.

Следует отметить, что исходя из результатов по текучести зерна ржи (21,2–23,2 с) и тритикале (2,8–3,3 с), представленных в табл. 2 и 3, можно сделать вывод, что для снижения вязкости концентрированных технологических сред и оптимизации биотехнологических процессов при производстве этилового спирта целесообразно рекомендовать переработку ржи только в смеси с тритикале или другими зерновыми культурами.

По результатам экспериментальных работ установлено:

- ♦ при переработке тритикале образуется более подвижное декстринизированное сусло, чем при переработке зерна ржи, что согласуется с особенностями химического состава данных зерновых культур;
- ♦ снижение текучести ржаного и тритикалевого декстринизированного сусла позволяет утверждать о возможности снижения расхода ферментных препаратов термостабильной  $\alpha$ -амилазы и фермента, гидролизующего некрахмалистые полисахариды при производстве этилового спирта из пищевого сырья по технологии с дифференцированным разделением биополимеров сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Тананайко, Т. М.* Технологическая инструкция по применению ферментного препарата ферментного препарата Талзим ХЛ75 (Talzyme XL75) производства Sunson industry group. Co. LTD. (Китай) в спиртовой промышленности: ТИ ВУ 190239501.5.988-2013/ Т. М. Тананайко: утв. Науч. — практ. центр НАН Беларуси по продов. 08.02.2013. Введ. 08.02.2013. — Минск, 2013. — 13 с.
2. *Тананайко, Т. М.* Технологическая инструкция по применению ферментного препарата Ликвафло (Liquoflow) производства компании Novozymes A/S (Дания) в спиртовой промышленности: ТИ ВУ 190239501.5.890-2012/ Т. М. Тананайко: утв. Науч. — практ. центр НАН Беларуси по продов. 01.02.2012. Введ. 01.02.2012. — Минск, 2012. — 11 с.
3. *Рухлядева, А. П.* Технохимический контроль спиртового производства / А. П. Рухлядева. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 355 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 20.02.2015*

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

### INFLUENCE OF DIFFERENTIATED GRAIN PROCESSING ON PROCESSES BATCH PREPARATION AND MECHANICAL-ENZYMATIC TREATMENT

The results of studies of the effect of differential processing of grain on the processes and batch preparation mechanics and enzymatic treatment. When processing shelled grain concentration increase is provided dekstrinization wort to 22,6–23,2 % (rye), and 23,4–23,8 % (for triticales) while the concentration of the wort on the grain without peeling was 21,2 % (rye) and 22,9 % (for triticales), which will boost the fortress mature mash, and how to reduce energy consumption at the stage distillation.

With the increase in the percentage removal of rye departure (husk) to 5,06–7,25 %, marked improvement of mobility technology environment. Fluidity dekstrinization rye mash decreased from 21 to 19–18 seconds.

With the increase in output triticale departure to 5,15–6,92 %, the same marked improvement in mobility technology environment. Fluidity dekstrinization wort during processing shelled grain triticale decreased from 3,3 to 2,9–2,8 with.

These results suggest the possibility of reducing the consumption of enzyme preparations flushing action as a thermostable  $\alpha$ -amylase, and the enzyme hydrolyzing non-starch polysaccharides.

УДК 664.715.016.8

*В работе проведен анализ реологических свойств теста, полученного из макаронной муки высшего (крупка) и первого (полукрупка) сортов. Эти свойства макаронного теста были исследованы с помощью системы Mixolab. Макаaronная мука была получена на лабораторной мельнице CD2 компании CHOPIN Technologies позволяющей получить помол, имитирующий заводской процесс, из зерна твердой пшеницы белорусской селекции сортообразца Л-21-09, выращенного в 2014 г. В полученных образцах муки также было определено содержание сырой клейковины и ее качество.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАКАРОННОЙ МУКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

**Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь**

*Ж. В. Кошак, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;*

*Е. М. Минина, аспирант;*

*А. В. Покрашинская, аспирант*

**Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Белтехнохлеб» РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*С. В. Пашук;*

*Н. С. Лаптенюк, заместитель директора*

### **Введение.**

Практика производства макаронных изделий свидетельствует о том, что лучшими макаронными свойствами обладают крупитчатые продукты помола зерна твердой пшеницы. Однако в Республике Беларусь для изготовления макаронных изделий в подавляющем большинстве случаев используют пшеничную хлебопекарную муку. При существующей технологии и действующем технологическом оборудовании изделия из такой муки по своим потребительским свойствам уступают продукции из крупитчатой муки специального макаронного назначения.

Поэтому перспективным направлением в белорусском макаронном производстве является получение макаронной муки из зерна твердой пшеницы. В Республике Беларусь проводится активная работа по селекционированию отечественных сортов твердой пшеницы, которые могут быть использованы для производства макаронной муки.

Исследования свойств макаронной муки из твердой пшеницы белорусской селекции и теста из нее позволят правильно подобрать технологические режимы и параметры производства макаронных изделий.

**Основная часть.**

Пищевые продукты в зависимости от состава, дисперсного строения и структуры обладают различными реологическими свойствами. Макаaronное тесто является сложной дисперсной системой и для получения макаронных изделий высокого качества, должно обладать оптимальными реологическими свойствами. Реологические свойства в ходе технологического процесса постоянно изменяются под воздействием различных процессов: состояния и структуры компонентов, соотношение твердой и жидкой фаз, активности ферментов. Реологические свойства теста определяются также качеством муки [1].

Макаронная мука высшего сорта (крупка) из зерна твердой пшеницы состоит из внутренних слоев эндосперма и имеет кремовый с желтым оттенком цвет. Мука первого сорта (полукрупка) состоит преимущественно из частиц периферийного эндосперма с едва заметным количеством оболочечных частиц и имеет светло-кремовый цвет [2, с. 360–362].

Макаронная мука из зерна твердой пшеницы отличается высоким содержанием белка (в среднем 12,5 % при колебаниях от 8,0 до 22,0 %) и имеет крупитчатую структуру [3]. Для исследованных образцов макаронной муки массовая доля белка составила 13,2–13,7 %.

Количество и качество клейковины характеризуют питательную ценность макаронных изделий, обуславливают физико-механические свойства выпрессовываемых сырых изделий и влияют на качество готовой продукции. Нормальными варочными свойствами обладают макаронные изделия при содержании сырой клейковины в муке 25–40 % [2, с. 360–362].

Было определено содержание и качество сырой клейковины макаронной муки, полученной из зерна твердой пшеницы сортообразца Л-21-09. Внешний вид клейковины крупки и полукрупки представлен на рис. 1а и 1б.



а) крупка



б) полукрупка

Рис. 1. Клейковина макаронной муки из зерна твердой пшеницы

Согласно ГОСТ 12307-66 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий», действующего на территории Республики Беларусь, содержание сырой клейковины в макаронной муке высшего и первого сортов должна быть не менее 30 и 32 % соответственно и относиться по качеству не менее чем ко II группе [4].

Содержание клейковины в макаронной муке высшего сорта (крупка) составило 35 %, а по качеству относилась к I группе (хорошая) — 68,9 условных единиц прибора ИДК. Содержание клейковины в макаронной муке первого сорта (полукрупка) составило 37 %, а по качеству относилась ко II группе (удовлетворительная слабая) — 79,8 условных единиц прибора ИДК.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что макаронная мука соответствует требованиям ГОСТа и может быть использована для производства качественных макаронных изделий.

Исследования реологических свойств макаронного теста проводились на приборе Mixolab с помощью специального протокола «Chopin S», который позволяет проводить анализ поведения теста при постоянной температуре 30 °С и продолжительности измерения 30 мин. Анализ основан на приготовлении массы теста с постоянным увлажнением так, чтобы получить требу-

емую консистенцию теста во время первой фазы анализа. По протоколу «Chopin S», масса образца теста 75 г и оптимальный крутящий момент 1,1 Н м.

Результаты исследования макаронного теста из муки высшего (крупка) и первого (полукрупка) сортов представлены в табл. 1.

1.

Макаронная мука	Водопоглотительная способность, %	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин	Разжижение теста, FU/Нм	
Крупка	65,2	4,0	7,5	60	0,13
Полукрупка	68,3	4,0	7,5	84	0,18

Водопоглотительная способность (ВПС) муки характеризуется количеством воды, которое мука может поглотить, для того чтобы достичь требуемой консистенции во время фазы с постоянной температурой и зависит от состава муки (содержания белка, крахмала, клетчатки), а также от степени измельчения частиц муки. Чем выше значение ВПС муки, тем больше воды может поглотить мука при замесе теста [5]. По данным, представленным в табл. 1 видно, что ВПС полукрупки на 3 % выше, чем у крупки. Связано это с тем, что полукрупка содержит более мелкие частицы, т. е. обладает большей удельной поверхностью, на которой адсорбируется влага.

Время образования теста — это промежуток времени в течение, которого величина консистенции исследуемого в процессе замеса теста достигает своего максимума. Чем «сильнее» тесто, тем дольше происходит достижение величины максимума консистенции. Для исследуемых образцов муки данный показатель одинаков и составляет 4 мин. Для сравнения время образования теста у пшеничной хлебопекарной муки нормального качества составляет 2–3 мин. Увеличение данного показателя для макаронной муки может быть связано с ее крупитчатой структурой, при которой требуется больше времени на образование теста.

Стабильность теста характеризуется длительностью сохранения тестом оптимальных структурно-механических свойств при замесе, т. е. сопротивлением теста замешиванию. Чем дольше происходит такое сопротивление, тем «сильнее» тесто. Стабильность теста из пшеничной хлебопекарной муки нормального качества должна находиться в пределах 7–8 мин. Данный показатель у крупки и полукрупки одинаков и составляет 7,5 мин, что свидетельствует о хороших структурно-механических свойствах макаронного теста.

Разжижение теста соответствует разности между максимально достигнутой при замесе консистенцией теста и консистенцией в конечный момент замеса. Разжижение теста из полукрупки в 1,4 раза больше, чем у теста из крупки. Связано это с тем, что, во-первых, частицы полукрупки более мелкие и соответственно более податливы действию соответствующих ферментов, а во-вторых, количество этих ферментов в полукрупке больше, чем в крупке. Следовательно, процесс разжижения теста из полукрупки протекает более быстро.

Результаты исследований также представлены на рис. 2 и 3 в виде фаринограмм, с помощью которых можно определить эластичность теста. Эластичность теста характеризуется шириной полученной кривой (амплитудой).

Данные, представленные на фаринограммах рис. 2 и 3, свидетельствуют о том, что тесто из крупки обладает большей эластичностью (в 1,5 раза), чем тесто из полукрупки. Это связано с качеством клейковины обоих сортов макаронной муки. Как отмечалось ранее, клейковина крупки является хорошей по качеству, следовательно, она обладает большей эластичностью, по сравнению с клейковиной полукрупки, которая является удовлетворительно слабой.

**Заключение.**

В ходе проведения работы было определено содержание сырой клейковины и ее качество в макаронной муке высшего и первого сортов, полученной из зерна твердой пшеницы белорусской селекции сортообразца Л-21-09. По данным показателям макаронная мука соответствует ГОСТ 12307-66 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий» и свидетельствует о хороших технологических качествах зерна твердой пшеницы, селекционированном и выращенном в Республике Беларусь.

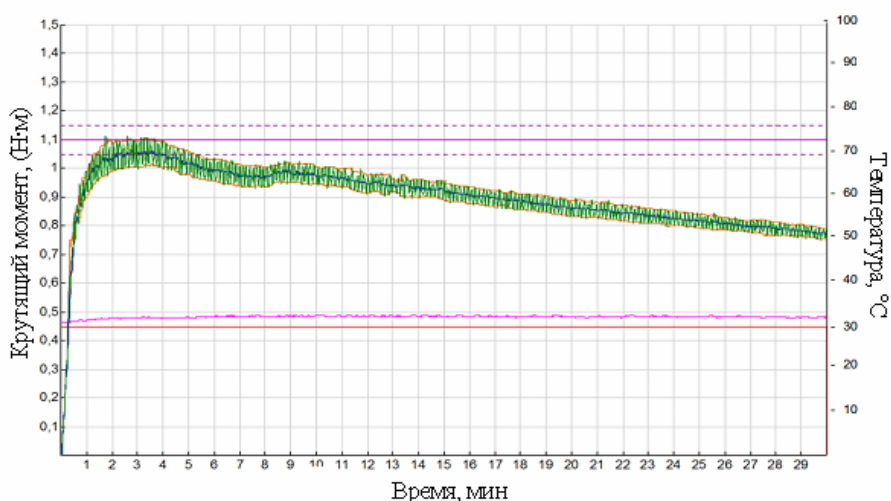


Рис. 2. Фаринограмма макаронного теста из крупки

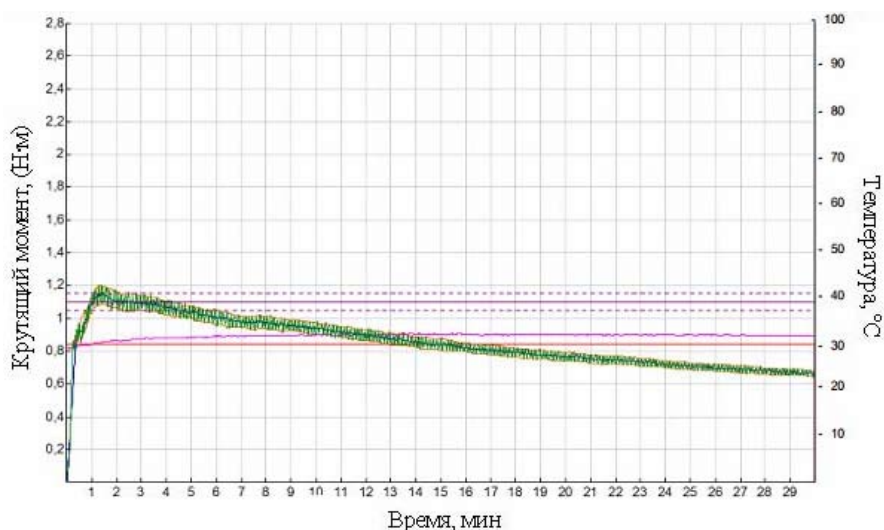


Рис. 3. Фаринограмма макаронного теста из полукрупки

Также был проведен анализ реологических свойств теста, полученного из макаронной муки высшего (крупка) и первого (полукрупка) сортов на приборе Mixolab с помощью специального протокола «Chopin S». В ходе испытания установлено, что мука высшего сорта (крупка) обладает большей водопоглотительной способностью, тесто из этой муки является более эластичным, меньше разжижается. Такие показатели как время образования теста и стабильность теста для обоих сортов муки одинаковые.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о возможности использовать для производства макаронных изделий макаронную муку, полученную из зерна твердой пшеницы белорусской селекции. Однако технологический процесс при использовании разных сортов макаронной муки необходимо проводить при различных технологических параметрах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев, Г. М.* Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. — М.: Колос, 2000. — 264 с.
2. *Кошак, Ж. В.* Сравнительная характеристика технологических свойств твердых и мягких сортов пшеницы / Ж. В. Кошак, Е. М. Минина, Т. А. Торбичук, Н. А. Дуктова // Переработ-

ка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч. — практ. конф., 21 — 22 марта 2013 г. Минск.

3. Портал EDKA. RU [Электронный ресурс] / Пшеница — сорта и качество. — Режим доступа: <http://www.edka.ru/article/edka/2011-05-09-8>. — Дата доступа: 22.03.2015.
4. ГОСТ 12307 — 66 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий». — ИПК издательство стандартов, 1987.
5. сАд огоРод и дАча [Электронный ресурс] / Водопоглонительная способность муки — Режим доступа: <http://chudoogorod.ru/produkty/vodopoglotitelnaya-sposobnost-muki.html>. — Дата доступа: 21.03.2015.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 16.04.2015*

**Z. Koshak, E. Minina, A. Pokrashynskaya, S. Pashuk, N. Laptsenak**

### **INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PASTA FLOUR OBTAINED FROM GRAIN OF DURUM WHEAT BELARUSIAN BREEDING**

The study also identified the wet gluten content and its quality in the pasta flour of premium and first grades, obtained from grain of durum wheat Belarusian breeding accessions L-21-09. The analysis of the rheological properties of dough obtained from pasta flour, on the Mixolab using a special protocol «Chopin S».

УДК 637.04

*Обоснована актуальность производства биопродуктов с повышенным содержанием фруктовой части, проведены исследования по изучению влияния растительных компонентов на основные физико-химические параметры биоферментируемой среды, на рост и адаптивность бифидобактерий. Определены параметры гомогенизации, разработан режим тепловой обработки молочно-фруктовых смесей с применением современной УНТ-технологии стерилизации смеси молока с фруктовым пюре в поточных трубчатых стерилизаторах*

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ФРУКТОВОЙ ЧАСТИ**

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

*А. Л. Зайцева, научный сотрудник отдела питания;*

*А. А. Шепшелев, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной работе*

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

*Л. А. Мельникова, кандидат биологических наук, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров*

В настоящее время в Республике Беларусь, как и во многих странах мира структура питания населения отмечается снижением потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, таких как, фрукты и овощи, молочные продукты, яйца, рыбопродукты, растительное масло при существенном увеличении потребления хлеба и хлебопродуктов, рафинированных сахаров, насыщенных жиров, картофеля и т. д. Растет процент потребления продуктов быстрого питания, особенно в больших городах и среди молодежи. Как следствие,

в сложившейся структуре питания, основными являются следующие нарушения пищевого статуса: дефицит животных белков, недостаток потребления полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), дефицит большинства витаминов и ряда жизненно важных минеральных веществ и микроэлементов, и др.

Все это приводит к «болезням цивилизации» таким, как ожирение, гипертоническая болезнь, новообразования, аллергиям, сахарный диабет, различные формы иммунодефицита, сниженная резистентность к инфекциям и другим неблагоприятным факторам окружающей среды.

В соответствии с рекомендациями органов охраны здоровья необходимо применять такие технологии, которые были бы направлены на снижение калорийности продуктов, уменьшение количества холестерина, углеводов, соли и обогащение продуктов белками, витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами [1].

Исследования рынка кисломолочных продуктов показали, что в настоящее время они представлены широким рядом, в основном йогуртами в том числе обогащенными бифидо- и лактобактериями, с и без фруктовых наполнителей, биопапками, биотворожками, кисломолочными продуктами типа «Смузи» с повышенным содержанием фруктовых наполнителей и др. Основными недостатками представленных на рынке кисломолочных продуктов являются: малое содержание витаминов, минеральных элементов, введение в состав продукта наполнителей с высоким содержанием рафинированных сахаров, в ряде случаев консервантов, стабилизаторов консистенции, модифицированных крахмалов.

Маркетинговые исследования потребительских предпочтений показали, что потребитель желает видеть в розничной сети продукты, обладающие полезными для здоровья свойствами, а именно: поддержание работы ЖКТ, с пониженной жирностью, с высоким содержанием витаминов, минеральных веществ, без красителей, консервантов и ароматизаторов [2].

Это может быть достигнуто путем комбинирования компонентов животного и растительно-го происхождения, в частности, комбинированием молочного сырья и натурального фруктового пюре с одновременным обогащением обезжиренными компонентами масличных культур. Наиболее ценной и распространенной масличной культурой на территории Республики Беларусь является лен. Льняное семя перерабатывают на предприятиях масложировой отрасли ООО «Клуб Фарм Эко» (г. Драгичин, Брестская обл.), ОАО «Лидлен» (д. Доржи, Лидский район, Гродненская обл.), ОАО «Воложинский льнокомбинат» (г. Воложин, Минская обл.). В процессе переработки льняного семени образуется льняной жмых (обезжиренная льняная мука) — побочный продукт масложирового производства, который имеет ценный химический состав, а именно повышенное содержание белка, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, а так же наличие жировой фракции богатой ПНЖК в том, числе  $\alpha$ -линоленовой жирной кислотой — незаменимой кислотой в рационе питания человека. Все это позволяет использовать льняную муку как натуральный обогащающий компонент в технологии биоферментированных продуктов для придания продукту функциональных свойств.

**Цель работы:** разработка ассортимента и технологии производства кисломолочных продуктов, обладающих повышенной пищевой ценностью и высокими потребительскими свойствами путём внесения увеличенного количества фруктового пюре асептического консервирования в молочные компоненты до начала процесса сквашивания.

Первым этапом исследований являлось выдвижение проектных требований к разрабатываемому продукту, которые были сформированы на основании проведенных маркетинговых исследований, в соответствии с требованиями потребителей, ТР ТС 021 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 033 «О безопасности молока и молочных продуктов», санитарных норм и правил «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство молочных продуктов», утвержденных постановлением № 177 Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 ноября 2012 г. На рис. 1 представлены основные проектные требования к биопродуктам.

Было проведено моделирование рецептурных композиций с учетом влияния фруктового пюре на содержания жира, белка, углеводов и пищевых волокон. Анализ полученных данных показал, что по мере увеличения массовой доли фруктово-ягодных пюре, снижаются массовая доля



белка и жира и увеличивается содержание пищевых волокон и углеводов по сравнению с контрольным образцом (без растительных компонентов). При этом можно предположить, что увеличение массовой доли углеводов будет способствовать активации процесса кислотообразования. С целью коррекции состава модельных рецептур по содержанию белка было решено ввести в состав продукта обезжиренную льняную муку [3].

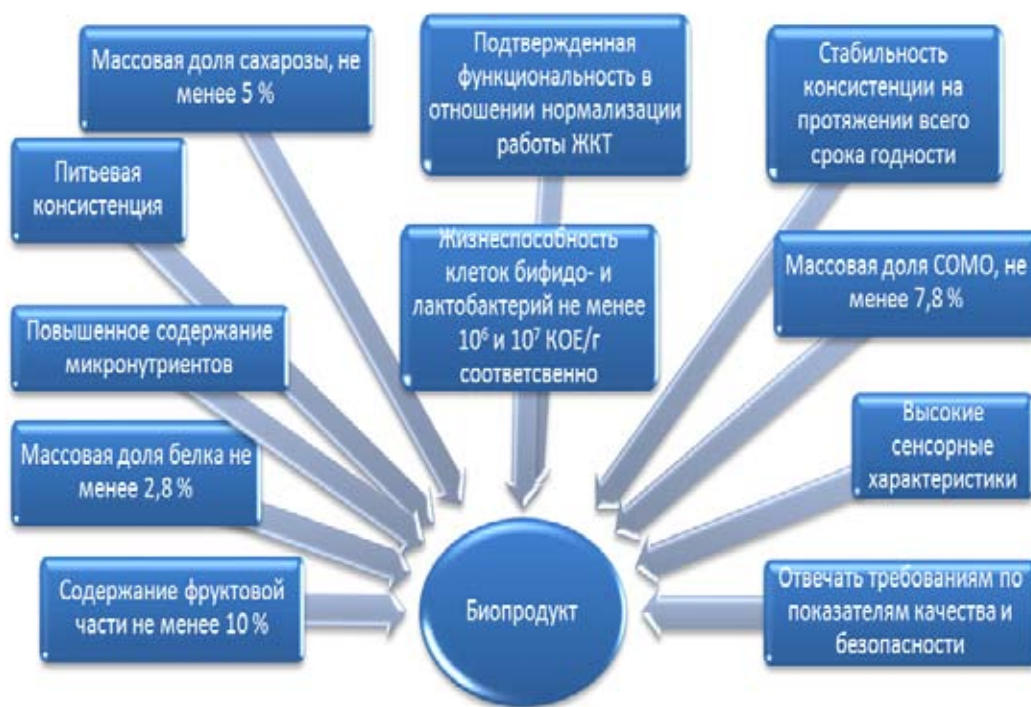


Рис. 1. Проектные требования к биопродукту

Важным этапом в формировании модельных рецептур являются исследования показателя «активность воды» ( $a_w$ ), а так же активная кислотность, регламентирующие жизнедеятельность микроорганизмов.

Показатель «активность воды» ( $a_w$ ) является критическим для определенных видов микроорганизмов и лимитирует их свойства. В настоящее время изучены и определены пороговые значения  $a_w$  для большинства микроорганизмов, за пределами которых, замедляются или прекращаются процессы их роста. Так для большинства бактерий предельное значение  $a_w$ , обеспечивающее их нормальное развитие должно быть не ниже 0,90–0,99. Дрожжи и многие плесневые грибы хорошо развиваются даже в пределах  $a_w = 0,85–0,65$  [4].

Активность воды определяли на анализаторе равновесной относительной влажности «Roemeter RM-10» (NAGY Messsysteme GmbH, Германия). Активную кислотность измеряли с помощью переносного рН-метра «Checker by Hanna» с насадкой для тягучих и пюреобразных продуктов. На рис. 2 представлены данные по исследованию активности воды модельных сред с различным количеством молока и соотношением бананового и черносливового пюре.

Из данных представленных на рис. 2 видно, что активность воды на уровне 0,9 наблюдалась в образцах с содержанием молока от 40 до 70 % и в образце с соотношением бананового и черносливового пюре 55:45 при 30 %-ном содержании молока.

Активная кислотность оказывает значительное влияние на бифидо- и лактобактерии, а так же на характер образующихся продуктов брожения, в том числе у ароматобразующих бактерий — на выход диацетила. Пороговыми значениями для развития термофильных палочек являются 3,5–4,25, для стрептококков — 4,75, для бифидобактерий — 5,5 [9]. На рис. 3 представлены данные по исследованию активной кислотности молочно-фруктовых смесей с различным количеством молока и соотношением бананового и черносливового пюре.

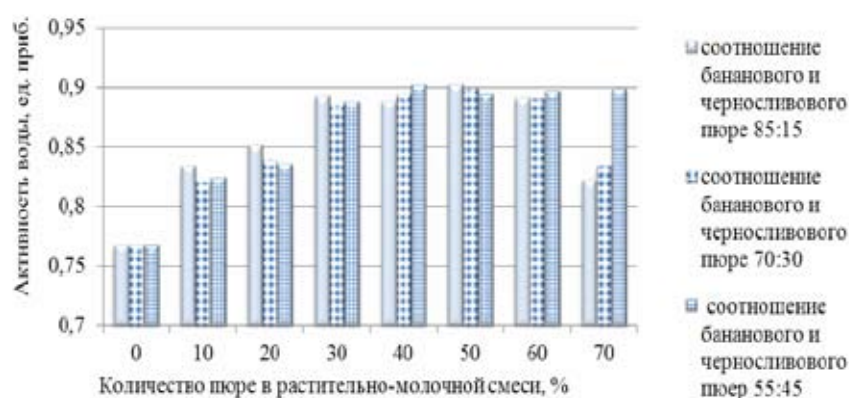


Рис. 2. Активность воды молочно-фруктовых смесей, ед. приб.

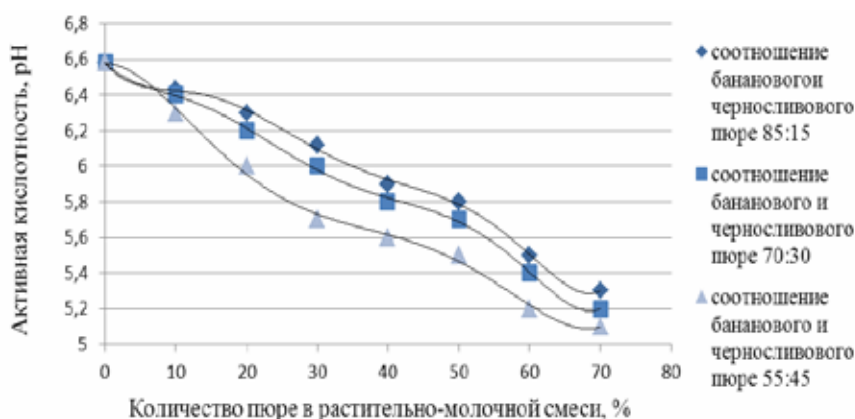


Рис. 3. Активная кислотность молочно-фруктовых смесей, ед. рН

Из данных представленных на рис. 3 видно, что пороговое значение рН ( $pH < 5,5$ ) достигается при введении фруктовых пюре более 50 % и соотношении бананового и черносливового пюре 55:45 и 70:30.

На основании данных по исследованию изменения активности воды и активной кислотности отобраны рецептуры молочно-растительных комбинированных продуктов с содержанием растительной части от 30 % до 50 % и соотношением бананового и черносливового пюре 85:15.

Следующим этапом исследований являлось определение влияния растительных компонентов (фруктово-ягодных пюре, льняной муки) на рост и адаптивность бифидо- и лактобактерий. Проведено планирование эксперимента с помощью программы «STATGRAPHICS Plus 5.0». Результаты обрабатывались с применением критериев Стьюдента и Фишера, полученные результаты представлены в виде поверхности отклика по влиянию растительных компонентов на рост и размножение бифидобактерий. На рис. 4, как  $X_1$  обозначена массовая доля фруктово-ягодного пюре,  $X_2$  — массовая доля льняной муки.

Получено уравнение регрессии, которое после упрощения имеет следующий вид (формула 1):

$$\lg \text{KOE}/\text{см}^3 = 4,22833 + 0,163 \cdot X_1 + 0,111667 \cdot X_2 - 0,00156667 \cdot X_1^2, \quad (1)$$

где  $\lg \text{KOE}/\text{см}^3_{6,6}$  — логарифм клеточной концентрации бифидобактерий,  $\lg \text{KOE}/\text{см}^3$ ;  $X_1$  — массовая доля фруктово-ягодного пюре, %;  $X_2$  — массовая доля льняной муки, %.

Проанализировав данные представленные на рис. 4 можно сделать вывод, что растительные компоненты имеют существенное влияние на рост и адаптивность бифидобактерий. Так, с увеличением массовой доли фруктово-ягодных пюре и льняной муки, увеличивается рост бифидобактерий.

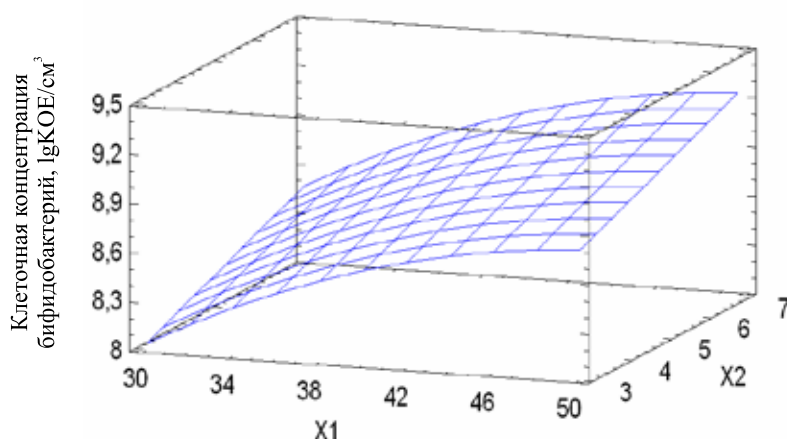


Рис. 4. Характеристика изменения клеточной концентрации бифидобактерий

Важным этапом в технологии производства кисломолочных биопродуктов является процесс гомогенизации, при этом происходит механическое разрушение структуры. В ходе микроскопирования частиц кисломолочных биопродуктов на микроскопе Olympus CX 41 было установлено, что данные продукты являются полидисперсной системой, распределение частиц в которой подчиняется нормальному закону распределения Гаусса. В табл. 1 представлены данные по гранулометрическому составу молочно-фруктовой модельной среды.

1.

Продукт	Давление гомогенизации, МПа	Количество частиц размером, %		
		более 300 мкм	более 150 мкм	менее 150 мкм
Кисломолочный био-напиток «Клубника»	9–11	12,3	5,2	94,8
	11–13	2,8	4,7	95,3
	13–15	1,9	2,2	97,8
	15–17	0	0	100,0
	17–19	0	0	100,0
	19–21	0	0	100,0
Кисломолочный био-коктейль «Чернос-лив-Банан» с льня-ной мукой	9–11	20,4	22,1	77,9
	11–13	7,4	23,0	77,0
	13–15	2,4	12,6	87,4
	15–17	0	0	100,0
	17-19	0	0	100,0
	19–21	0	0	100,0
Кисломолочный био-коктейль «Чернос-лив-Банан»	9–11	22,7	31,4	68,6
	11–13	7,6	21,2	78,8
	13–15	4,5	6,6	93,4
	15–17	0	0	100,0
	17–19	0	0	100,0
	19–21	0	0	100,0
Кисломолочный био-напиток «Банан»	9–11	5,4	24,6	75,4
	11–13	0,5	3,4	96,6
	13–15	0	2,9	97,1
	15–17	0	0	100,0
	17–19	0	0	100,0
	19–21	0	0	100,0

Как видно из данных представленных в табл. 1, с увеличением давления повышается дисперсность продуктов, соответственно уменьшается количество крупных частиц. Продукт становится однородным, гомогенным, снижается опасность его расслаивания при хранении, что является конкурентным преимуществом для кисломолочных продуктов. Для экономии энергии и получения гомогенного продукта высокого качества следует применять давление 15–17 МПа.

При разработке технологии производства биопродуктов ввиду того, что стерилизоваться должна смесь молока с фруктовым пюре, была предусмотрена УНТ-технология стерилизации смеси молока с фруктовым пюре в поточных трубчатых стерилизаторах.

Согласно проведенных реологических исследований смесь молока с фруктовым пюре относится к «ньютоновскому» псевдопластическому типу жидкостей, а течение её при кратковременной стерилизации в потоке в трубчатых теплообменниках подчиняется ламинарному режиму ( $Re < 2300$ ).

Согласно [5] требуемая продолжительность выдержки  $\tau_{\text{выд}}$  (мин) в теплообменном аппарате при заданной температуре стерилизации  $T_{\text{стер}}$  находится из равенства (2):

$$\tau_{\text{выд}} = \frac{F_{T_{\text{баз}}}^z}{10^{\frac{z}{T_{\text{стер}} - T_{\text{баз}}}}}, \quad (2)$$

где  $F_{T_{\text{баз}}}^z$  — требуемая летальность процесса стерилизации, усл. мин;  $T_{\text{стер}}$  — температура стерилизации, °С;  $T_{\text{баз}}$  — базисная температура, °С;  $z$  — температурный параметр термостойкости тест-штамма микроорганизма (отражает число градусов, необходимых для изменения величины  $D_{T_{\text{баз}}}$  в 10 раз).

Для разработки режимов стерилизации были проведены микробиологические исследования модельных сред молока с фруктовым пюре. Выделив обнаруженные бактерии, была проведена их идентификация по морфологическим и биохимическим свойствам используя ключ [6] и в соответствии с «Определителем бактерий Берджи» (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology) [7]. Морфологические признаки микроорганизмов исследовали микроскопированием мазков, окрашенных по Грамму, культуральные признаки бактерий описывали по характеру колоний на питательном агаре. Биохимические свойства изучали в соответствии с рекомендациями [8]. Как указывалось ранее, смесь молока с фруктовым пюре имеет фактическое значение pH больше 4,4. В результате проведенных исследований и на основании [9, 10] в качестве тест-микроорганизма использовали для смеси молока с фруктовым пюре — *Clostridium botulinum*.

На основании вышеизложенного, требуемая летальность процесса стерилизации составляет:

$$F_{110}^{11} = 2 \cdot 5,7 = 11,4 \text{ усл. мин.}$$

Согласно рекомендаций производителей оборудования и на основании равенства (2) было подобрано время выдержки смеси в диапазоне температур 135–137 °С, равное 3,65–2,4 сек.

По результатам проведенных работ была разработана технология производства кисломолочных биопродуктов с повышенным содержанием фруктовой части. С применением данной технологии были разработаны кисломолочные биопродукты следующих наименований (рис. 5):

- ♦ «Бионапиток кисломолочный клубничный Lassie-Fitness»;
- ♦ «Бионапиток кисломолочный малиновый Lassie-Fitness»;
- ♦ «Бионапиток кисломолочный банановый Lassie-Fitness»;
- ♦ «Бионапиток кисломолочный черносливовый Lassie-Fitness»;
- ♦ «Биококтейль кисломолочный клубничный Fitness»;
- ♦ «Биококтейль кисломолочный малиновый Fitness»;
- ♦ «Биококтейль кисломолочный бананово-черносливовый Fitness»;
- ♦ «Биококтейль кисломолочный банановый Fitness».

Полученные кисломолочные биопродукты были исследованы по показателям качества и безопасности, была проведена оценка эффективности в опыте на лабораторных животных. Результаты проведенных исследований свидетельствовали о том, что разработанные продукты соответствуют требованиям ТНПА, имеют ценный химический состав, положительно влияют на микрофлору желудочно-кишечного тракта, снижают уровень общего холестерина и триглицеридов в крови. Отмечено увеличение массы животных при снижении толщины подкожной складки.



Рис. 5. Кисломолочные биоапитки с повышенным содержанием фруктовой части

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработаны кисломолочные биоапитки с повышенным содержанием фруктовой части: биоапитки кисломолочные (4 наименования) и биококтейли кисломолочные (4 наименования).
2. Определен состав растительно-молочной смеси по наличию факторов питания микроорганизмов, по физико-химическим и органолептическим показателям: соотношение бананового и черносливового пюре 85:15 %, количество пюре 30–50 %, pH среды = 5,8–6,12, активность воды = 0,889–0,903.
3. Разработана математическая модель влияния растительных компонентов и, на основании проведенного анализа, определена степень влияния массовой доли пюре и массовой доли льняной муки на рост и адаптивность бифидобактерий. Установлено, что фруктовые пюре и льняная мука оказывает стимулирующее действие на бифидобактерии.
4. Научно-обоснованная технология производства кисломолочных биопродуктов с установленными оптимальными параметрами процессов гомогенизации при давлении 15–17 МПа, УНТ-стерилизации при температуре 135–137 °С в течение 3,65–2,4 сек. Используемая технология позволит сократить время процесса на 10 % и получить готовый продукт с максимальным сохранением пищевой ценности.
5. Проведены доклинические исследования, результаты которых подтверждают, что разработанные кисломолочные биопродукты стимулируют восстановление кишечной микрофлоры в организме животных, способствуют снижению уровня общего холестерина, липопротеидов низкой плотности, триглицеридов, повышая уровень липопротеидов высокой плотности. Отмечено увеличение массы животных при снижении толщины подкожной складки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бацукова, Н. Л. Современные проблемы питания человека / Н. Л. Бацукова, В. П. Филонов, А. Р. Аветисов // Здоровье и окружающая среда. — Минск, 2008. — Выпуск 12. — С. 8–11.
2. Зайцева, А. Л. Исследование потребительских предпочтений к биоферментированным продуктам / А. Л. Зайцева, Л. А. Мельникова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2014. — № 3(25). — С. 68–74.
3. Зайцева, А. Л. Конструирование комбинированных биоферментированных продуктов с заданными потребительскими свойствами / А. Л. Зайцева // Научные труды. — 2014. — Выпуск 46. Том 2. — С. 196–201.
4. Буйлова, Л. А. Динамика активности воды / Л. А. Буйлова, Е. А. Дубова // Переработка молока. — 2009. — № 7. — С. 29.

5. Лемаринье, К. П. Асептическое консервирование пищевых продуктов / К. П. Лемаринье. — М.: ЦИНТИПП, 1964. — 48 с.
6. Бабарин, В. П. Стерилизация консервов: Справочник / В. П. Бабарин. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. — 312 с.
7. Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии» / под ред. А. И. Нетрусова. — М.: издательский центр «Академия», 2005. — 608 с.
8. Boone, L. R. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology / Vol. 1 // L. R. Boone, R. W. Castenholz etc. — New York: Springer-Verlag, 2001. — 487 p.
9. Желдакова, Р. А. Выделение и идентификация микроорганизмов / Р. А. Желдакова. — Мн.: БГУ, 2003 г.
10. «Методические указания по разработке научно-обоснованных режимов стерилизации и пастеризации плодоовощных консервов»: утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 17.11.08. — Минск. — 2008.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 25.02.2015*

**A. Zaitceva, A. Shepsheliev, L. Melnikova**

## **DEVELOPMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY BIO-PRODUCTS WITH HIGH CONTENT OF FRUIT PART**

Actuality of the production of organic products with high content of fruit part is proved, study on the effect of plant components on basic physical and chemical parameters biofermented environment on the growth of bifidobacteria and adaptability are conducted. The parameters of homogenization are determinated, parameters of heat treatment of milk and fruit mixes with the use of modern technology UHT-sterilized milk mixture with fruit purée in continuous tubular sterilizers are designed.

УДК 637.3

*В статье описано влияние ослабленных добавочных культур рода *Lactobacillus* на реологические свойства сыров, созревающих при участии пропионовокислых бактерий с низкой температурой второго нагревания. Проведен сенсорный и инструментальный анализ консистенции сыра. Установлено, что применение добавочных культур рода *Lactobacillus* позволяет улучшить консистенцию готового продукта.*

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОЧНЫХ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР РОДА ЛАКТОБАЦИЛЛУС НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРОВ, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ ПРИ УЧАСТИИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ**

**Учреждение образования «Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством», г. Минск, Республика Беларусь**

*Е. А. Давыдова, кандидат технических наук, заведующий кафедрой стандартизации, метрологии и управлению качеством*

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

*Т. А. Заболоцкая*

Консистенция сыра является основным фактором его качества и играет основную роль при выборе потребителем продукта. Консистенция зрелого твердого или полутвердого сыра формируется под воздействием ряда факторов, которые достаточно хорошо изучены [1, 2].

Реологические свойства сыра определяются его составом, микроструктурой, физико-химическим состоянием его компонентов и их макроструктурой [2]. Состав и свойства молока, скорость и степень нарастания кислотности во время выработки, степень нагревания и удаления влаги во время изготовления сыра определяют исходную структуру сгустка. Биохимические и физико-химические изменения, которые претерпевает структура во время созревания и определяют конечную консистенцию зрелого сыра [3, 4, 5].

Применение низких температур второго нагревания, сокращенных сроков созревания, использование многослойных термоусадочных пакетов при созревании часто приводит к формированию продукта с резинистой, крошливой консистенцией и пороками рисунка.

В последние годы в мире проводится значительное количество работ, посвященных изучению и моделированию сенсорных характеристик сыров [6, 7, 8]. Для улучшения консистенции продукта в мире широко используют добавочные культуры микроорганизмов. Их получают различными способами, позволяющими ослабить их активность и свести к минимуму способность к кислотообразованию, но в тоже время сохранить эндогенные протеиназы и пептидазы [9, 10].

Целью работы явилось изучение влияния добавочных заквасочных культур рода *Lactobacillus* на реологические свойства сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий с низкой температурой второго нагревания.

В работе при производстве сыров использовались два типа заквасок глубокой заморозки: основная закваска прямого внесения СНН-19 (в составе мезофильные молочнокислые бактерии) и дополнительная закваска PS-4 прямого внесения (*Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*). Состав и характеристика добавочных заквасочных культур (согласно информации изготовителя) приведены в табл. 1, варианты выработок сыров — в табл. 2.

1.

Код	Состав	Характеристика
LA-5	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Придает сыру сладкий вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения
L. casei-431	<i>Lactobacillus casei</i>	Придает сыру ореховый вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения
LHB-02	<i>Lactobacillus helveticus</i>	Придает сыру сладковато-пряный вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения

2.

Вариант выработки сыра	Виды используемых заквасочных культур, тип покрытия
Вариант 1	СНН-19, PS-4, LA-5, латексное покрытие
Вариант 2	СНН-19, PS-4, LA-5, многослойные полимерные термоусадочные пакеты
Вариант 3	СНН-19, PS-4, L. casei-431, латексное покрытие
Вариант 4	СНН-19, PS-4, L. casei-431, многослойные полимерные термоусадочные пакеты
Вариант 5	СНН-19, PS-4, LHB-02, латексное покрытие
Вариант 6	СНН-19, PS-4, LHB-02, многослойные полимерные термоусадочные пакеты
Вариант 7	СНН-19, PS-4, латексное покрытие
Вариант 8	СНН-19, PS-4, многослойные полимерные термоусадочные пакеты

Сыры изготавливали в производственных условиях с массовой долей жира в сухом веществе 45 %. Все операции, связанные с подготовкой молока, нормализацией, пастеризацией и процессами коагуляции осуществляли в соответствии с требованиями, изложенными в общей части базовой технологической инструкции по изготовлению сыров, утвержденной УП «БЕЛНИК-ТИММП» 25.07.2003 г. Активизацию заквасок в сыроизготовителе осуществляли в течение 30 мин, вносили молокосвертывающий фермент в количестве, обеспечивающем коагуляцию

белков молока в течение 25–30 мин и оставляли в покое для свертывания. Сгусток резали на кубики стороной 5–7 мм, после постановки зерна удаляли 40 % выделившейся сыворотки и вносили 20 % технологической воды. Далее осуществляли второе нагревание при температурах 36–37 °С, формование сырного зерна осуществляли из пласта. Созревание сыров проводили при следующих режимах: 14 сут. при температуре 12 °С и влажности 80–90 %, затем 10 сут. при температуре 23 °С и влажности 90–95 %, 10 сут. при температуре 12 °С и влажности 80–90 %. Общая продолжительность созревания составила 35 сут.

Для изучения консистенции сыров использовали инструментальный и сенсорный методы анализа. В готовых сырах определяли предельное напряжение сдвига, для определения сенсорных характеристик был использован метод дескрипторного анализа, адаптированный для сыров швейцарского типа [11, 12], термины, определения и порядок оценки использованы по [13]. В сырах также определяли физико-химические показатели, такие как массовую долю влаги, массовую долю жира, массовую долю поваренной соли и рН.

Предельное напряжение сдвига сыра определяли на текстурном анализаторе «Brookfield СТЗ-10000» (Brookfield, США) по следующей методике: из пробы сыра (центральные точки поперечного сечения головки сыра) вырезали образец в виде бруска с размерами 60x20x15 мм. Образец устанавливали на столик прибора и с помощью функциональной кнопки приближали его вплотную к измерительному инструменту, в качестве которого выступал конус с углом при вершине  $\alpha=30^\circ$ . Вводили параметры испытания: усилие касания  $F_K = 1$  г, скорость перемещения столика вверх  $V=1$  мм/с, наличие реверсионного движения с аналогичными характеристиками. Исследования проводили при  $T 20^\circ\text{C}$ .

Величину предельного напряжения сдвига  $\theta_0$  рассчитывали по формуле:

$$\theta_0 = K_{\text{кон}} * \frac{F}{h^2},$$

где  $K_{\text{кон}}$  — зависящая от угла  $\alpha$  при вершине конуса (при  $\alpha=30^\circ$ ,  $K=0,958$ );  $F$  — максимальная нагрузка, приложенная вдоль оси конуса, кг;  $h$  — глубина погружения конуса, м.

Физико-химические показатели сыров и показатели предельного напряжения сдвига представлены в табл. 3.

### 3. -

Показатель	Вариант выработки сыра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предельное напряжение сдвига, Па, $10^{-4}$ , $P = 0,95$	6,43	4,24	6,25	4,05	5,46	3,75	4,58	2,63
Массовая доля влаги, %, +0,5 %	39,5	40,4	39,3	40,1	39,5	40,7	40,1	40,8
Массовая доля жира, %, +1,1 %	44,2	44,3	44,5	44,7	44,5	44,6	44,	44,5
Массовая доля соли, %, +0,07 %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
рН, +0,06	5,38	5,40	5,37	5,38	5,39	5,41	5,40	5,41

Сравнивая значения предельного напряжения сдвига, можно сделать вывод, что сыры, вырабатываемые при участии добавочных заквасочных культур рода *Lactobacillus*, характеризуются большей величиной предельного напряжения сдвига и, вследствие чего, обладают более упругой и пластичной консистенцией по сравнению с сырами, вырабатываемыми без добавочных культур.

Исследования показали, что используемый материал для созревания и упаковки сыра также оказывает существенное влияние на реологические характеристики готового продукта. Сыры, созревающие в латексном покрытии, характеризовались более твердой, упругой консистенцией, что можно объяснить более глубоким протеканием протеолитических и массообменных процессов при созревании, изменением соотношения свободной и связанной влаги в сырах.

По мнению многих исследователей достаточно сложно установить зависимость между сенсорными и реологическими показателями. В тоже время, отдельные сенсорных характеристики



имеют высокую степень корреляции с реологическими показателями, например «сенсорная твердость» и «механическая твердость» [14]. Также установлено, что показатель величины предельного напряжения сдвига имеет высокую степень корреляции с сенсорной оценкой консистенции сыров (коэффициент корреляции 0,8–0,92) [15].

Лексикон для профилирования консистенции сыра использовался по [16] и представлен в табл. 4. В сенсорной оценке консистенции сыров принимало участие 11 человек (из них 9 женщин и 2 мужчин) в возрасте от 20 до 55 лет, имеющих навыки сенсорного анализа.

4.

Наименование показателя	Ощущения для оценки, степень выраженности	Степень выраженности	
		Минимальная	Максимальная
Вызывающий слюноотделение	Степень, с которой образец вызывает слюноотделение	Есть	Нет
Острый, едкий, пикантный	Раздражающее острое ощущение, вызываемое наличием коротких жирных кислот	Низкая Балл=1	Высокая Балл=14
Вяжущий	Ощущения языка и других поверхностей рта описываемые как стягивание/сухость и ассоциирующиеся с танинами	Низкая Балл=1	Высокая Балл=14
Мягкий / твердый	Сила, требуемая для сжатия образца, когда он помещен между коренными зубами	Очень мягкий Балл=1	Очень твердый Балл=14
Пластичный	Продолжительность времени, требуемая для восстановления формы образца после сжатия.	Низкая Балл=1	Высокая Балл=14
Диспергирование	Степень, с которой образец распадается на несколько больших или много маленьких частей во рту в процессе жевания	Большие куски Балл=1	Маленькие куски Балл=14
Липкость к зубам	Степень, с которой образец прилипает к зубам в процессе жевания	Низкая Балл=1	Высокая Балл=14
Послевкусие	Продолжительность времени после проглатывания или сплевывания образца во рту остаются вкусовые ощущения	Короткое Балл=1	Долгое Балл=14

Лексикон профилирования структуры охватывает все временные аспекты ее оценки: первый укус, жевание, проглатывание и послевкусие. Каждый из этих дескрипторов играет решающую роль в общем профиле консистенции сыра. Результаты сенсорного анализа консистенции сыра представлены на рис. 1 и рис. 2.

При анализе полученных данных выявлено, что добавочные заквасочные культуры не оказывали существенного влияния на такие дескрипторы, как «острый, едкий, пикантный», «вяжущий». Им были присвоены низкие баллы. Дескрипторы «мягкий/твердый», «пластичный», «диспергирование» являлись наиболее существенными при анализе консистенции сыров. Результаты анализа показали, что сыры, вырабатываемые при участии добавочных заквасочных культур (варианты 1–6) характеризовались более твердой, и в тоже время пластичной консистенцией. При жевании образцы диспергировались на более мелкие куски, создавая гладкую, равномерную массу в ротовой полости. После проглатывания ощущалось долгое, приятное, характерное для сыров данной группы послевкусие. Образцы сыров, вырабатываемые без применения добавочных заквасочных культур (варианты 7–8) характеризовались более мягкой, мажущей консистенцией, отмечена более высокая липкость к зубам. Несмотря на большую мягкость, данные образцы не обладали достаточной пластичностью, диспергировались на более крупные куски, образуя в ротовой полости клейкую массу. После проглатывания чувствовалось долгое послевкусие, характерное для сыров швейцарского типа, однако присутствовал привкус горечи, что отрицательно сказалось на общей оценке сыров.

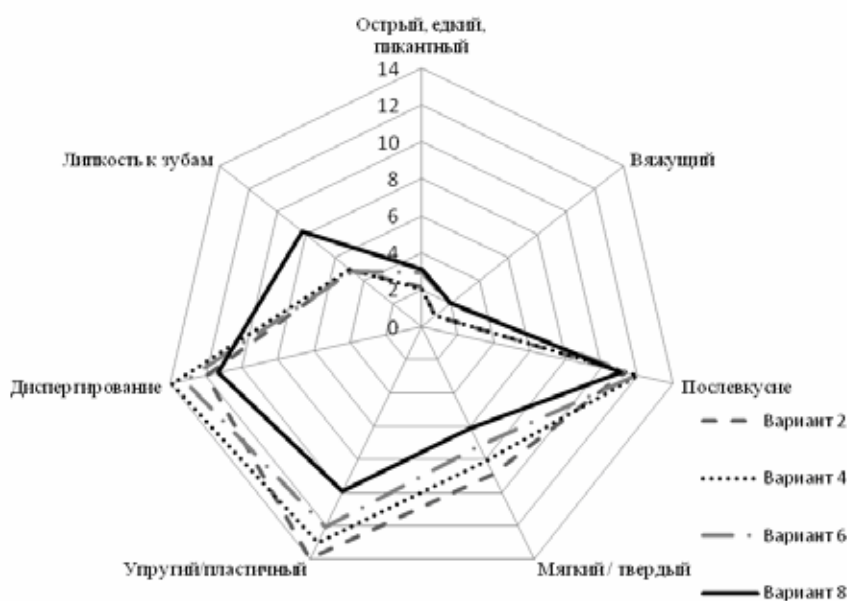


Рис. 1. Характеристики консистенции сыра, созревающего в термоусадочных пакетах

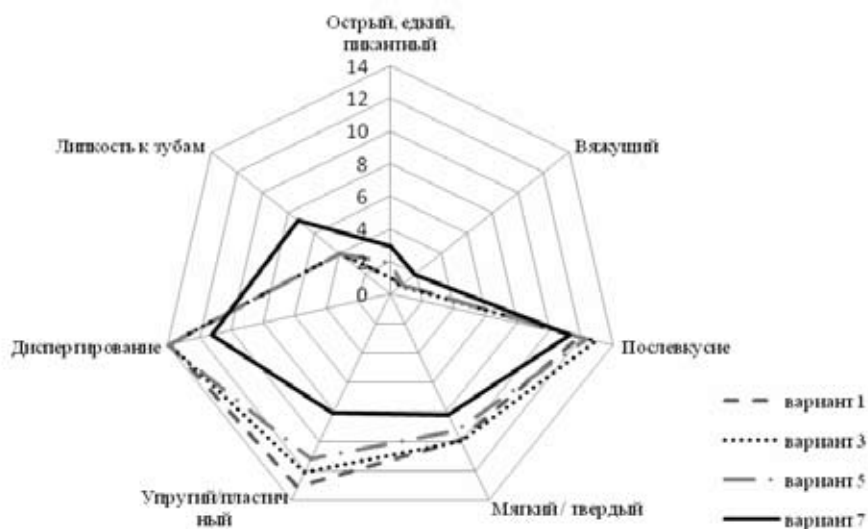


Рис. 2. Характеристики консистенции сыра, созревающего в латексном покрытии

Исследования показали, что тип упаковочного материала также оказывает существенное влияние на консистенцию сыров. Установлено, что сыры, созревающие в латексном покрытии, характеризовались большей твердостью, пластичностью, меньшей липкостью к зубам.

**Выводы.** Анализ консистенции исследуемых образцов сыра показал, что сыры, созревающие с участием добавочных заквасочных культур, к окончанию срока созревания имели более твердую, но в тоже время пластичную консистенцию, по сравнению с контрольными сырами. Очевидно, добавочные заквасочные культуры усиливают протеолитические процессы, влияют на увеличение содержания связанной влаги по отношению к свободной, что способствует дополнительному разрушению казеинового матрикса и ослаблению структуры сыра. Также установлено, что сыры, созревающие в латексном покрытии, характеризовались большей твердостью, пластичностью, меньшей липкостью к зубам.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Pechak, D. G.* Instrumental Techniques for Sample Preparation / D. G. Pechak, A. K. Smith // Structure of Dairy Products / A. Y. Tamimed (Ed.) — Oxford: Blackwell Publishing. — 2007. — P. 17–58.
2. *O'Callaghan, D. J.* Rheology and Texture of Cheese/ D. J. O'Callaghan, T. P. Guinee // Cheese: chemistry, physics and microbiology. General Aspects. / P. F. Fox (Ed.). — London: Elsevier. — 3rd. — 2004. — Vol. 1. — P. 511–539.
3. *Gunasekaran, S.* Cheese Rheology and Texture / S. Gunasekaran, M. M. Ak // Boca Raton: FL: CRC Press. — 2003. — P. 9–26.
4. *O' Mahony, J.* Chymosin mediated proteolysis, calcium solubilisation, and texture development during the ripening of cheddar cheese / J. O' Mahony, J. Lucey, P. L. H. McSweeney // J. Dairy Sci. — 2005. — Vol. 88. — P.3101–3114.
5. *Tunick, M. H.* Dairy products rheology: rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture // Journal of Dairy Science. — 2000. — V.83. — P. 1892–1898.
6. *Lucey, J. A.* Invited Review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese // J. A. Lucey, M. E. Johnson, D. S. Horne, Journal of Dairy Science. — 2003. — V. 86. — P. 2725–2743.
7. *Blazquez, C.* Modelling of sensory and instrumental texture parameters in processed cheese by near infrared reflectance spectroscopy / C. Blazquez, G. Downey, D. O'Callaghan, V. Howard, C. Delahunty, E. Sheehan, C. Everard and C. P. O'Donnell // J. Dairy Res. — 2006. — Vol. 73. — P. 58–69.
8. *Verschuieren, M.* Modelling Gouda ripening to predict flavour development / M. Verschuieren, W. J. M. Engels, J. Straatsma, G. van der Berg, P. de Jong // Improving the flavour of cheese / Bart C. Weimer (Ed.) — Cambridge: Woodhead Publishing Limited. — 2007. — P. 537–563.
9. *Soda, M.* Adjunct Cultures: Recent Developments and Potential Significance to the Cheese Industry // M. El. Soda, S. A. Madkor, P. S. Tong // Journal of Dairy Science. — 2000. — Vol. 83. Issue 4. — P. 609–616.
10. *Tungjaroenchai, W.* Influence of Anjunct Cultures on Ripening of Reduced Fat Edam Cheese / W. Tungjaroenchai, M. A. Drake, C. H. White // Journal of Dairy Science. — 2001. — V. 84 (I. 10). — P. 2117–2124.
11. *Drake, M. A.* Development of a descriptive language for Cheddar cheese / M. A. Drake, S. McLngvale, P. D. Gerard, K. Cadwallader, G. V. Civille // J. Food Sci. — 2001. — V. 66. — P. 1422–1427.
12. *Drake, M. A.* Invited review: sensory analysis of dairy foods / M. A. Drake — J. Dairy Sci. — 2007. — V. 90. — P. 4925–4937.
13. *Delahunty, C. M.* Sensory character of cheese and its evaluation / C. M. Delahunty, M. A. Drake // Cheese: chemistry, physics and microbiology. General Aspects. / P. F. Fox (Ed.). — London: Elsevier. — 3rd. — 2004. — Vol. 1 — P. 455–487.
14. *Halmos, L. A.* Relationships between instrumental texture measurements and sensory attributes // Hydrocolloids / K. Nishinari (Ed.). — 2000. — Amsterdam: Elsevier. — Part. 2. — P. 431–444.
15. *Косой, В. В.* Реология молочных продуктов (полный курс) / В. В. Косой, Н. И. Дунченко, М. И. Меркулов // Учебн. — М.: ДеЛи принт. — 2010. — С. 229–233.
16. *Foegeding, E. A.* Invited review: sensory and mechanical properties of cheese texture / E. A. Foegeding, M. A. Drake // J. Dairy Sci. — 2007. — Vol. 90. — P. 1611–1623.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 17.02.2015*

**E. A. Davydova, T. A. Zabolotskaya**

**EFFECT OF ADDITIONAL STARTER CULTURES OF LACTOBACILLUS ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CHEESE IS PRODUCED BY PROPIONIC ACID BACTERIA**

The article describes the impact of additional starter cultures of Lactobacillus on the rheological properties of cheese ripening with the participation of propionic acid bacteria with a low temperature

second heating. An analysis of sensory and instrumental texture of cheese. It has been established that the use of additional cultures of *Lactobacillus* can improve the consistency of the finished product.

УДК 547.914.4

*В работе представлен обзор данных об одном из биологически активных веществ, выделяемых из растительных источников — бетулине, который обладает гепатопротекторным, противовоспалительным, противоопухолевым, антимуtagenным и др. действиями. Показаны его физико-химические свойства, способы выделения, действие на организм человека, а также применение в пищевой индустрии в качестве биологически активной добавки.*

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТУЛИНА В КАЧЕСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ К ПИЦЕ**

**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;*

*Е. Н. Воронай, научный сотрудник лаборатории хроматографических  
исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса  
по качеству и безопасности пищевых продуктов*

Состояние здоровья населения находится под пристальным вниманием государства. Ухудшение экологической обстановки, изменение социально-экономической ситуации, повышенные стрессовые нагрузки, гиподинамия оказывают негативное действие на здоровье человека. Поэтому многочисленные масштабные исследования химиков, биологов, фармацевтов, специалистов пищевой отрасли направлены на поиск различных биологически активных веществ, способных вместе с рациональным сбалансированным питанием помочь человеку справиться с возникающими угрозами состоянию здоровья.

Большой интерес для исследователей представляют различные натуральные биологически активные вещества, полученные из растительного сырья, обладающие повышенной антиоксидантной способностью, общеукрепляющими и тонизирующими свойствами, повышающими иммунитетный статус организма, применяемые для профилактики, а также в комплексном лечении хронических заболеваний.

Одним из аспектов, помогающим поддерживать здоровье человека в хорошем состоянии являются функциональные продукты питания.

В последнее время важное значение придается созданию пищевых продуктов содержащих препараты природного происхождения. Одним из таких препаратов является бетулин и его производные, которые обладают выраженными лечебно-профилактическими свойствами.

Целью данной работы является анализ различных информационных ресурсов по составу, свойствам, способам выделения и применению препаратов бетулина при создании пищевых продуктов функционального назначения.

*Источники.*

Название «бетулин» (от латинского *betula* — береза) было присвоено в 1831 г. известным химиком Мэзоном, поскольку соединение впервые было выделено экстракцией из березовой коры.

Березовая кора имеет две четко различимые части — внешнюю и внутреннюю. Содержание экстрактивных веществ во внешней части коры варьирует в пределах 10–35 % в зависимости от

вида березы, места и условий ее произрастания, возраста дерева и других факторов. Основным компонентом практически всех экстрактов является бетулин, обуславливающий белый цвет коры [1].

Бетулин так же обнаружен в березе бородавчатой, или повислой (*Betula pendula* Roth.) и березе пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), наиболее широко распространенных в России [2], а так же в бересте белых берез (*Betula alba* L.), произрастающих в Европе [3]. Кроме того, бетулин содержится в коре орешника, календуле, солодке, почечном чае, плодах хурмы, траве иссопа [4].

#### *Химический состав и свойства.*

Бетулин (рис. 1) представляет собой пентациклический тритерпеновый спирт лупанового ряда, обладающий двумя гидроксильными группами, способными вступать в различные химические реакции с образованием целого ряда производных: бетулиновая кислота, бетулиновый альдегид, метиловый эфир бетулиновой кислоты, бетулоновый альдегид, бетулоновая кислота [5].

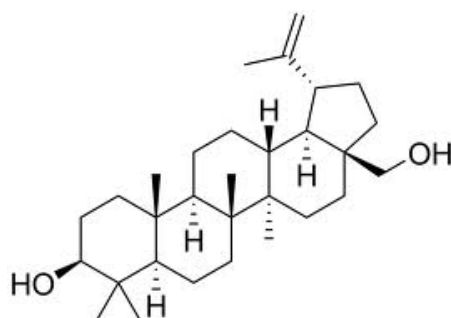


Рис. 1. Структурная формула бетулина

Реакционноспособными функциональными группами в бетулине являются первичная и вторичная гидроксильные группы в изопренильной группе у пятичленного кольца. Это более половины эффективности всей структуры бетулина в целом.

Бетулин представляет собой порошок белого или светло-кремового цвета, не имеющий запаха, со слабым вяжущим вкусом; малорастворимый в воде (менее 5%), практически нерастворимый в органических растворителях и имеющий температуру плавления (257–259 °С) [6].

Бетулин слабо растворим в большинстве органических растворителей (около 0,5–1,0%). Плохая растворимость бетулина в воде и физиологических водных растворах является одной из причин его пониженной биологической доступности, что ограничивает его использование.

Одним из способов увеличения растворимости лекарственных препаратов для повышения их биодоступности служит механическая активация лекарственных субстанций в присутствии вспомогательных веществ. Механоактивация в смеси с полимерным носителем может приводить к образованию композитов в результате распределения лекарственного вещества в матрице и/или взаимодействия компонентов за счет водородных или иных связей и стабилизации разупорядоченного состояния лекарственного вещества [7].

Бетулин растворим в пиридине, тетрагидрофуране, диметилсульфоксиде. В спиртовых растворителях растворимость бетулина уменьшается в ряду: 1-бутанол > 1-пропанол > этанол > 1-пентанол > 1-гексанол > метанол. Растворимость бетулина в эфирах уменьшаются в следующем порядке: этилацетат > метилацетат > этилформиат=метилформиат [8].

По международной токсикологической классификации бетулин относится к 4 классу малотоксичных веществ: полулетальная доза (ЛД 50) бетулина составляет 9000 мг/кг [9].

По данным [10] он не обладает аллергенным, канцерогенным, кумулятивным, мутагенным, сенсibiliзирующим и эмбриотоксическим действием.

#### *Способы выделения.*

Впервые бетулин был выделен в 1788 г. русским химиком Т. Е. Ловицем путем сублимации березовой коры. Им же были описаны химические свойства этого соединения.

Известные способы извлечения бетулина из коры березы и сульфатного мыла основаны на экстракции бересты различными органическими растворителями и широко обсуждены в литературе [11, 12]. В качестве экстрагентов предложены алифатические и ароматические углеводороды, спирты  $C_1 - C_4$ , ацетон и хлорсодержащие растворители. Зависимость скорости извлечения бетулина от степени измельчения бересты прослежена в работе [13]. При экстракции сырья с размером частиц 0,15–1,5 мм в течение 5 мин в раствор переходит более 90 % содержащегося в бересте бетулина.

Авторы работы [14] показали, что предварительная активация бересты водяным паром в щелочной среде позволяет сократить время экстракции этанолом и выделить до 97 % от всего содержания бетулина.

Процесс выделения бетулина из коры березы сублимацией подробно представлен в работе [15].

#### *Действие.*

Лечебный эффект березовой коры известен издавна. Научные исследования такого лечебного действия березовой коры начались после извлечения из нее бетулина.

Так, еще в 1899 г. бетулин применяли как антисептическое средство для стерилизации ран и порезов, в 1926 г. было установлено антирахитное действие бетулина.

Фармакологическая активность бетулина широко и хорошо изучена. Многочисленными зарубежными и российскими исследованиями доказана высокая биологическая активность бетулина, благодаря его способности оказывать влияние на активность ферментов и управлять количеством ферментов в клетке организма путем их синтеза и распада.

К основным свойствам бетулина относятся: гепатопротекторное, желчегонное, антилитогенное, антиоксидантное, противовоспалительное, противоопухолевое, гипохолестеринемическое, противовирусное, иммуномодуляторное, гиполипидемическое, антигипоксантное, гастропротекторное, нейропротекторное, антисептическое [10].

Большой интерес привлекла к свойствам бетулина публикация [16], в которой отмечена роль бетулина специфично взаимодействовать с белками, связывающими стерол-регуляторный элемент транскрипционными факторами, которые важны для активации экспрессии генов, вовлеченных в биосинтез холестерина, жирных кислот и триглицеридов.

#### *Применение.*

Бетулин рекомендован в качестве биологически активной добавки к пище, уровень потребления которой составляет от 40 до 80 мг/сутки [17].

Применение новых, безвредных биологически активных добавок позволяет расширить ассортимент и повысить биологическую ценность пищевых продуктов, придать им определенную направленность, а также изменить структуру потребления пищевых продуктов населением в соответствии с известными теориями сбалансированного и адекватного питания. Биологически активные добавки к пище лежат в основе создания специализированных (функциональных) продуктов питания, предназначенных для диетической коррективы патологических состояний и заболеваний.

Биологически активные добавки, аккумулируя в небольшом объеме высокую биологическую активность, способны влиять на глубинные обменные процессы в организме, активизируя функции тех или иных органов и систем. Введение бетулина в продукты улучшает качество продукции, уменьшает кислотное и перекисное числа при введении в продукты, имеющие жировую составляющую (антиоксидантное действие), увеличивает сроки хранения продукции. Включение бетулина в продукты ежедневного рациона позволяет создать функциональные продукты здорового питания, функциональные продукты особого назначения — для ускорения восстановления после повышенных физических и эмоциональных нагрузок, нейтрализации вредного воздействия окружающей среды, другие инновационные продукты, продукты, имеющие увеличенные сроки хранения, позволяющие предприятию-изготовителю более полно реализовать свой экспортный потенциал.

Функциональные продукты питания с бетулином при употреблении оказывают оздоровительное и лечебно-профилактическое действие на организм человека, защищая от ожирения,

заболеваний желудочно-кишечного тракта, снижают содержание холестерина в крови и тканях, риск возникновения онкологических и многих других заболеваний [18].

Благодаря физико-химическим свойствам, а также широкому спектру биологической и фармакологической активности, бетулин является перспективной природной биологически активной добавкой в различные пищевые продукты, например хлебобулочные и кондитерские изделия, растительные масла, майонезы и соусы на основе майонеза, мясные изделия и кисломолочную продукцию и др. Применение бетулина позволяет увеличивать сроки годности продуктов, улучшает их свойства.

Таким образом, анализ исследований, касающийся свойств, методов выделения и области применения бетулина позволяет сделать заключение о перспективности его использования в качестве биологически активного вещества в различных видах функциональных продуктов питания, способных улучшать состояние здоровья современного человека.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Толстиков, Г. А. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность / Г. А. Толстиков, О. Б. Флехтер, Э. Э. Шульц, Л. А. Балтина, А. Г. Толстиков // Химия в интересах устойчивого развития. — 2005. — № 13. — С. 1–30.
2. Толстиков, Г. А. Глицирризиновая кислота. / Г. А. Толстиков, Л. А. Балтина, Э. Э. Шульц, А. Г. Покровский // Биоорганическая химия. — 1997. — Т. 23. — № 9. — С. 691–709.
3. Кислицын, А. Н. Экстрактивные вещества бересты. Выделение, состав, применение / А. Н. Кислицын // Химия древесины. — 1994. — № 3. — С. 3–28.
4. Базарнова, Ю. Г. Биологическая активность сухого экстракта бересты и его применение в масложировых продуктах / Ю. Г. Базарнова // Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. — 2011. — № 2. — Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/327.pdf>. — Дата доступа: 17.02.2015.
5. Ekman, R. The suberin monomers and triterpenoids from the to outer bark verrucosa of *B. Ehrh.* Text. / R. Ekman // «Holzforschung». — 1983. — vol. 37, N 4. — P. 205–221.
6. Product Specification [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sigma-aldrich.com>. — Дата доступа: 17.02.2015.
7. Шахтштейн, Т. П. Получение нетоксичных композитов бетулина с поливинилпирролидоном и полиэтиленгликолем / Т. П. Шахтштейн, С. А. Кузнецова, М. А. Михайленко, Ю. Н. Маляр, В. В. Болдырев // Journal of Siberian Federal University. Chemistry 1. — 2012. — № 5. — С. 52–60.
8. Кузнецова, С. А. Выделение бетулина из бересты березы и изучение его физико-химических и фармакологических свойств / С. А. Кузнецова, Г. П. Скворцова, Ю. Н. Маляр, Е. С. Скурыдина, О. Ф. Веселова // Химия растительного сырья. — 2013. — № 2. — С. 93–100.
9. Кузнецов, Б. Н. Совершенствование методов выделения, изучение состава и свойств экстрактов березовой коры / Б. Н. Кузнецов, С. А. Кузнецова, В. А. Левданский, И. Г. Судакова, О. Ф. Веселова // Химия в интересах устойчивого развития. — 2005. — № 13. — С. 391–400.
10. Перспективы создания продуктов питания, БАД и лекарств с применением бетулина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.swarog.ru/page/betulin>. — Дата доступа: 17.02.2015.
11. Бромштейн, А. Л. Разработка отечественных противоопухолевых препаратов на основе биологически активных веществ сульфатного мыла / А. Л. Бромштейн, Л. В. Лобанова, Т. Б. Векслер // Лесохимия и органический синтез: тезисы доклада совещания. — Сыктывкар, 1994. — С. 34–37.
12. Hayek, E. W. H. A bicentennial of betulin / E. W. H. Hayek, U. Jordis, W. Moche, F. Sauter // Phytochemistry. — 1989. — № 28. — P. 2229–2242.
13. Eckerman, C. Comparison of solvents for extraction and crystallisation of betulinol from birch bark waste / C. Eckerman., R. Ekman. // Paperi ja Puu. — 1985. — № 3. — P. 100–106.

14. *Левданский, В. А.* Получение бетулина и суберина из бересты / В. А. Левданский, Н. И. Полежаева, Л. В. Сафонова и др. // Химия и технология растительных веществ: тезисы доклада конференции. — Сыктывкар, 2000. — С. 91–93.
15. *Guidoin, M. — F.* Betulin isolation from birch bark by vacuum and atmospheric sublimation. A thermogravimetric study / M. — F. Guidoin, J. Yang, A. Pichette, C. Roy // *Thermochimica Acta.* — 2003. — vol. 398. — С. 153–166.
16. *Tang, J. — J.* Inhibition of SREBP by a small molecule, betulin, improves hyperlipidemia and insulin resistance and reduces atherosclerotic plaques. / J. — J. Tang, J. — G. Li, Wei Qi, Wen-Wen Qiu, Pei-Shan Li, Bo-L. Li and Bao-Liang Song // *Cell Metabolism.* — 2011. — № 13. — P. 44–56.
17. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору, утверждены Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299.
18. Применение бетулина в качестве пищевой добавки. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.betulin96.ru/application-food.php](http://www.betulin96.ru/application-food.php). — Дата доступа: 17.02.2015.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 15.05.2015*

**I. Pachytskaya, N. Varapai**

### THE POSSIBILITY OF USING BETULIN AS A MULTIFUNCTIONAL BIOLOGICALLY ACTIVE FOOD SUPPLEMENT

The paper presents an overview of the data about one of the biologically active substances extracted from plant sources — betulin, which has hepaprotective, anti-inflammatory, antitumor, antimutagenic and other properties.

The paper shows its physical-chemical properties, methods of its receiving, impact on the human body, and its application in the food industry as a biologically active supplement.

УДК 664.664:547.458

*Статья посвящена разработке технологии производства улучшенных хлебобулочных изделий с использованием смеси пшеничной муки и муки из якона. Представлен химический состав корней якона, обладающих уникальными лечебно-профилактическими свойствами. На основании экспериментальных данных разработана технологическая схема получения муки из корней якона. Обоснована целесообразность использования смеси пшеничной муки и муки, полученной из корней якона, при производстве новых улучшенных сортов хлебобулочных изделий.*

## МУКА ИЗ КОРНЕЙ ЯКОНА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УЛУЧШЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Российская Федерация**

*О. Л. Вершинина, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства;*

*Ю. Ф. Росляков, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства;*

*В. В. Гончар, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства*

В настоящее время для расширения ассортимента, улучшения качества хлеба и придания ему профилактической направленности используется широкое разнообразие растительного сырья.



В этой связи актуально создание современных технологий и расширение ассортимента функциональных хлебобулочных изделий, обогащенных натуральными пищевыми ингредиентами, полученными из нетрадиционного растительного сырья.

Одним из перспективных видов нетрадиционного сырья, источника функциональных веществ, является мука, получаемая из корней якона.

Характерная особенность корней якона — наличие сахаров, состоящих в основном из полифруктозида инулина, незаменимых аминокислот, минеральных веществ и других компонентов, которые придают определенную функциональную ценность продуктам с использованием этого растительного сырья [1].

Анализ литературных данных показал, что корни якона содержат инулин, фруктозу, фруктаны, калий, фосфор, селен. Инулин, или полифруктоза, положительно влияет на биологическую усвояемость кальция и магния, снижает уровень содержания холестерина и липидов в сыворотке крови [2]. Инулин имеет низкую калорийность: 1 ккал/г, что существенно ниже калорийности жира и сахарозы. Сок, получаемый из корней якона, способствует снижению уровня сахара в крови и выведению из организма излишков холестерина. Этот факт имеет важное значение в питании людей, страдающих сахарным диабетом и ожирением [3].

Содержание белка в корнях якона достигает 5,5–6,5 %. По своим свойствам этот растительный белок близок к белку коровьего молока. По содержанию важных для человеческого организма незаменимых аминокислот корни якона превосходят зерно кукурузы, пшеницы и даже сою [4].

Продукты переработки корней якона нормализуют пищеварение, улучшают перистальтику кишечника, сохраняют ясность ума, предупреждают сердечнососудистые заболевания, благотворно влияют на нервную систему.

Однако корни якона, имеющие высокую влажность, из-за отсутствия в кожуре пробкового слоя, при хранении быстро теряют влагу и их легко поражает гниль. Поэтому, целесообразно готовить из них порошкообразные полуфабрикаты, применение которых упрощает технологию производства хлебобулочных изделий функционального назначения с заданными физико-химическими и реологическими характеристиками.

В порошкообразных продуктах переработки корней якона инулин и фруктоза сохраняются в значительных количествах, что позволяет использовать их в технологиях хлебобулочных изделий с целью придания им профилактических свойств.

Для получения муки корни якона подвергали мойке при температуре воды от 40 до 50 °С, затем нарезали в виде «чипсов» и сушили в поле СВЧ в течение часа до остаточной влажности около 20 %.

Затем их досушивали конвективным способом до остаточной влажности 5 % и подвергали криоизмельчению в жидком азоте с получением муки с крупностью частиц в преимущественно от 130 до 180 мкм [5].

На основании полученных экспериментальных данных разработали способ производства хлебобулочного изделия, предусматривающий приготовление светлого и темного теста. В состав светлого теста вводили следующие рецептурные компоненты: хлебопекарную пшеничную муку высшего сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные, маргарин, фосфолипиды, сахар, соль, ванилин и воду. В составе темного теста использовали смесь муки, полученной из корней якона, и хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта в соотношении по массе от 1:5 до 1:13, дрожжи хлебопекарные прессованные, маргарин, сахар, соль и воду.

Два вида теста готовили безопасным способом. Замес каждого вида теста осуществляли путем загрузки в тестомесильную машину рецептурных компонентов в соответствующих количествах и перемешивания в течение 10–15 мин до получения однородной консистенции. При начальной температуре теста 28–29 °С продолжительность его брожения составляла 20–40 мин, а конечная кислотность достигала 2,5–3 град. Выброженное тесто делили на куски и направляли на предварительную расстойку в течение 5–7 мин. Затем светлые и темные тестовые заготовки складывали попеременно и направляли для скручивания на рогликовую машину, где им временно придавалась форма батона, и наносили 3–5 косых надреза. Сформованные таким

образом заготовки укладывали на смазанные листы и направляли на окончательную расстойку продолжительностью 60–90 мин при температуре в расстоечной камере 35–40 °С и относительной влажности воздуха 75–80 %. Расстоявшиеся изделия выпекали в печи при температуре 200–220 °С в течение 30–35 мин с получением целевого продукта.

Сравнение органолептических свойств готового изделия, полученного по описанной технологии, позволило установить, что опытный продукт имеет большую упругость мякиша и обладает кофейным оттенком вкуса и аромата при отсутствии в рецептуре кофе. Кроме того, образующиеся при приготовлении теста белково-полисахаридные комплексы усиливают водоудерживающую способность изделий, что повышает выход готовой продукции на 6–8 % и позволяет сохранить изделие в свежем виде более длительное время.

При уменьшении относительного содержания в темном тесте муки, полученной из корней якона, ниже нижнего предела кофейные оттенки вкуса и аромата пропадают. При уменьшении относительного содержания в темном тесте пшеничной муки высшего сорта ниже нижнего предела снижается пористость темной части целевого продукта, что приводит к неоднородности консистенции слоев целевого продукта и его расслаиванию при нарезании.

Рассчитали пищевую ценность хлебобулочного изделия, содержащего муку, полученную из корней якона. Выявили, что разработанные хлебобулочные изделия можно отнести к изделиям функционального назначения, так как употребление 100 г продукта, приготовленного с использованием муки, полученной из корней якона, покрывает суточную потребность организма в пищевых волокнах — на 35 %, железе — на 25–40 %, селене — на 33–44 %. Кроме того, разработанное изделие обогащается калием и кальцием.

Таким образом, в результате выполненных исследований разработан способ производства хлебобулочного изделия функционального назначения улучшенного качества со специфическими органолептическими свойствами с кофейными оттенками вкуса и аромата при отсутствии в рецептуре кофе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Томаева, З. Р. Биолого-хозяйственные особенности якона в условиях РСО-Алания и перспективы его использования: дис. ... канд. биол. наук / З. Р. Томаева. — Владикавказ, 2006. — 125 с.
2. Roberfroid, M. B. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 1993. — 33(2): P. 103–148.
3. Перковец, М. В. Влияние инулина и олигофруктозы на снижение риска некоторых «болезней цивилизации» / М. В. Перковец // Пищевая промышленность. — 2007. — № 5. — С. 22–23.
4. Кононков, П. Ф. Якон — новая перспективная культура / П. Ф. Кононков, Г. Б. Тюкавин // Сад и огород. — 1998. — № 5. — С. 13–14.
5. Способ производства хлебобулочного изделия: пат. РФ на изобретение № 2436315 / О. И. Квасенков, Ю. Ф. Росляков, А. С. Шульга; опубл. 20.12.2011.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 02.03.2015*

**O. Vershinina, YU. Roslyakov, V. Gonchar**

### **FLOUR ROOTS YAKON IN PRODUCTION TECHNOLOGY BETTER BAKERY PRODUCTS**

Article is devoted to the development of production technology improved bakery products using a mixture of wheat flour and flour yakon. Submitted by chemical composition of roots yakon with unique curative properties. On the basis of experimental data developed technological scheme of flour from the roots yakon. The expediency of using a mixture of wheat flour and flour obtained from the roots yakon in the production of new and improved varieties of bakery products.

*В статье рассмотрена процедура проведения валидации методики определения удельной активности цезия-137 в пищевых продуктах. Представлен алгоритм определения основных аналитических характеристик на основе результатов эксперимента и их оценка по критериям приемлимости. На основе экспериментальных данных подтверждена пригодность используемой системы для конкретного применения.*

## **ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДОВ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**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 продуктов питания;*

*Е. С. Александровская, заведующая лабораторией токсикологических  
исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса  
по качеству и безопасности продуктов питания;*

*К. С. Рябова, руководитель группы токсикологической лаборатории  
Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству  
и безопасности продуктов питания*

Одним из обязательных условий подтверждения технической компетентности лаборатории на проведение соответствующих испытаний является валидация аналитических методов. Согласно СТБ ИСО/МЭК 17025-2001 [1] под валидацией понимают предоставление, посредством экспертизы, объективных доказательств, что требования, предъявляемые к применению таких методов, соблюдаются.

Радиометрический контроль является одним из важных направлений деятельности Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Результаты измерений и решения, принимаемые на их основе, представляют собой очень важную техническую информацию, поэтому каждое подразделение радиологического контроля для обеспечения достоверности и сопоставимости полученных данных должно провести валидацию методик применимо к конкретно используемому оборудованию, реактивам, материалам, условиям проведения испытаний и другим факторам, влияющим на конечный результат испытаний.

Особенностью радиологических методов контроля является получение результата на основе проведения прямых единичных измерений удельной активности радионуклидов. На результат измерений радиационных характеристик образца могут оказывать влияние следующие факторы:

- ♦ метрологические характеристики применяемых средств измерений (СИ);
- ♦ выбранные методы и методики выполнения измерений;
- ♦ продолжительность проведения измерений;
- ♦ условия проведения измерений (температура, влажность, атмосферное давление, уровень радиационного фона и др.);
- ♦ количество (масса, объем) измеряемого образца;
- ♦ квалификация оператора измерений;
- ♦ другие дестабилизирующие факторы, способствующие увеличению погрешности измерений [2].

В этой связи, весьма важной проблемой является разработка принципиальных подходов к валидации методов радиологического контроля для обеспечения прослеживаемости изме-

рений. Объем валидации должен определяться исходя из выводов анализа рисков и включать в себя все характеристики и функции объекта, которые оказывают влияние на качество получаемого результата. Наиболее важной частью валидации является определение основных аналитических характеристик на основе результатов эксперимента и их оценка по критериям приемлемости.

Цель настоящей работы — документированное подтверждение данными, что применение гамма — радиометров РКГ-АТ1320А для определения содержания цезия Cs-137 в пробах пищевых продуктов соответствует установленным требованиям ГОСТ Р 54016-2010 [3] для конкретного применения по назначению.

#### Результаты.

В качестве средства измерений активности цезия Cs-137 в настоящей работе использовали прибор РКГ-АТ 1320А. Измерения удельной (ВА) активности выполняли методом регистрации гамма-излучения спектрометрическим сцинтилляционным блоком детектирования с последующим преобразованием полученных данных с помощью блока обработки информации.

Перед началом валидационных испытаний проверили соответствие применяемых средств измерений, испытательного оборудования, реактивов и материалов требованиям валидируемой методики. Установлено, что все используемое лабораторное оборудование и приборы идентифицированы, удовлетворяют требованиям соответствующего документа (паспорта, ГОСТ), имеют действующие клейма и свидетельства о поверке.

При определении аналитических характеристик методики испытаний рассматривались поочередно: избирательность, диапазон применения, правильность, внутрилабораторная прецизионность (внутрилабораторная воспроизводимость).

*Избирательность* методики гарантируется конструкционными особенностями гамма-радиометра РКГ-АТ 1320А, в котором в качестве детектора используется сцинтиллятор NaI (Тl) Ш 63 х 63 мм, предназначенный для регистрации гамма-излучения.

Диапазоны измерения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в образцах пищевых продуктов с плотностью 1 г/см<sup>3</sup> и границы погрешности для заданных диапазонов определены в паспорте на оборудование:

- ♦ от 3,7 до 20 Бк/кг измерения с погрешностью  $\pm (30-50) \%$ ;
- ♦ от 20 до 10<sup>6</sup> Бк/кг измерения с погрешностью  $\pm (20-30) \%$ .

Правильность оценивалась по текущему контролю достоверности измерений и оценке внутрилабораторной воспроизводимости.

Для контроля стабильности и оценки погрешности результата анализа построены контрольные карты Шухарта. Для этого выполнялись однократные измерения контрольного образца с аттестованным значением удельной активности цезия Cs-137 — № КО-315/04-14 двумя операторами на двух гамма-радиометрах РКГ-АТ1320А в произвольной (случайной) последовательности в течение квартала для 3-х видов сосудов. В качестве характеристики данного СИ принималась погрешность средств измерений, определяемая как отличие показаний СИ от истинного значения измеряемой величины. При этом соблюдались следующие условия:

- ♦ контрольные измерения выполнялись в разное время в течение рабочего дня;
- ♦ в течение рабочего дня выполнялось 1 измерение для каждого вида сосудов;
- ♦ частота выполнения измерений: раз в 2–4 дня;
- ♦ проведено 30 контрольных измерений в квартальном цикле.

После завершения контрольного измерения сопоставлялись полученные значения погрешности со значениями границ предупреждения и действия. Значения границ предупреждения и действия рассчитывали по следующим формулам:

$$CL_W^B = \frac{\sqrt{\delta_{МВИ}^2 + \delta_{ОК}^2}}{100\%} \cdot \mu; \quad (1)$$

$$CL_W^{II} = -CL_W^B; \quad (2)$$

$$CL_A^B = 1,5CL_W^B; \quad (3)$$

$$CL_A^{II} = -CL_{w,A}^B, \quad (4)$$

где  $\delta_{\text{МВИ}}$  — относительное значение суммарной погрешности измерений, которое согласно инструкции к прибору соответствует аттестованному значению в контрольном образце;  $\delta_{\text{OK}}$  — относительное значение погрешности аттестованного значения удельной активности цезия в контрольном образце;  $\mu$  — аттестованное значение удельной активности цезия в контрольном образце.

Основные сведения для построения контрольной карты Шухарта и численные значения контрольных границ и центральной линии приведены в табл. 1.

1.

Объект	Контрольный образец № КО-315/04-14
Определяемый компонент	Cs-137
Единица измерения	Бк/кг
Методика анализа	ГОСТ Р 54016-2010
Средство измерений:	[1] Гамма-радиометр РКГ-АТ1320А зав. № 21166 [2] Гамма-радиометр РКГ-АТ1320А зав. № 20221
Период заполнения контрольной карты	01.08.2014г. — 27.10.2014г.
Аттестованное значение образца для контроля, $\mu$	$\mu = 91,6 \pm 9,1$ Бк/кг
Контрольная карта:	Для контроля погрешности (контрольная X — карта)
Центральная линия	91,6
Граница предупреждения	$91,6 \pm 20,7$ (70,9 — 112,3)
Граница действия	$91,6 \pm 31,1$ (60,5 — 122,7)

Контрольные измерения проводились в период с 01.08.2014 г. по 27.10.2014 г. и заносились в Листы данных для геометрий измерения 0,1 л; 0,5 л; 1,0 л. Форма Листа данных взята из рекомендаций [4].

На рис. 1–3 представлены контрольные карты Шухарта [5] для измерительных сосудов 0,1 л; 0,5 л; 1,0 л, соответственно.

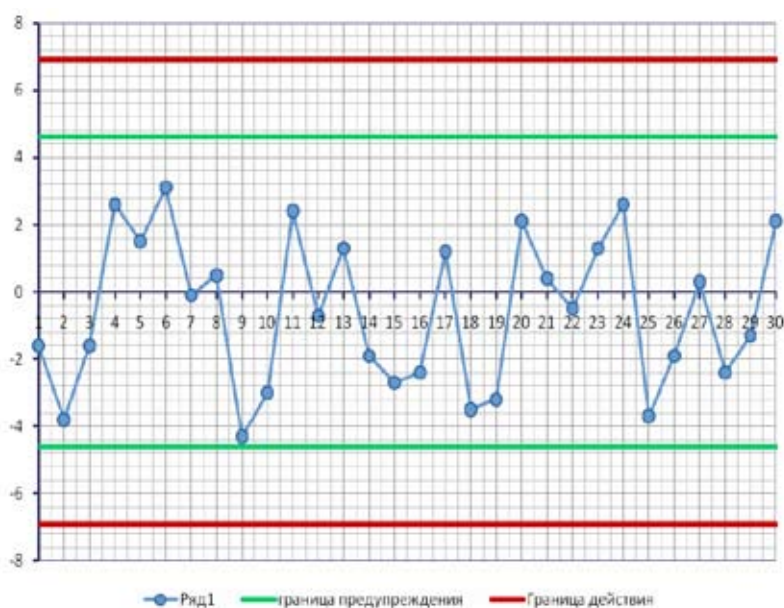


Рис. 1. Контрольная карта Шухарта для измерительного сосуда 0,1 л

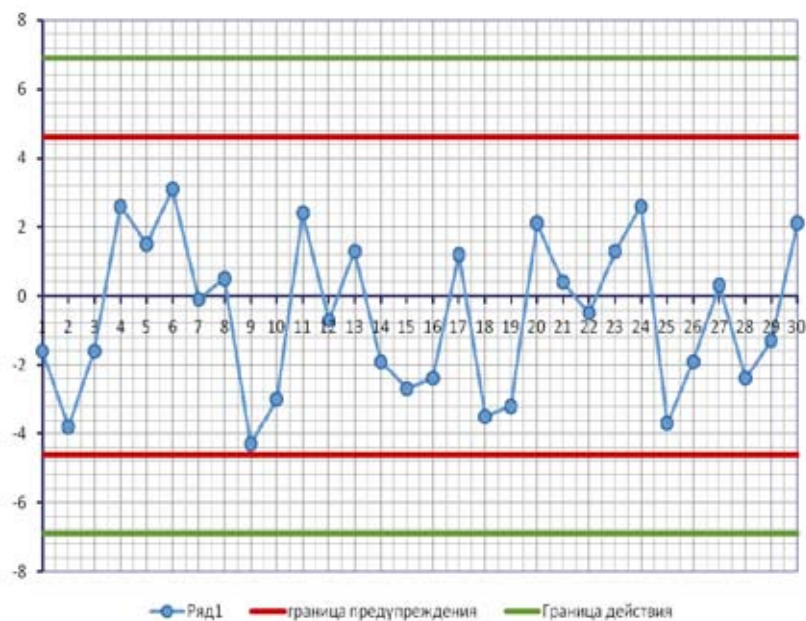


Рис. 2. Контрольная карта Шухарта для измерительного сосуда 0,5 л

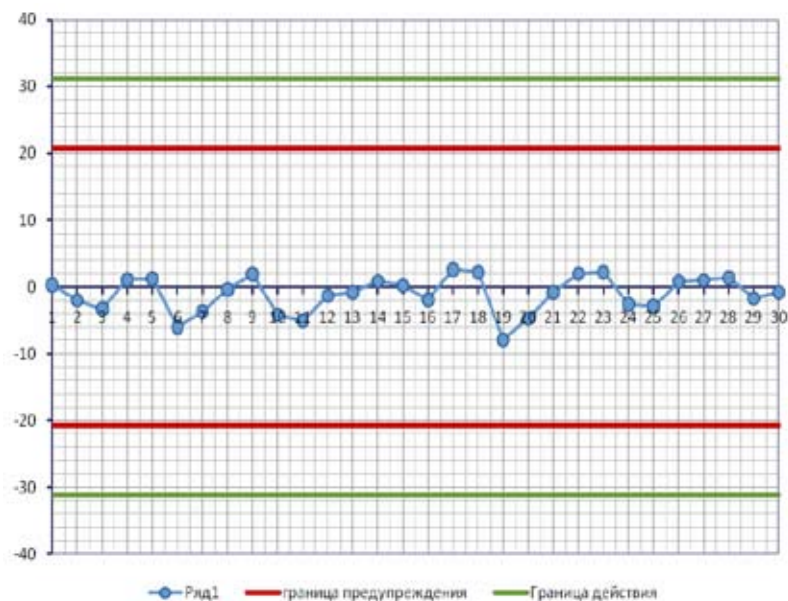


Рис. 3. Контрольная карта Шухарта для измерительного сосуда 1,0 л

Критерий приемлимости контрольных измерений.

К аномальным в динамике контрольных измерений относятся следующие ситуации:

- ♦ два значения погрешности подряд вне границ предупреждения (выше границы CLBW либо ниже CLHW);
- ♦ одно значение погрешности вне границ действия (выше границы CLBA либо ниже CLHA).

При проведении контрольных измерений отмеченные ситуации не встречались. Однако, если имеет место выход за границы контроля, то необходимо повторно выполнить не менее двух измерений. В случае повторного получения отрицательных результатов должны быть предприняты корректирующие действия.

Из приведенных на рис. 1–3 графиков следует, что все результаты находятся внутри границ предупреждения. Кроме того, результаты располагаются как выше, так и ниже средней (в нашем случае центральной линии), таким образом, считаем смещение незначимым.

Следующим этапом было оценивание *стандартного отклонения (СКО) промежуточной прецизионности*  $S_{1(ТО)}$  [6] для результатов измерений. Расчеты проводились по формуле:

$$S_{1(ТО)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_i - \langle a \rangle)^2}{N - 1}}, \quad (5)$$

где  $a_i$  — результат  $i$ -того измерения контрольной пробы;  $\langle a \rangle$  — среднее значение результатов всех измерений.

СКО промежуточной прецизионности для измерительного сосуда 1,0 л составило 2,72 Бк/кг; для сосуда 0,5 л  $S_{1(ТО)} = 2,71$  Бк/кг;  $S_{1(ТО)} = 4,71$  Бк/кг для сосуда объемом 0,1 л.

Критерий приемлимости стандартного отклонения промежуточной прецизионности:

Величина стандартного отклонения воспроизводимости установлена в инструкции к прибору. Для удельной активности 90 Бк/кг эта величина равна 4,8 Бк/кг ( $S_R = 4,8$  Бк/кг). Выполнение критерия приемлемости для всех измерительных сосудов  $S_{1(ТО)} \leq 1,2 S_R$ .

Для измерительного сосуда 1,0 л:  $2,7 < 5,76$ .

Для измерительного сосуда 0,5 л:  $2,7 < 5,76$ .

Для измерительного сосуда 0,1 л:  $4,7 < 5,76$ .

Одновременно с обработкой результатов была оценена расширенная неопределенность измерений [7]. Итоговой количественной характеристикой рассеяния была принята оценка СКО промежуточной прецизионности  $S_{1(ТО)}$ .

Бюджет неопределенности определялся следующими статьями:

1) Относительным значением промежуточной прецизионности  $U_1$ , рассчитанным по формуле:

$$U_1 = \frac{S_{1(ТО)}}{\langle a \rangle} \cdot 100\%. \quad (6)$$

2) Стандартной неопределенностью калибровки прибора.

Необходимо отметить, что перед каждым измерением выполнялась операция взвешивания контрольного образца. Вклад в расширенную неопределенность неопределенности взвешивания автоматически учтен в стандартной неопределенности промежуточной прецизионности  $U_1$ . Также в рассчитанной экспериментально стандартной неопределенности промежуточной прецизионности  $U_1$  учтены неопределенности, обусловленные возможными внешними воздействиями и условиями работы со всеми их вариациями в течение длительного цикла контрольных измерений.

Бюджеты неопределенности для использованных типов сосудов представлены в табл. 2–4.

2.

1,0

№ п/п	Стандартная неопределенность	Значение, %	Примечание
1	$U_1$	3,0	Оценка СКО промежуточной прецизионности в процентах
2	$U_2 = \Pi_{\text{осн}}/2$	10	Оценка СКО калибровки СИ $\Pi_{\text{осн}}$ , % — основная допускаемая погрешность СИ согласно эксплуатационной документации (для РКГ-1320А — 20 %)
Оценка суммарной стандартной неопределенности:			
$U_{\text{сумм}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = 10,4\%$			

3.

0,5

№ п/п	Стандартная неопределенность	Значение, %	Примечание
11	$U_1$	3,0	Оценка СКО промежуточной прецизионности в процентах
22	$U_2 = \Pi_{\text{осн}}/2$	10	Оценка СКО калибровки СИ $\Pi_{\text{осн}}$ , % — основная допускаемая погрешность СИ согласно эксплуатационной документации (для РКГ-1320А — 20 %)
Оценка суммарной стандартной неопределенности: $U_{\text{сумм}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = 10,4\%$			

Расширенная неопределенность измерений удельной активности для доверительной вероятности  $P = 0,95$  (измерительные сосуды 1,0 л; 0,5 л) составляет  $U = 2 * U_{\text{сумм}} = 20,8\%$

4.

0,1

№ п/п	Стандартная неопределенность	Значение, %	Примечание
11	$U_1$	5,1	Оценка СКО промежуточной прецизионности в процентах
22	$U_2 = \Pi_{\text{осн}}/2$	10	Оценка СКО калибровки СИ $\Pi_{\text{осн}}$ , % — основная допускаемая погрешность СИ согласно эксплуатационной документации (для РКГ-1320А — 20 %)
Оценка суммарной стандартной неопределенности: $U_{\text{сумм}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = 11,2\%$			

Расширенная неопределенность измерений удельной активности для доверительной вероятности  $P = 0,95$  (измерительный сосуд 0,1 л) составляет  $U = 2 * U_{\text{сумм}} = 22,4\%$ .

Таким образом, рассчитанная суммарная неопределенность полученного результата составляет:

- ♦ для сосуда Маринелли на 1,0 л и измерительного сосуда объемом 0,5 л — 10,4 %;
- ♦ для измерительного сосуда объемом 0,1 л — 11,2 %.

Расширенная неопределенность, то есть интервал, в котором, заключена большая часть распределения значений, которые могут быть приписаны измеряемой величине, для сосудов объемом 1,0 л и 0,5 л составляет 20,8 %, для измерительного сосуда 0,1 л — 22,4 %.

Количественной мерой правильности является — *смещение (систематическая погрешность)*.

Оценку лабораторного смещения (аттестованное значение контрольного образца приняли за эталонное) рассчитали по формуле:

$$\Delta_w = \langle a \rangle - \mu. \quad (7)$$

Оценка рассеяния лабораторного смещения описывается СКО  $S_\Delta$ , которое рассчитали по формуле:

$$S_\Delta = \sqrt{\frac{S_{I(TO)}^2}{N} + \frac{\Delta_{OK}^2}{3}}, \quad (8)$$

где  $N$  — число контрольных измерений в квартальном цикле;  $\Delta_{OK}$  — абсолютное значение погрешности аттестованного значения контрольного образца.

Полученные результаты представлены в табл. 5.



5.

Геометрия измерительного сосуда, л	Лабораторное смещение, $\Delta_w$ , Бк/кг	Оценка рассеяния лабораторного смещения, $S_\Delta$
1,0	1,1	5,27
0,5	4,7	5,27
0,1	6,7	5,27

*Критерий признания лабораторного смещения незначимым.*

Выполнили проверку неравенства:  $2 * S_\Delta \leq \Delta_w \leq 2 * S_\Delta$ .

На основании данных табл. 5 лабораторное смещение признано незначимым.

Таким образом, валидация метода определения удельной активности цезия-137 проведена с использованием следующих аналитических характеристик: избирательность, диапазон применения, правильность, внутрилабораторная прецизионность (внутрилабораторная воспроизводимость).

По результатам обработки экспериментальных данных, полученных при организации и проведении эксперимента с целью исследования показателей точности методики можно утверждать:

1. Избирательность методики гарантируется конструкционными особенностями гамма-радиометров РКГ-1320А и алгоритмом проведения измерений по определению удельной активности Cs-137 в образцах пищевых продуктов.

2. Для контроля стабильности и оценки погрешности результата анализа построены контрольные карты (X-карты) с использованием контрольного образца и результаты данных контрольных карт интерпретированы как соответствующие критериям валидации.

Рассчитанная расширенная неопределенность полученного результата для сосудов объемом 1,0 л и 0,5 л составляет 20,8 %, для измерительного сосуда 0,1 л — 22,4 %. Лабораторное смещение незначимо.

В результате настоящей валидации доказано, что применение гамма-радиометров РКГ-1320А для определения активности цезия Cs-137 в пробах пищевых продуктов соответствует установленным требованиям ГОСТ Р 54016-2010 для конкретного применения по назначению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий: СТБ ИСО/МЭК 17025-2007. — Введ. 23.02.2007. — Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2007. — 28 с.
2. Оценка неопределенности в радиационном контроле Методические рекомендации. — Минск. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Учреждение образования «Белорусский Государственный аграрный технический университет», 2005. — 13 с.
3. Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия-137: ГОСТ Р 54016-2010. — Введ. 01.01.2012. — Москва: Федеральное агенство по техническому регулированию и метрологии. Стандартинформ, 2011. — 43 с.
4. Текущий контроль достоверности радиометрических измерений. Рекомендация: ТИМ-01-06/2007. — Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь, 2008. — 39 с.
5. Internal Quality Control. Handbook for Chemical Laboratories. NORDTEST report TR 569, 2006.
6. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике: СТБ ИСО 5725-2002. — Введ. 09.12.2002. — Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2007. — 43 с.

7. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. Второе издание. ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, Санкт-Петербург, 2002. — 139 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 15.04.2015*

**I. Pachytskaya, A. Aleksandrouskaya, K. S. Ryabova**

### **VALIDATION OF THE METHODS OF RADIOLOGIC CONTROL OF FOOD PRODUCTS**

The article describes the procedure of validation of methods of determination unit activity of cesium-137 in food. An algorithm for determination the main analytical characteristics on the basis of experimental results and assessment of their eligibility criteria are proposed. Applicability of the system for a particular application is confirmed.

УДК 338.436:001

*В статье рассмотрена методика экономического анализа соответствия выпускаемой продукции требованиям стандартов и регламентов, а также внедренной системы менеджмента качества с помощью предлагаемых коэффициентов соответствия стандартам и сертификатам, с целью оценки возможности собственного производства качественных и конкурентоспособных продуктов питания.*

## **СЕРТИФИКАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

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

*Е. З. Гарус, научный сотрудник отдела сертификации,  
метрологии и систем качества*

В Республике Беларусь в последние годы достигнуты определенные успехи в применении международной практики технического регулирования в пищевой промышленности, в которой активно используется такая система управления качеством и безопасностью как НАССР (анализ рисков и критические контрольные точки) и принятый международный ИСО 22000:2005 «Система менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к любым организациям в продуктовой цепи».

Исследования показали, что система технического нормирования и стандартизации, посредством которой в условиях рыночной экономики можно гарантировать как соответствие продукции требованиям нормативной документации, так и безопасность продукции для потребителя, является главным звеном в достижении качества и конкурентоспособности пищевых продуктов.

Анализ работы предприятий кондитерской, ликероводочной, плодоовощной и др. отраслей и полученные результаты их экономической деятельности показали, что достижение признанного качества и конкурентоспособности коррелируется с внедрением на предприятиях систем менеджмента качества ИСО и НАССР.

Внедрение систем качества обеспечивает предприятию выход на рынки, повышение заработной платы, рентабельность производства за счет повышения объемов производства и завоевания рынков.

До настоящего времени у нас отсутствуют общепринятые методики экономической оценки и анализа систем достижения и сохранения качества продуктов питания.

Очень важным на современном этапе активного развития новых производств и внедрения новых видов продуктов питания является предварительный анализ будущей эффективности созданного продукта, в котором важное место должна занимать система достижения качества и конкурентоспособности, а любые затраты, направленные на реализацию мероприятий по достижению качества должны быть экономически оправданы.

Анализ показывает, что высокое качество продукта закладывается изначально в технологии производства сырья и зависит от состояния производства, применения методов и методик сквозного контроля показателей безопасности и качества от сырья до готового продукта, разработанных рецептур, обеспечивающих вкусовые качества и др.

Для достижения качества и конкурентоспособности продуктов питания на стадии проектирования нами предложен следующий механизм и порядок исследования:

1. Определение соответствия сырья и продукции требованиям ТНПА и стандартам по показателям безопасности.
2. Проверка уровня технологий производства по показателям менеджмента качества и сертификации.
3. Оценка физико-химических показателей качества продукции.
4. Проведение дегустационной оценки продукта по органолептическим показателям.
5. Оценка по экономическому критерию (рентабельности) производства продукции.

Только по результатам совместной оценки, как технологии производства, так и полученного продукта по показателям качества и безопасности можно установить их соответствие нормам, обосновать и установить предполагаемые показатели качества и конкурентоспособности.

Стандартизация призвана обеспечить качество и конкурентоспособность продукции и услуг, что реализуется, в первую очередь, путем гармонизации требований государственных стандартов с международными и региональными стандартами.

Разработка технических регламентов позволяет устанавливать оптимальные требования, чтобы обеспечить нужный уровень безопасности продукции, процессов и услуг и защитить потребителей, с одной стороны, а, с другой стороны — предоставить изготовителям возможность использовать новые технологии и материалы.

С целью соблюдения требований стандартов и регламентов, оценки работы системы качества, ее численной и наглядной интерпретации нами предлагается ввести составляющий коэффициент соответствия стандартам ( $K_{СТБ}$ ). Для расчета данного коэффициента нами предложен графический метод (рис. 1). Минимальное значение при оценке коэффициента  $K_{СТБ} = 0,5$  может быть принято при условии соблюдения критических значений (допусков) контролируемых параметров по показателям безопасности СТБ, а максимальное значение  $K_{СТБ} = 1$  при достижении показателей международных требований МС,  $K_{СТБ} = 0,8$  при достижении показателей требований Европейского Союза.

Пищеперерабатывающие предприятия Республики Беларусь постоянно работают над совершенствованием производств и внедрением систем менеджмента качества.

Стандарты серии ИСО 22000:2005 включают системы менеджмента безопасности пищевых продуктов как на соответствие данному стандарту так и дополнительные аспекты. Состав внедряемой системы стандартов ИСО 9000 включают системы управления на производстве, серия стандартов ИСО 14000 включает системы экологического менеджмента.

недряемая система НАССР включает систему стандартов критических точек, а система ОНЗАС 18000 объединяет стандарты по охране здоровья и профессиональной безопасности.

Для экономической оценки от внедрения систем качества ИСО 9000, ИСО 14000, НАССР на предприятиях и общей оценки достижения качества и конкурентоспособности продуктов питания, устойчивого и эффективного функционирования предприятия нами, в порядке обсуждения, впервые предложен коэффициент сертификации ( $K_c$ ) и методика его определения:

$$K_c = BC,$$

где  $B$  — коэффициент весомости системы сертификации;  $C$  — критерий сертификации.

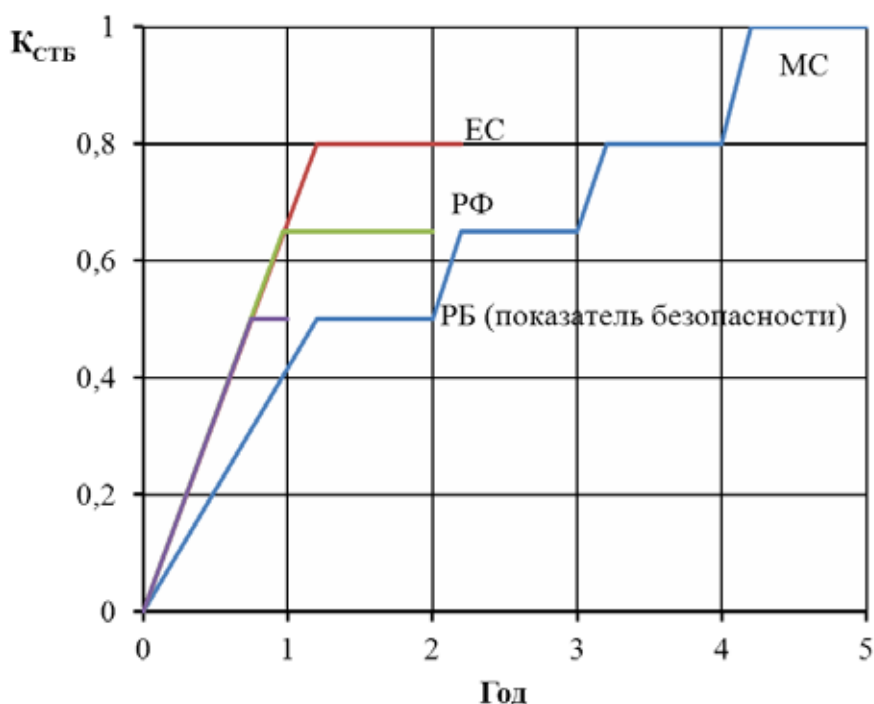


Рис. 1. Графическая интерпретация определения коэффициента соответствия стандартам

ВКoeffициент весомости системы сертификации в общем виде может быть определен как:

$$B = \frac{\vartheta_i}{\vartheta_{\text{общ}}},$$

где  $\vartheta_i = \vartheta_1 + \vartheta_2 + \dots + \vartheta_n$  — суммарное значение коэффициентов весомости внедренных отдельных систем качества на данном предприятии;  $\vartheta_{\text{общ}} = \vartheta_1 + \vartheta_2 + \dots + \vartheta_i$  — суммарное значение коэффициентов весомости существующих систем качества.

Анализ удельных финансовых затрат на внедрение той или другой системы менеджмента качества и их весомость в достижении качества пищевых продуктов позволяет установить суммарное значение коэффициентов весомости внедренных систем качества (табл. 1):

- $\vartheta_1$  — система управления безопасностью пищевых продуктов HACCP,  $\vartheta_1 = 0,35$ ;
- $\vartheta_2$  — система менеджмента качества ИСО 9001,  $\vartheta_2 = 0,25$ ;
- $\vartheta_3$  — система управления окружающей средой ИСО 14001,  $\vartheta_3 = 0,25$ ;
- $\vartheta_4$  — система управления охраной здоровья и безопасностью персонала (OHSAS — 18001),  $\vartheta_4 = 0,15$ .

Критерий сертификации (С) устанавливается в процессе сравнительного экономического анализа ( $C = 0 \dots 1,0$ ) и изменяется от 0 до 1,0 в зависимости от объемов производства и востребованности (реализации) продукта на внутреннем и внешнем рынках в пределах сроков годности продукта:

$$C = \frac{C_{\text{п}}}{C_{\Sigma}},$$

где  $C_{\text{п}}$  — объем продажи сертифицированной конкурентоспособной продукции;  $C_{\Sigma}$  — объем производства групп продуктов.

Сравнивая показатели двух предприятий кондитерской отрасли: ОАО «Коммунарка» (1) и ОАО «Ивкон» (2) и выполнив расчеты по предполагаемой методике получим значения коэффициентов сертификации:

$$K_{C_1} = B_1 C_1 = \frac{b_{i_1}}{b_{\text{общ}_1}} \cdot \frac{C_{n_1}}{C_{\Sigma_1}} = \frac{1,0}{1,0} \cdot \frac{17515}{17520} = 0,99;$$

$$K_{C_2} = B_2 C_2 = \frac{b_{i_2}}{b_{\text{общ}_2}} \cdot \frac{C_{n_2}}{C_{\Sigma_2}} = \frac{0,25}{1,0} \cdot \frac{5660}{5650} = 0,25,$$

где  $b_{i_1}$  и  $b_{i_2}$  — коэффициенты весомости внедрения отдельных систем качества на данных предприятиях;  $C_{\Sigma_1}$ ,  $C_{\Sigma_2}$  — объемы производства кондитерских групп продуктов ( $C_{\Sigma_1} = 17520$ ,  $C_{\Sigma_2} = 5660$ );  $C_{n_1}$ ,  $C_{n_2}$  — объемы реализации продукции ( $C_{n_1} = 17515$ ,  $C_{n_2} = 5650$ ).

Таким образом, мы установили, что на ОАО «Коммунарка» за счет внедрения ряда систем качества добились более высокого качества и конкурентоспособности кондитерских изделий, повысился экспорт продукции (коэффициент сертификации ( $K_{C_1} = 0,99$ ) по сравнению с ОАО «Ивкон» ( $K_{C_2} = 0,25$ ).

Данная методика рекомендуется для применения в общей оценке системы достижения качества при расчете обобщенного коэффициента экономического механизма развития системы достижения качества и построении пятигранной пирамиды качества [1], которые аналитически и наглядно позволяют оценить возможности собственного производства при достижении качества и конкурентоспособности продуктов питания.

1.

(2013 .),

Наименование предприятия	Система управления качеством ИСО 9001	Системы управления безопасностью пищевой продукции (НАССР)	Система управления оружающей средой (ИСО 14000)	Система управления охраной труда (ИСО 18000)	Рентабельность, %	Коэффициент опережающего роста теплов производительности труда над среднемесячной заработной платой, %	Коэффициент весомости внедренных систем
<b>кондитерская отрасль:</b>							
ОАО «Коммунарка»	+	+	+	+	16,9	1,08	1,0
СП ОАО «Спартак»	+	+	+	+	21,5	1,24	1,0
ОАО «Красный Мозырянин»	+	+			6,4	1,05	0,6
ОАО «Красный пищевик»	+	+		+	17,2	1,21	0,75
ОАО «Конфа»	+				4,0	0,9	0,25
ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч»	+	+	+	+	19,0	1,18	1,0
СП «Ивкон» ОАО	+				-1,5	0,72	0,25
<b>масложировая отрасль:</b>							
РУП «Гомельский жировой комбинат»	+	+		+	11,3	1,16	0,75
ОАО «Минский маргариновый завод»	+	+			10,7	0,95	0,6

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ловкис, З. В. Механизм развития системы контроля качества и сертификации продовольственных товаров / З. В. Ловкис, Е. З. Гарус // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2011. — № 3. — С. 57 — 64.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 20.05.2015*

**E. Z. HARUS**

### **CERTIFICATION AS AN INSTRUMENT FOR ACHIEVING FOOD QUALITY**

The article describes the method of economic analysis of conformity of products with standards and regulations, as well as the introduction of quality management system with the help of the proposed coefficients of compliance and approvals, to assess the possibility of its own production of high-quality and competitive foods.

УДК 663.252.6, 663.266

*Исследована возможность использования CO<sub>2</sub>-экстрактов из вторичных продуктов винодельческого производства в качестве пищевой добавки, препятствующей окислительной порчи растительного масла и маргариновых эмульсий. Показано, что добавление CO<sub>2</sub>-экстрактов из различных видов сырья в растительные масла и маргариновые эмульсии, увеличивает стойкость к окислительным и гидролитическим процессам, что позволяет продлить срок их годности.*

### **УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ CO<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Россельхозакадемии, г. Москва, Российская федерация**

*Л. А. Оганесянц, академик Российской академии наук;  
А. Л. Панасюк, доктор технических наук, профессор;  
Е. И. Кузьмина, кандидат технических наук;  
Д. А. Свиридов*

При переработке винограда особое внимание всегда уделялось утилизации вторичных ресурсов, к которым, прежде всего, относится виноградная выжимка и содержащиеся в ней семена. Их использование дает возможность получить дополнительно новые виды продукции и одновременно смягчает влияние на окружающую среду [1].

В ряде винодельческих стран функционируют специализированные предприятия по переработке вторичных ресурсов с целью получения высококачественной и дорогой продукции (виноградное масло, винная кислота, энокраситель, биологически активные добавки, средства косметики).

Новым направлением переработки вторичных ресурсов является использование вегетативных частей виноградного растения, имеющего сезонный характер. К ним, прежде всего, относятся красные листья винограда, обладающие большим запасом антиоксидантов и других ценных веществ. Исследования, ранее проводимые в нашем институте, показали, что в красных листьях винограда содержится большое количество биологически активных соединений, а полученный из них сухой экстракт проявляет ангиопротекторные и гепатозащитные свойства [2–4].

Большие перспективы открываются в получении и применении CO<sub>2</sub>-экстрактов виноградных семян. Преимущество использования сжиженных газов в качестве экстрагентов жирных масел позволяет сократить продолжительность экстракции, извлекать безводные нативные липидные фракции и полезные сопутствующие вещества, что позволяет повысить качество целевых продуктов.

Данная работа посвящена увеличению биологической ценности и сроков хранения растительного масла, а также маргариновых эмульсий за счет внесения  $\text{CO}_2$ -экстракта из виноградных семян.

В рафинированное дезодорированное подсолнечное масло в разных количествах вносили  $\text{CO}_2$ -экстракт из семян винограда белых и красных сортов. После добавления экстрактов сосуды с маслами были плотно закрыты притертыми пробками и заложены на длительное хранение при комнатной температуре  $22 \pm 2$  °С. В качестве контроля использовали образец подсолнечного масла без внесения экстракта. Полученные результаты исследований представлены в табл. 1.

1.

Наименование показателя	Рафинированное дезодорированное подсолнечное масло									
	Контроль без экстракта				+ $\text{CO}_2$ -экстракт из виноградных семян в количестве 0,05 % к массе масла			+ $\text{CO}_2$ -экстракт из виноградных семян в количестве 0,10 % к массе масла		
	Продолжительность хранения									
	Исходное	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
Кислотное число, мг КОН/г	0,11	Не опред.	0,12	0,14	Не опред.	0,11	0,12	Не опред.	0,12	0,13
Перекисное число, ммоль $\text{SO}$ /кг	2,02	13,78	18,73	38,89	6,61	9,59	19,48	8,32	14,31	28,79
Анизидиновое число, у. е.	7,58	8,36	9,04	9,74	7,29	7,53	7,75	7,61	7,78	7,91

Результаты исследований, полученные при изучении образцов масла, свидетельствуют о том, что на протяжении всего срока хранения при температуре  $22 \pm 2$  °С в наименьшей степени процессам окисления подвержен образец рафинированного дезодорированного подсолнечного масла с добавлением 0,05 %  $\text{CO}_2$ -экстракта из виноградных семян. Анизидиновое число данного образца практически не изменилось, перекисное число после 12 мес. хранения увеличилось в 9,6 раза. При этом перекисное число контрольного образца масла (без добавления экстрактов) возросло в 19,3 раза, а анизидиновое число — в 1,3 раза.

Кислотные числа всех образцов подсолнечного масла практически не изменились, что может быть объяснено низким содержанием влаги в исходном масле (массовая доля влаги и летучих веществ не превышала 0,07 %) и соответственно отсутствием гидролиза триглицеридов.

Показатели окислительной порчи образца масла с добавлением 0,1 %  $\text{CO}_2$ -экстракта из виноградных семян несколько хуже, чем в случае введения в масло 0,05 %  $\text{CO}_2$ -экстракта, но значительно лучше, чем для контрольного образца масла без экстрактов. Это может быть связано с тем, что на определенном этапе хранения некоторый избыток антиоксидантов может давать либо обратный эффект, то есть инициировать окисление, либо не проявлять себя до тех пор, пока не израсходуются природные антиоксиданты (токоферолы), содержащиеся изначально в растительном масле.

Что касается органолептических показателей подсолнечных масел, то по истечении 12 мес. хранения образцы с добавлением  $\text{CO}_2$ -экстрактов не имели порочащих признаков. Контрольный образец подсолнечного масла характеризовался салыстым вкусом с привкусом горечи и прогорклости. Такое масло не может быть использовано на пищевые цели, оно не отвечает требованиям действующих нормативных и технических документов.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что добавление  $\text{CO}_2$ -экстракта из виноградных семян в оптимальном количестве — 0,05 % к массе растительного масла позволяет существенно увеличить стойкость его к окислению, обогащает масло ценными биологически активными веществами и продлевает срок годности масла в части его окислительной порчи при хранении в комнатных условиях.

Наряду с растительными маслами большим спросом у потребителей пользуется ещё один вид масложировой продукции — маргарин. Маргарины хорошо сохраняют свое качество при отрицательных температурах, но достаточно плохо выдерживают хранение в условиях положительных температур. Являясь жироводной эмульсией, они подвергаются не только окислительным, но и активным гидролитическим изменениям. В связи с этим, исследование кинетики окисления маргариновых эмульсий в процессе хранения при различных плюсовых температурах является весьма актуальной задачей.

В лабораторных условиях были приготовлены жироводные эмульсии типа «маргарин» с массовой долей жира 82 %. В жировую фазу эмульсий введены  $\text{CO}_2$ -экстракты семян белого винограда (образец № 1) и кожицы красного винограда (образец № 2). В водную фазу эмульсии введен гидрофильный экстракт красных листьев винограда (образец № 3) и гидрофильный экстракт зеленого чая (образец № 4), используемый в промышленности для стабилизации маргаринов. Все добавки введены в количестве 0,05 % к массе продукта. В качестве контроля приготовлена маргариновая эмульсия без ввода  $\text{CO}_2$ -экстрактов и гидрофильных экстрактов (образец № 5).

Образцы маргариновых эмульсий были заложены на хранение при различных плюсовых температурах с целью последующего исследования выделенной из них жировой фазы по показателям окислительной и гидролитической порчи.

Данные по окислительным изменениям жировой фазы, выделенной из маргариновых эмульсий, приведены в табл. 2.

2.

№ п/п	Наименование образца	Наименование показателя (для жировой фазы, выделенной из маргаринов)		
		Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль S O/кг (мэкв O/кг)	Анизидиновое число, у. е
б/н	Исходный маргарин — перед закладкой на хранение	0,37	1,09	1,15
30 дней хранения при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$				
1	Маргарин + $\text{CO}_2$ -экстракт семян белого винограда	0,39	2,37	3,02
2	Маргарин + $\text{CO}_2$ -экстракт кожицы красного винограда	0,43	2,63	2,16
3	Маргарин + гидрофильный экстракт красных листьев винограда	0,40	6,52	2,60
4	Маргарин + гидрофильный экстракт зеленого чая	0,42	2,60	3,37
5	Маргарин без экстрактов (контроль)	0,56	4,31	4,04
180 дней хранения при температуре $5 \pm 1^\circ\text{C}$				
1	Маргарин + $\text{CO}_2$ -экстракт семян белого винограда	0,41	3,23	2,04
2	Маргарин + $\text{CO}_2$ -экстракт кожицы красного винограда	0,45	3,14	1,62
3	Маргарин + гидрофильный экстракт красных листьев винограда	0,42	8,83	2,00
4	Маргарин + гидрофильный экстракт зеленого чая	0,42	6,19	1,84
5	Маргарин без экстрактов (контроль)	0,71	5,34	2,12



Результаты проведенных исследований показали, что маргариновые эмульсии с добавкой  $\text{CO}_2$ -экстрактов семян белого винограда и кожицы красного винограда имеют лучшую стойкость к окислительным процессам при хранении при различных плюсовых температурах, по сравнению с контролем. Гидролитические процессы в образцах с введением экстрактов также протекают в 1,4–1,6 раза медленнее, чем в контрольном образце маргарина.

При сравнении образцов № 1 и № 2 видно, что прирост кислотного числа в образце № 1 минимальный, а значения перекисных чисел у них достаточно близки. Анизидиновое число по истечении сроков хранения как при температуре  $20 \pm 1$  °С, так и при температуре  $5 \pm 1$  °С оказалось меньше у образца № 2.

Гидрофильный экстракт из красных листьев винограда положительно влияет на гидролитические процессы, сдерживая последние на уровне гидрофильного экстракта зеленого чая, используемого в маргариновой отрасли, в результате чего кислотное число жировой фазы, выделенной из образца маргарина № 3 в среднем в 1,5 раза ниже, чем для контрольного образца № 5 (расчет сделан как средне арифметическое для 2-х температур хранения).

Для гидрофильного экстракта из красных листьев винограда характерно повышение значения перекисного числа жировой фазы маргарина, по сравнению с контролем № 5, не зависимо от температуры и продолжительности хранения (в конкретных исследованных точках), что может быть обусловлено природой экстракта.

Следует заметить, что для образца № 4 при хранении в течение 180 сут. при температуре  $5 \pm 1$  °С также наблюдалось повышение перекисного числа, по сравнению с контролем № 5.

При этом анизидиновое число образца № 3 было ниже контроля № 5, а при хранении в течение 30 сут. при температуре  $20 \pm 1$  °С в 1,3 меньше, чем у образца с экстрактом зеленого чая № 4.

Органолептические показатели маргариновых эмульсий № № 1–4, по окончании всего периода хранения при исследованных температурах, не имели порочащих привкусов и запахов, оставались практически обезличенными. Контрольный образец № 5, хранившийся в тех же условиях, характеризовался салыстым привкусом и слабым горьковатым послевкусием, что свидетельствует о протекании гидролитической и окислительной порчи.

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что в данном эксперименте исследованные  $\text{CO}_2$ -экстракты могут служить альтернативой применяемому в настоящее время в маргариновой промышленности импортному гидрофильному экстракту зеленого чая.

В целом можно заключить, что использование  $\text{CO}_2$ -экстрактов из различных видов вторичных ресурсов виноделия позволит увеличить срок годности растительных масел и маргариновых эмульсий. Использование отечественных  $\text{CO}_2$ -экстрактов позволит в перспективе отказаться от дорогостоящих импортных добавок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Разуваев, Н. И.* Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия /Н. И. Разуваев. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 167 с.
2. *Оганесянц, Л. А.* Перспективы использования красных листьев винограда в качестве вторичного сырья /Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, Д. А. Свиридов, Т. А. Сокольская, Т. Д. Даргаева, В. Н. Дул // Виноделие и виноградарство. — 2012. — № 5. — С. 24–26.
3. *Оганесянц, Л. А.* Химический состав и биологически активные вещества красных листьев винограда /Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, Д. А. Свиридов, Т. А. Сокольская, Т. Д. Даргаева // Технологии и инновации. — 2012. — № 10. — С. 63–65.
4. *Оганесянц, Л. А.* Экстракты красных листьев винограда — природный источник биологически активных соединений /Л. А. Оганесянц, А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, Д. А. Свиридов, А. Н. Трубников // Пищевая промышленность. — 2013. — № 3. — С. 40–42.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 23.03.2015*

L. Oganesyants, A. Panasyuk, E. Kuzmina, D. Sviridov

### INCREASE THE SHELF LIFE OF OIL AND FAT PRODUCTS BY INTRODUCING CO<sub>2</sub>-EXTRACTS FROM VARIOUS RAW MATERIALS

Investigated the possibility to use CO<sub>2</sub>-extracts from by-products of wine production as a food additive for preventing oxidative deterioration of vegetable oil and margarine emulsions. It was shown that addition of CO<sub>2</sub>-extracts from various kinds of raw materials in vegetable oils and margarine emulsions, increases resistance to oxidative and hydrolytic processes that can extend their shelf life.

УДК 635.21/24

*В статье отражены результаты исследований физико-механических свойств (коэффициента внешнего трения, насыпной плотности, адгезии, угла естественного откоса), granulометрического состава сухого пюре из картофеля и топинамбура, полученные данные используются для конструирования, разработки и изготовления оборудования для производства сухого картофельного пюре.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУХОГО ПЮРЕ ИЗ КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА

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

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

*А. А. Садовский, кандидат технических наук;*

*С. А. Арнаут, кандидат технических наук;*

*А. А. Литвинчук, кандидат технических наук;*

*А. В. Садовская, кандидат технических наук*

**Введение.** Комплексное и рациональное использование сырьевых ресурсов с внедрением безотходных и энергосберегающих технологий переработки картофеля в разнообразные виды продуктов является основной целью создания и развития высокотехнологичной картофелеперерабатывающей отрасли [1]. Одним из наиболее распространенных способов переработки картофеля для получения картофелепродуктов является производство сухого картофельного пюре. Типовая технологическая схема производства сухого картофельного пюре включает следующие операции: приемку, сухое удаление загрязнений, мойка клубней, инспекция, очистка, сульфитация, резка, варка картофеля, измельчение, внесение пищевых, вкусовых добавок, сушка, измельчение в хлопья [2].

Одним из новых видов продукции с использованием картофеля является сухое пюре, в котором в качестве сырья используют порошок из клубней топинамбура в сочетании с порошком картофеля в различных соотношениях. Добавление порошка топинамбура позволяет повысить качество готового продукта за счет улучшения органолептических и кулинарных свойств при сочетании различных продуктов питания, а также расширить ассортиментный состав продукции для использования в диетических и профилактических целях [3], т. к. топинамбур содержит достаточно большое количество сухих веществ (до 20 %), среди которых содержится до 80 % полимерного гомолога фруктозы — инулина. Инулин является полисахаридом, гидролиз которого приводит к получению безвредного для людей, болеющих диабетом, сахара — фруктозы. Топинамбур содержит клетчатку и богатый набор минеральных элементов, в том числе (мг % на сухое вещество): железа — 10,1, марганца — 44,0, кальция — 78,8, магния — 31,7, калия — 1382,5, натрия — 17,2, кремния — 8. По содержанию железа, кремния и цинка он превосходит картофель, морковь и свеклу. В состав клубней топинамбура входят также белки, пектин, ами-

нокислоты, органические и жирные кислоты. Пектиновых веществ в топинамбуре содержится до 11 % от массы сухого вещества. По содержанию витаминов *C*, *B1*, *B2*, топинамбур богаче картофеля, моркови и свеклы более чем в 3 раза. Существенное отличие топинамбура от других овощей проявляется в высоком содержании в его клубнях белка (до 3,2 % на сухое вещество), который представлен 16 аминокислотами, в том числе 8 незаменимыми, которые не синтезируются в организме человека. В то же время, по данным Новосибирского научно-исследовательского института клинической иммунологии, имеющиеся в топинамбуре белковые соединения очень близки по своей структуре белкам вилочковой (тимуса) железы и обладают свойствами, практически идентичными свойствами этих белков [4].

При разработке оборудования для производства сухого пюре из хлопьев картофеля и порошка топинамбура необходимо учитывать ряд физико-механических свойств данных продуктов, как по отдельности, так и в смеси.

**Цель работы** заключалась в исследовании физико-механических свойств сухого пюре из картофеля и топинамбура для определения рациональных параметров оборудования, предназначенного для производства данного вида продукции.

Для проведения экспериментальных исследований применялись: сухое картофельное пюре, произведенное по ТУ РБ 100377784.002-2000, изготовленное в виде хлопьев и порошка; смесь сухого пюре из картофеля и топинамбура; порошок топинамбура с массовой долей влаги не более 12 %. В ходе экспериментов определяли гранулометрический состав, угол естественного откоса, насыпную плотность, коэффициент трения, адгезию.

**Методы исследований.** Определение угла естественного откоса проводили в соответствии с методическими указаниями [5].

Угол естественного откоса  $\alpha$  определяется углом образуемым линией естественного откоса сыпучего материала с горизонтальной плоскостью (рис. 1).

Угол зависит от взаимной подвижности частиц, которая определяется силами трения и сцепления между частицами, его необходимо учитывать при конструировании лотков, загрузочных устройств, желобов и выпускных конических частей бункеров. Полученные в ходе эксперимента результаты позволяют отнести картофельные хлопья и порошок из картофеля и топинамбура к материалам с легкой подвижностью.

Насыпную плотность сыпучего материала определяли путем взвешивания сыпучего материала в измерительном стакане объемом 150 мл.

Угол и коэффициент внешнего трения определяли с помощью прибора В. А. Желиговского.

Значение коэффициента внешнего трения необходимо для определения предельных углов наклона конвейеров, стенок бункеров, гравитационных спусков.

Адгезию сухого пюре определяли по величине отрывающей силы  $F_{отп}$ , которую необходимо приложить к частице, для того чтобы оторвать частицу материала от поверхности. При конструировании, изготовлении и эксплуатации смесителей, бункеров, транспортирующих устройств необходимо учитывать адгезию частиц к поверхностям. Значение отрывающей силы  $F_{отп}$  определяли по углу наклона поверхности, при котором частица начинает двигаться, по формуле:

$$F_{отп} = V \cdot \rho_n \cdot g \cdot \sin \gamma,$$

где  $V$  — объем продукта, м<sup>3</sup>;  $\rho_n$  — насыпная плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma$  — угол естественного откоса;  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Изучение гранулометрического состава проводили на хлопьях картофельных недробленных и порошке топинамбура ситовым методом. Выбор данных объектов исследований основан на том, что для получения сухого пюре необходимо смешивать порошок из картофеля и топинамбура, причем хлопья картофельные не дробленные, выпускаемые на производстве, предварительно необходимо измельчать для получения гранулометрического состава близкого к составу порошка топинамбура.

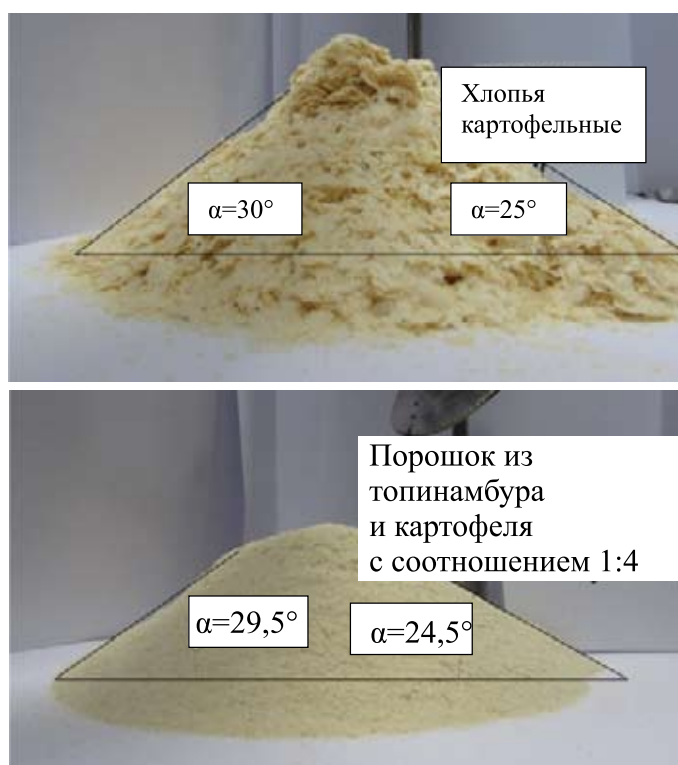


Рис. 1. Определение угла естественного откоса картофельных хлопьев и смеси сухого картофельного пюре с порошком топинамбура

Для отсева использовали набор сит с размерами ячеек 1; 0,8; 0,2 мм. Исследуемый материал просеивали на вибрационном стенде, сита в котором установлены друг над другом с уменьшением размера ячейки сита к основанию. Был использован виброгрохот Fritsch Analysette 3. (рис. 2).

Общий вес отобранной пробы составлял 100 г. Время проведения ситового анализа составляло 5 мин. Остатки на каждом сите и поддоне взвешивали и вычисляли сход.

**Результаты.** Результаты исследований физико-механических свойств сухого пюре представлены в табл. 1.

1. -

Объект исследований	Насыпная плотность, $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, °	Коэффициент внешнего трения, $f$	Отрывающая сила, $F_{от}$ , Н
Смесь измельченного сухого картофельного пюре с порошком топинамбура в соотношении 4:1	640,8	24,5–29,5	30–32	0,44
Хлопья картофельные	305,4	25–30	23–25	0,19
Хлопья картофельные измельченные	653,3	23–32	28	0,41
Порошок топинамбура	536,5	28,5–40,5	30	0,45

На рис. 3 представлены результаты ситового анализа.



Рис. 2. Виброгрохот Fritsch Analysette 3

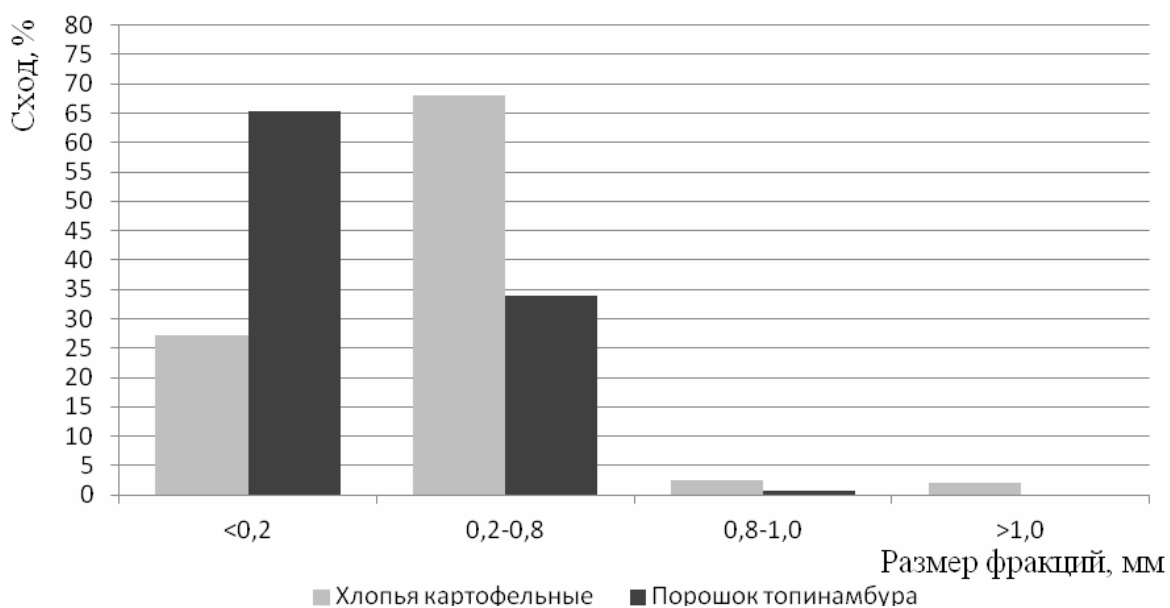


Рис. 3. Гранулометрический состав сухого пюре

Полученные данные гранулометрического состава показывают, что 65–66 % частиц порошка топинамбура имеют размер менее 0,2 мм, причем, только 27–28 % частиц картофельных хлопьев имеют аналогичный размер, что требует дополнительного использования оборудования для измельчения в линии по производству картофельных хлопьев.

Таким образом, были проведены исследования и получены экспериментальные данные, которые позволяют определить рациональные параметры разрабатываемого оборудования для производства сухого пюре из картофеля и топинамбура с учетом их физико-механических

свойств. Вопрос разработки эффективного оборудования особенно актуален, так как богатый состав биологически активных веществ топинамбура делает это растение очень перспективным в диетическом питании и пищевой промышленности, как исходное сырье для создания высокоэффективных биологически активных добавок и лечебно-профилактических средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Пилипчук, А. В.* Конкурентный потенциал перерабатывающих предприятий АПК / А. В. Пилипчук [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. — Минск : Беларус. навука, 2012. — 217 с.
2. *Ловкис, З. В.* Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З. В. Ловкис [и др.]. — Минск: Беларус. навука, 2008. — 537 с.
3. Способ производства сухого овощного пюре: пат. 2469553 Российской Федерации, МПК А23L1/212/216/2165 / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, В. И. Черников; заявитель ЗАО НПФ «АгроНИР». — № а 20101869; заявл. 10.08.2010; опубл. 20.12.2012.
4. *Шубин, И. Н.* Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: учеб. пособие / И. Н. Шубин, [и др.]. — Тамбов : ТГТУ, 2005. — 76 с.
5. *Макаров, Ю. И.* Аппараты для смешивания сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. — М. : Машиностроение, 1973. — 215 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 24.03.2015*

**D. Zaichenko, A. Sadouski, S. Arnaut, A. Litvinchuk, A. Sadoyskaya**

### RESEARCH OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF DRY PUREE FROM POTATOES AND GIRASOL

The results of studies of physical and mechanical properties (coefficient of friction, bulk density, adhesion, angle of repose), particle size distribution of dry mashed potatoes and girasol are described in the article, the obtained data are used for designing, development and production of the equipments for production of dry mashed potatoes.

УДК 577.114.083

*Изучена возможность вторичного использования отходов микробиологического синтеза лимонной кислоты — биомассы продуцента *Aspergillus niger*. В результате последовательного трёх- и четырёхступенчатого кислотно-щелочного гидролиза из биомассы *Aspergillus niger* выделен хитин-глюкановый комплекс и исследована его сорбционная способность. Хитин-глюкановый комплекс, полученный из отработанной биомассы продуцента лимонной кислоты характеризуется высокой сорбционной способностью по отношению к металлам. Максимальное поглощение из растворов отдельных металлов имело место по отношению к двухзарядным катионам таких токсичных металлов как марганец, кобальт, никель. Исследуемые ионы металлов, по степени поглощения R, % образуют ряд  $Co^{2+} > Ni^{2+} > Mn^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+}$ .*

### СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ХИТИНСОДЕРЖАЩЕГО КОМПЛЕКСА ASPERGILLUS NIGER К ИОНАМ МЕТАЛЛОВ

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

*О. В. Павлова, аспирант*

#### **Введение.**

Эффективными и быстро развивающимися способами очистки воды являются физико-химические, основанные на взаимодействии примесей воды с реагентами и материалами, след-

ствие чего эти примеси деструктируют до безопасных, выделяются в иную фазу или претерпевают другие превращения. Традиционно к физико-химическим методам относят процессы с использованием химических реагентов, нейтрализующих веществ, углеродных и минеральных сорбентов, ионообменных материалов, электрохимических и электрокоагуляционных способов обработки вод различного происхождения [1–3].

В настоящее время всё большее распространение из физико-химических методов получает сорбционная очистка воды с использованием активированных углей и сорбентов, которые обеспечивают высокую эффективность и отсутствие вторичных загрязнителей. Сорбционная очистка устраняет органические и неорганические соединения практически до любых остаточных концентраций. Высокая стоимость и острый дефицит активированных углей вынуждает заменять их более доступными и дешёвыми материалами, обладающими такой же способностью. В связи с этим существует и успешно развивается самостоятельное направление в очистке природных и сточных вод, основанное на применении дешёвых минеральных и углеродсодержащих сорбционных материалов [1–3].

Помимо синтетических сорбентов для очистки сточных вод представляет интерес класс поглотителей на основе биомассы микроорганизмов. Биомасса обладает универсальными сорбционными свойствами: хорошо развитой поверхностью, клетки в своём составе имеют полифункциональные группы: ацетиламидные, карбоксильные, фосфатные, способные образовывать комплексы с металлами по хелатному механизму, с помощью координационных связей, а также нерастворимые соединения. Кроме органической части в состав биомассы входят неорганические компоненты, которые также играют роль в извлечении металлов. Инактивированной грибной биомассе, а также продуктам ее обработки, как и живому активно метаболизирующему мицелию, характерна способность активно взаимодействовать с ионами тяжелых металлов и извлекать их из различных сред. Биомасса грибов выступает как химическая субстанция, ионообменник биологического происхождения. Именно со структурными биополимерами клеточной стенки грибов во многом связывают свойство биосорбции [1–3].

Цель работы — изучение эффективности использования хитинсодержащих комплексов, полученных из биомассы *Aspergillus niger* — отхода микробиологического синтеза лимонной кислоты — в качестве сорбентов некоторых ионов металлов.

Объекты и методы исследований.

Источником хитин-глюканового комплекса является отход микробиологического синтеза лимонной кислоты — биомасса *Aspergillus niger* Б-1, выращиваемая в ходе глубинного культивирования на свекловичной мелассе. Исходное сырьё, полученное на ОАО «Скидельский сахарный комбинат» подвергалось последовательному трёх- и четырёхступенчатому кислотно-щелочному гидролизу (рис. 1).

На первой щелочной стадии биомассу продуцента лимонной кислоты обрабатывали 6 % раствором NaOH в течение 3 ч при температуре 90 °С. Второй этап состоял в воздействии на полученный после первой стадии полупродукт 3 % раствором соляной кислоты при температуре 55 °С в течение 1 ч. Третья стадия заключалась в обработке полученного полупродукта 6 % раствором перекиси водорода. Четвёртая стадия заключалась в обработке полученного на третьей стадии полупродукта 5 % раствором NaOH в течение 1 ч при температуре 80 °С. После каждого этапа обработки образцы отмывали дистиллированной водой до pH = 7 [4, 5].

Первая ступень подготовки исходного сырья гидроокисью натрия, выбранной концентрации и температуры, дает наилучший эффект вымывания жиров, белков и углеводов, при этом не разрушается структура хитин-глюканового комплекса. Гидро модуль 1:10 позволяет оптимально перемешивать массу. Стадия деминерализации заключалась в обработке биомассы отработанного продуцента раствором соляной кислоты. На данном этапе клеточная стенка грибов освобождается от остатков минеральных веществ. Выбор таких параметров мотивирован тем, что при более жестких условиях начинается гидролиз хитин-глюканового комплекса и снижается его выход. На третьей стадии (депигментации) полуфабрикат обрабатывается перекисью водорода, что позволяет провести окислительную деструкцию, растворение и полное удаление пигментов.

Продукт после третьей ступени имеет более светлую окраску и, следовательно, улучшаются его потребительские свойства. Дополнительное защелачивание гидроокисью натрия с гидромодулем 1:10 способствует более полному вымыванию остаточных белков, жиров и углеводов. Полученные образцы хитин-глюканового комплекса (ХТГК) гомогенизировали (Homogenizer type МРМ-302, Польша) и высушивались тонким слоем. Сушка продукта осуществлялась при комнатной температуре [4, 5]. В работе использовались химические реактивы марки «х. ч.» фирмы «Реахим» (Россия).

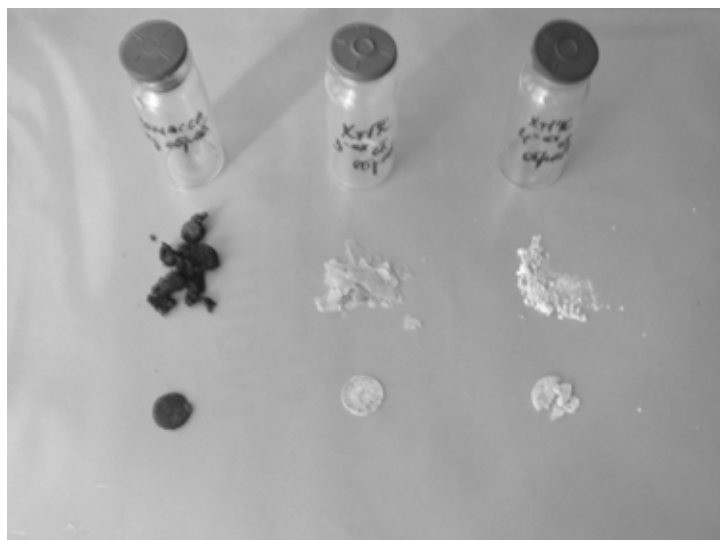


Рис. 1. Биомасса отработанного продуцента лимонной кислоты и полученные образцы хитин-глюканового комплекса

Влажность полученных образцов хитин-глюканового комплекса определялась после высушивания при температуре 130 °С (сушильный шкаф) в течение 40 мин и последующего охлаждения в эксикаторе не менее 20 мин. Влажность продукта в процентах находили по формуле 1:

$$X = 100 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (1)$$

где  $m_1$  — масса навески до высушивания, г;  $m_2$  — масса навески после высушивания, г.

Первичная оценка сорбционного потенциала полученных образцов хитин-глюканового комплекса проводилась на предмет адсорбционной активности по метиловому оранжевому спектрофотометрическим методом (спектрофотометр РV 2201 (ЗАО «Solar», Беларусь)) [6].

Для характеристики и сравнительного анализа сорбционной способности полученных образцов хитин-глюканового комплекса использовали следующие показатели: адсорбционную активность (сорбционная ёмкость), коэффициент распределения и удельную поверхность.

Сорбционную ёмкость (СЕ) полученного образца ХТГК по индикатору в мг на 1 г продукта вычисляли по формуле 2:

$$CE = (C_1 - C_2 K) \cdot 0,025 / m, \quad (2)$$

где  $C_1$  — массовая концентрация исходного раствора индикатора, мг/л;  $C_2$  — массовая концентрация раствора индикатора после сорбции, мг/л;  $K$  — коэффициент разбавления — 100; 0,025 — объём раствора индикатора, взятого для осветления, л;  $m$  — масса навески сорбента, г (в пересчёте на сухое вещество).

Коэффициент распределения —  $K_d$  (мл/г) в системе сорбент-сорбат рассчитывали по формуле 3:



$$Kd = CE / C_{кон}, \quad (3)$$

где  $CE$  — сорбционная емкость (мг/г);  $C_{кон}$  — конечная концентрация индикатора в растворе (мг/л).

Удельная поверхность —  $S_{уд}$  (м<sup>2</sup>/г) образцов определялась по количеству адсорбированного ХтГК метилового оранжевого. Удельную поверхность образцов рассчитывали по формуле 4:

$$S_{уд} = A \cdot S \cdot N_a, \quad (4)$$

где  $A$  — количество сорбированного индикатора (мг/г);  $S = 0,57 \cdot 10^{-18}$  (площадь, занимаемая одной молекулой индикатора в монослое при мономолекулярном заполнении сорбента, м<sup>2</sup>);  $N_a$  — число Авогадро.

#### Результаты исследований и их обсуждение.

Исследована сорбционная способность хитин-глюканового комплекса в образцах с различной влажностью (30, 80 %) и одинаковых по влажности образцах, полученных варьированием количества стадий кислотно-щелочного гидролиза (трёх- и четырёхступенчатыми схемами).

Сорбционную ёмкость, коэффициент распределения и удельную поверхность рассчитывали для образцов различной влажности (80 % и 30 %) в пересчёте на сухое вещество. Выявлено, что сорбционная емкость ХтГК, выделенного (трёхступенчатая схема) из биомассы *Aspergillus niger* Б-1 — отхода производства лимонной кислоты, высушенного до влажности 30 % ниже на 62 % сорбционной ёмкости сырого образца (влажность 80 %). Адсорбционная активность полученного образца ХтГК, выделенного по четырёхступенчатой схеме, высушенного до влажности 30 % на 65 % ниже таковой сырого образца. При более значительном удалении влаги температурный фактор играет весьма существенную роль в уменьшении сорбционной способности. Сравнение сорбционной ёмкости одинаковых по влажности образцов ХтГК, полученных варьированием стадий кислотно-щелочного гидролиза (трёх- и четырёхступенчатыми схемами) показывает, что адсорбционная активность образцов (влажность 30 %) увеличивается на 28 % в результате четырёхступенчатой обработки (табл. 1). Четырёхступенчатая схема выделения ХтГК способствует практически его полному отбеливанию (рис. 2).

Сравнительный анализ сорбционной способности по полученным показателям: адсорбционной активности (сорбционная ёмкость), коэффициента распределения и удельной поверхности представлен в табл. 1–3.

#### 1. ( / )

Трёхступенчатая обработка		Четырёхступенчатая обработка	
Влажность 80 %	Влажность 30 %	Влажность 80 %	Влажность 30 %
250,00	94,29	345,00	121,10

#### 2. ( / )

Трёхступенчатая обработка		Четырёхступенчатая обработка	
Влажность 80 %	Влажность 30 %	Влажность 80 %	Влажность 30 %
0,19	0,08	0,28	0,10

#### 3. ( ° / )

Трёхступенчатая обработка		Четырёхступенчатая обработка	
Влажность 80 %	Влажность 30 %	Влажность 80 %	Влажность 30 %
$857,85 \cdot 10^5$	$323,55 \cdot 10^5$	$1183,80 \cdot 10^5$	$415,20 \cdot 10^5$

Испытания сорбционной способности осуществляли на модельных растворах (1 мМ), содержащих соли отдельных металлов. Металлы присутствовали в катионной форме ( $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ). Эксперименты проводили в статических условиях; время сорбции 1 ч, температура 25 °С. Соотношение масс сорбента и металлосодержащих растворов — 1:100 (0,5 г сорбента и 50 мл раствора). Сорбент отделяли от раствора фильтрованием. Концентрацию ионов металлов в исходных растворах, и после сорбции, определяли атомно-абсорбционным методом на спектрометре АА 240 FS (США) [7].

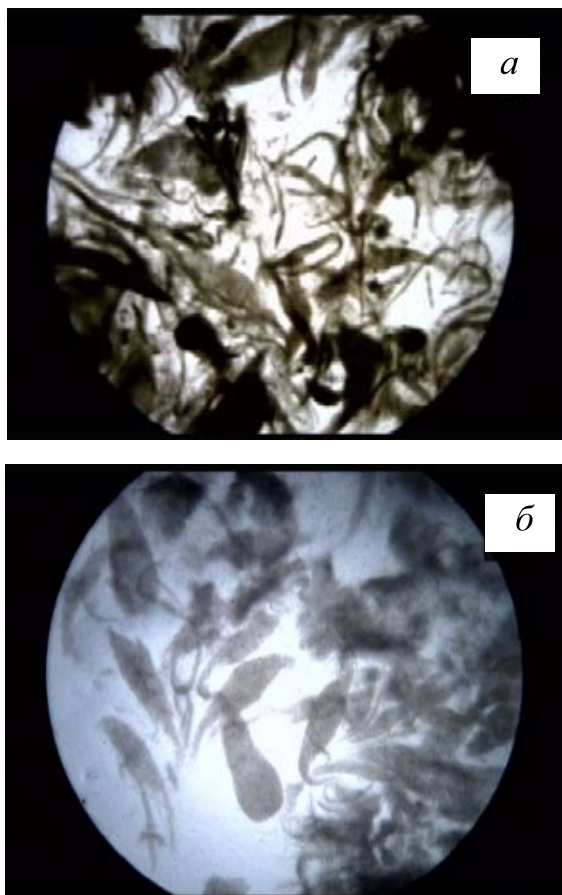


Рис. 2. Хитин-глюкановый комплекс (микроскопия при использовании объектива Ч40), выделенный путём кислотно-щелочного гидролиза:  
а) — трёхступенчатая обработка, б) — четырёхступенчатая обработка

Критерием оценки эффективности извлечения ионов металлов являлся коэффициент поглощения металлов сорбентом ( $R$ , %) (формула 5):

$$R = \Delta C / C_0 \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $\Delta C$  — разность между исходной и конечной концентрацией металла,  $C_0$  — исходная концентрация металла.

Модельные растворы готовились и анализировались на предмет исходной и конечной концентрации металлов в трёхкратной повторности. Обработку результатов проводили с использованием статистических функций Microsoft Excel и пакета программ STATISTICA 6.1, уровень значимости — 95 %.

Содержание анализируемых ионов металлов до и после сорбции приведено в табл. 4.

На рис. 3 показана эффективность аккумуляции ионов металлов сорбентом, определённая по степени извлечения ( $R$ , %).

Как следует из приведённых данных, максимальное адсорбция имела место по отношению к двухзарядным катионам таких токсичных металлов как марганец, кобальт, никель. Полученный хитин-глюкановый комплекс аккумулировал из растворов 98–99 % ионов этих металлов в течение одного часа, при этом их концентрация в растворе уменьшалась на 1–2 порядка. Так концентрация марганца в растворе после сорбции уменьшилась в 58 раз, кобальта в 165 раз, никеля в 82 раза. Со средней эффективностью ( $R$  — в пределах 50–85 %) поглощались ионы меди и цинка. Концентрация меди в растворе после сорбции уменьшилась в 3 раза, а цинка в 7 раз.

## 4.

Содержание ионов металлов в растворах до сорбции, мг/л				
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Co}^{2+}$	$\text{Ni}^{2+}$
762,49±0,70	3892,00±45,00	8229,50±48,50	1425,40±6,90	3047,00±28,00
Содержание ионов металлов в растворах после сорбции, мг/л				
246,79±31,51	67,28±20,28	1254,38±133,38	8,63±5,56	37,00±0,70

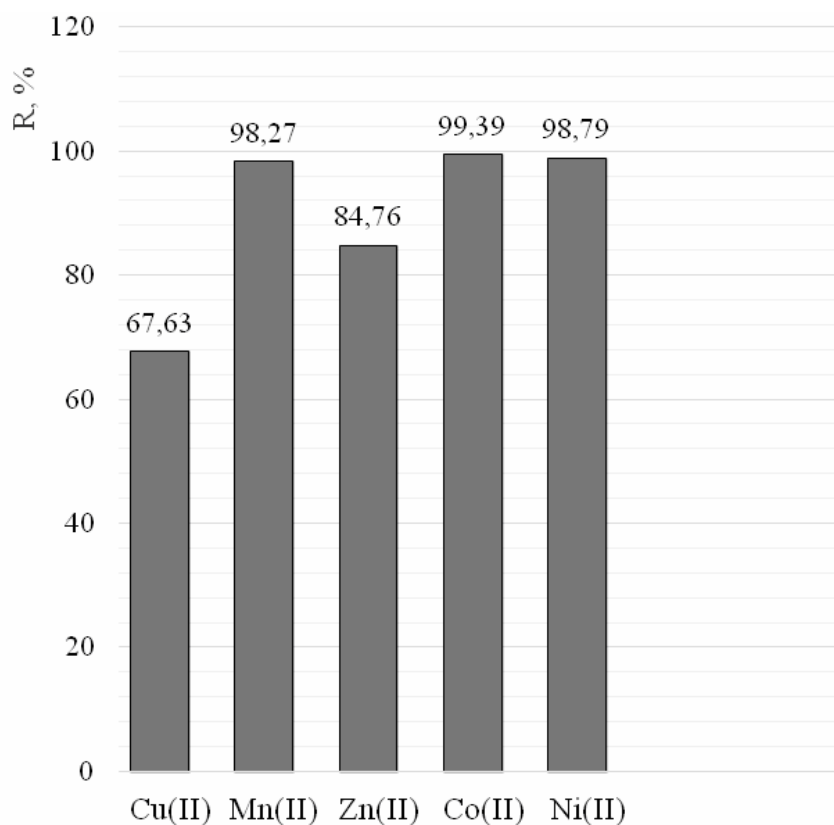


Рис. 3. Степень извлечения металлов сорбентом из растворов

**Выводы.**

Установлено, что сорбционная способность хитин-глюканового комплекса *Aspergillus niger* Б-1 в значительной степени зависит как от уровня влажности биомассы, так и количества этапов кислотно-щелочного гидролиза. У полученных образцов хитин-глюканового комплекса, высушенных при +20 °С, наблюдается заметное уменьшение сорбирующей способности с уменьшением влажности. Четырёхступенчатое выделение хитин-глюканового комплекса способствует

значительному увеличению его адсорбционной активности и улучшению потребительских свойств.

Хитин-гликозидный комплекс, полученный из отработанной биомассы продуцента лимонной кислоты характеризуется высокой сорбционной способностью по отношению к металлам. Исследуемые ионы металлов, по степени поглощения R образуют ряд  $\text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щербин, А. А. Антацидные и сорбционные свойства грибного порошка из вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) / А. А. Щербин // Вопросы питания. — 1999. — Т. 68, № 5–6. — С. 23–25.
2. Захарова, В. И. Очистка промышленных сточных вод от тяжёлых цветных металлов с помощью биосорбентов / В. И. Захарова // Прикл. биохим. и микробиол. — 2001. — Т. 37, № 4. — С. 405–412.
3. Форстер, К. Ф. Экологическая биотехнология / К. Ф. Форстер. — Ленинград: Химия, 1990. — 384 с.
4. Котляр, М. Н. Методы выделения и модификации хитин-гликозидного комплекса из биомассы *Aspergillus niger*: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23 / М. Н. Котляр; Казанский госуд. техн. ун-т. — Казань, 2001. — 23 с.
5. Кречетов, А. А. Физико-химические свойства хитин-гликозидных комплексов из биомассы грибов *Aspergillus niger*: автореф. дис. ... канд. х. наук: 02.00.04 / А. А. Кречетов; Марийский госуд. ун-т. — Йошкар-Ола, 2002. — 17 с.
6. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный: ГОСТ 4453-74. — Введ. 01.01.76. — Москва: Издательство стандартов, 1976. — 19 с.
7. Сырьё и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. — Введ. 01.01.98. — Москва: Стандартинформ, 2010. — 8 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 19.02.2015*

**O. V. Pavlova**

### **SORPTION ACTIVITY CHITIN CONTAINING COMPLEXES FROM ASPERGILLUS NIGER OF METAL IONS**

The possibility of recycling of waste microbiological synthesis of citric acid - biomass producing *Aspergillus niger*. Sequential acid-alkaline hydrolysis of biomass *Aspergillus niger* isolated chitin-glycan complex and investigated its sorption capacity. Chitin-glycan complex obtained from waste biomass producing citric acid is characterized by a high sorption capacity with respect to metals. The maximum absorption of the individual metals from solutions took place with respect to the divalent cations of toxic metals such as  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . Studied metal ions, the degree of absorption of R, % form a series of  $\text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ .