

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Правительство Иркутской области**

**НП «Союз предприятий пищевой и перерабатывающей  
промышленности»**

**Иркутский государственный  
технический университет**



**Биотехнология растительного сырья,  
качество и безопасность продуктов питания**

**Материалы докладов  
Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 80-летию ИрГТУ**

**Иркутск, 28 – 30 октября 2010 г**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
Иркутского государственного технического университета  
2010**

УДК 620.3:664 (082)

**Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания:** Материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию ИрГТУ – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. – 240с.

Представлены материалы, посвященные актуальным проблемам биотехнологии растительного сырья, прогрессивным технологиям продуктов питания, вопросам качества и безопасности пищи.

Предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей, сотрудников предприятий соответствующего профиля, организаций, занимающихся проверкой качества продуктов питания.

**Редакционная коллегия:**

Евстафьев С.Н., профессор, зав. кафедрой органической химии и пищевой технологии ИрГТУ

Вершинина С.Э., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ

Компьютерная верстка: Вершинина С.Э.

Печатается в авторской редакции

© Иркутский государственный  
технический университет, 2010

## **Вступительное слово**

### **к Всероссийской научно-практической конференции «Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания»**

Тема сегодняшней конференции о состоянии биологической и продовольственной безопасности как нашего региона, так и страны в целом, как никогда актуальна.

Продовольственный рынок Иркутской области предлагает потребителю широкий ассортимент продовольственных товаров, как собственного производства, так и товаропроизводителей из других регионов. Большое количество новых видов продукции порой содержит пищевые добавки, консерванты, красители и разрыхлители, которые улучшают внешний вид и продлевают срок годности, однако не отвечают требованиям безопасности. Потребление некачественных продуктов, продуктов с истекшими сроками годности и даже с превышением допустимых норм вредных веществ вредит здоровью и угрожает жизни потребителей.

Нет никаких сомнений также, что необходим тщательный контроль за пищевой продукцией, полученной из/или с использованием сырья растительного происхождения, имеющего генетически модифицированные аналоги.

Современная рыночная экономика предъявляет принципиально иные требования к качеству выпускаемой продукции. Повышение качества продукции в значительной степени определяет выживаемость и успех любого предприятия в условиях рынка, темпы технического прогресса, внедрения инноваций, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии.

Отсюда вытекает необходимость постоянной, целенаправленной, кропотливой работы товаропроизводителей по повышению качества продукции в сравнении с аналогами конкурентов.

Надеюсь, что результатом работы конференции послужит глубокий всесторонний анализ сложившейся на потребительском рынке Иркутской области ситуации с качеством и безопасностью продовольственного сырья и пищевых продуктов и разработка совместных согласованных рекомендаций, направленных на улучшение ситуации в данном направлении.

Желаю всем участникам и гостям конференции успешной и конструктивной работы!

Руководитель службы потребительского  
рынка и лицензирования Иркутской области

С.Б. Петров

**Проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности  
питания населения Российской Федерации  
и Восточно-Сибирского региона.**

Середкин И.Б., Лужнов М.В., Бессонов Е.В.

Управление Роспотребнадзора по Иркутской области

Питание является важнейшей физиологической потребностью организма. Оно необходимо для построения и непрерывного обновления клеток и тканей; поступления веществ, из которых в организме образуются ферменты, гормоны, другие регуляторы обменных процессов и жизнедеятельности; поступления энергии, необходимой для восполнения энергетических затрат организма.

Современные данные о потребности организма в пищевых веществах и взаимосвязи между ними обобщены в учении о сбалансированном питании. Согласно этому учению для хорошего усвоения пищи и жизнедеятельности организма необходимо его снабжение всеми пищевыми веществами в определенных соотношениях между собой.

Особое значение придаётся сбалансированности незаменимых составных частей пищи, которых насчитывается более 50. Для жизнедеятельности признаны необходимыми такие микроэлементы, как железо, медь, цинк, кобальт, йод, фтор, хром, молибден, ванадий, никель, стронций, кремний, селен, содержащиеся в организме и продуктах в количествах, выражаемых иногда тысячными долями миллиграммов. Соотношение между

белками, жирами и углеводами должно составлять в среднем 1 : 1 : 4. На белки животного происхождения должно приходиться 55 % от общего количества белка. Лучшее соотношение для усвоения кальция, фосфора и магния 1 : 1,5 : 0,5. Определённая сбалансированность должна быть для витаминов и микроэлементов. Так, при дефиците витамина D всасывание кальция резко нарушается и начинает использоваться кальций костей.

От недостатка или избытка поступающей с пищей энергии или пищевых веществ возникают расстройства питания организма. В зависимости от степени и продолжительности нарушений полноценного, сбалансированного питания в организме может ухудшаться обмен веществ и снижение приспособительных возможностей организма, его сопротивляемости неблагоприятным факторам окружающей среды; в ухудшении функций отдельных органов и систем на фоне нарушений обмена веществ и снижения приспособительных возможностей организма; в клинически выраженном проявлении расстройства питания – алиментарных заболеваний: авитаминозы, ожирение, эндемический зоб, анемии и др.

Анализ питания населения региона выявил целый ряд наметившихся положительных тенденций по изменению структуры и качественного состава. Значительно возросло среднедушевое потребление биологически-полноценных продуктов питания, таких как мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, яйцо, рыбы.

Изучение динамики потребления продуктов питания населением

Иркутской области за период с 2002 г. по 2009 г. выявило чёткую тенденцию к стабилизации уровня потребления основных продуктов питания, при одновременном снижении потребления продуктов, играющих существенную роль в дисбалансе эссенциальных компонентов. Снижение потребления по хлебу и хлебопродуктам составило – 8,4 %; картофелю – 37,1 %.

Следует отметить, то, что насыщение продуктами питания потребительского рынка в значительной мере идёт за счёт нарастания объёмов производства предприятий сельскохозяйственного сектора Иркутской области.

Важнейшими задачами медицинской науки и гигиены питания являются мониторинг микронутриентного статуса различных групп населения, профилактика и коррекция дефицита микро- и макронутриентов, оптимизация пищевого статуса населения.

Анализ фактического питания в Российской Федерации свидетельствует о дефиците ряда важнейших микронутриентов, в т. ч. незаменимых микроэлементов. Отсутствие сбалансированного питания является одной из причин возникновения среди населения алиментарно-зависимых заболеваний. Потребление на душу населения мяса, молока и молочных продуктов, рыбы, яиц, овощей, фруктов ниже рекомендуемого уровня приводит к недостатку белка, витаминов – С, группы В, микроэлементов, энергии. Низкий уровень потребления полноценного белка, витаминов, ряда минеральных веществ, несбалансированность питания обуславливает рост алиментарно зависимых состояний, в т. ч. анемий, сахарного диабета, гастрита, сердечно-сосудистых заболеваний, обмена веществ, в т. ч. ожирения.

Болезни, связанные с дефицитом йода в организме человека, составляют значительную часть от всех болезней эндокринной системы.

Региональной проблемой Восточной Сибири была и остается низкая насыщенность продуктов питания важнейшими макро- и микроэлементами и в первую очередь йодом. Из наиболее выраженных нарушений структуры питания, приводящих к развитию различных заболеваний, по-прежнему остаются избыточный уровень потребления животных жиров и углеводов; дефицит фолиевой кислоты, витамина С, группы В, селена, йода, железа, ПНЖК, пищевых волокон.

Огромное влияние на здоровье населения и возникновение заболеваний оказывают природно-климатические условия территорий проживания. Из специфических условий Прибайкалья следует отметить низкие отрицательные температуры, создающие предпосылки развития простудных заболеваний; продолжительную зиму, способствующую развитию авитаминозов; низкое содержание в почвах жизненно важных минералов и микроэлементов, а также употребление населением ультрапресной Байкальской воды, вызывающей развитие микроэлементных дисбалансов.

Предпосылки серьезных нарушений здоровья населения Прибайкалья создают антропогенные загрязнения окружающей среды (техногенная нагрузка на организм). В связи с широким развитием в регионе топливно-

энергетической, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и цветной металлургии, негативное влияние неблагоприятных природных факторов усугубляется техногенным загрязнением среды. Природные и антропогенные факторы Прибайкалья обуславливают изменения среды обитания человека, создают условия к возникновению у населения состояний и заболеваний, связанных с недостатком, избытком и дисбалансом микроэлементов.

Анализ заболеваемости населения региона алиментарно-зависимых заболеваниями среди населения области наглядно отражает ситуацию по региональным дисбалансам и дефициту йода. Показатели заболеваемости по ряду нозологических форм превышают аналогичные по Российской Федерации и Сибирскому Федеральному округу.

Несмотря на наметившиеся положительные тенденции, в регионе по-прежнему регистрируется высокий уровень заболеваемости по группе алиментарно-зависимых нозологических форм. При общем снижении по болезням эндокринной системы в Иркутской области на 20 % по сравнению с 2008 г., показатели первичной заболеваемости тиреотоксикозом среди детей возросла с 0,9 до 3,0, что превышает общероссийский показатель в 1,4 раза.

Использование новых способов трансформации генома живых организмов повлекло за собой строгую регламентацию процесса оценки безопасности ГМО, предназначенных для использования в пищевых целях. В Европейском Союзе регулирование использования ГМО осуществляется Директивой о преднамеренном выпуске генетически модифицированных организмов в окружающую среду (2001/18) и Регламентом о генетически модифицированной пище и кормах (1829/2003). В соответствии с Регламентом ГМ-пища может быть допущена на рынок только после проведения оценки риска для здоровья человека или животных.

В России создана самая строгая в мире система оценки безопасности ГМ-организмов и система многоуровневого контроля за их оборотом. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза каждого впервые поступающего на рынок ГМО включает в себя медико-генетическую, медико-биологическую оценку, оценку технологических параметров, оценку информации об объекте исследований. Проводится пострегистрационный мониторинг за пищевыми продуктами, полученными из ГМО или содержащими ГМО.

В 2009 г. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека исследовано 38 655 проб пищевых продуктов на наличие ГМО, выявлены ГМО в 88 пробах (0,23 %), в импортируемых продуктах ГМО содержались в 0,16 % проб.

Лабораторный контроль за пищевым сырьем и продуктами, содержащие компоненты, полученные с применением генно-инженерно-модифицированных организмов (ГМО) в Иркутской области организован с 2004 года на базе ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», в 2007 г. для вирусологической лаборатории приобретено необходимое оборудование для количественного определения ГМО.

Всего за период 2005-2009 гг. при исследовании пищевых продуктов в 3 % проб установлено наличие ГМО (63 пробы), в т.ч. в 10 пробах (0,5 %) содержание ГМО – компонентов превышало 0,9 % без соответствующего декларирования.

Наибольшее число находок приходится на полуфабрикаты мясные и колбасные изделия (71 %) и соевые текстураты (17 %).

В 2009 году объем лабораторного контроля за содержанием ГМО превысил контрольный уровень 2006 г. в 2 раза. Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области и его территориальными отделами исследовано 465 проб продовольственного сырья и пищевых продуктов на количественное содержание ГМО (в рамках государственного заказа 237 проб и 228 проб в рамках производственного контроля). Исследования проведены по 14 группам пищевых продуктов.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, за последнее десятилетие потребление учтенного алкоголя на душу населения в стране неуклонно увеличивалось и к 2008 г. выросло в 1,24 раза (до 9,8 л абсолютного алкоголя) по сравнению с 1999 г. (7,9 л).

Специалисты-эксперты считают, что реальное душевое потребление алкоголя в России составляет около 14 л абсолютного алкоголя.

В 2008 г. продажа алкогольной продукции и пива населению России через торговую сеть составила почти 1 500 млн дкл. В её структуре на пиво теперь приходится почти 80 %, на водку и ликероводочные изделия – 12,4 %, на вино – 6,9 % и на коньяк – 0,7 %.

Проведение мероприятий, направленных на предупреждение негативного влияния алкогольной продукции на здоровье населения, по-прежнему остается приоритетным. Во исполнение постановлений Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15.03.2006 № 6 «Об усилении надзора за оборотом алкогольной продукции», от 28.02.2007 № 7 «Об усилении надзора за производством и оборотом алкогольной продукции» специалистами Роспотребнадзора в 2009 г. проведено 8 819 рейдовых проверок предприятий, занятых производством и обращением алкогольной продукции. В рамках осуществления мероприятий по контролю за производством и обращением спиртов, алкогольной продукции организациями Роспотребнадзора проведено исследование 58 032 проб указанной продукции, из них 0,03 % не соответствовали гигиеническим нормативам по показателям безопасности.

В 2009 г. по результатам исследований забраковано 4 266 партий алкогольных напитков и пива в объеме 410 813 л. По результатам проверок вынесено 259 постановлений о приостановлении эксплуатации объектов, осуществляющих производство и обращение алкогольной продукции, наложено 6 417 штрафов, передано 201 дело в правоохранительные органы.

На территории Иркутской области зарегистрировано 4936 объектов имеющих лицензии на право реализации алкогольной продукции. Так, за 2009 г. специалистами Роспотребнадзора было проведено 60 проверок, в ходе которых обследовано 470 предприятия розничной торговли, общественного

питания занимающихся реализацией алкогольной продукцией. В ходе мероприятий было исследовано 681 проба алкогольной продукции (72 пробы импортной продукции), из них 28 проб – 4 % (2 пробы импортной продукции - 3 %) не соответствовали требованиям гигиеническим нормативам.

В отчётный год забраковано 73 партии алкогольной продукции объемом 852 литра, в том числе 15 партий импортной продукции объемом 230 литров.

Органами Роспотребнадзора проводится мониторинг уровня содержания химических контаминантов в продовольственном сырье и пищевых продуктах и контроль мероприятий, направленных на снижение этого уровня.

В 2009 г. удельный вес проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, увеличился и составил 2,71 против 2,55 % в 2008 г., 3,24 % в 2007 г., 4,46 % в 2006 г., 3,47 % в 2005 г.

В 2009 г. имеет место увеличение удельного веса проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по химическим показателям, в таких группах пищевых продуктов, как «мясо и мясные продукты» (2,98 против 2,71 % в 2008 г.), «птица и птицеводческие продукты» (5,10 против 4,67 % в 2008 г.), «молоко, молочные продукты, включая масло и сметану» (2,55 против 2,41 % в 2008 г.), «рыба, рыбные продукты и др.» (5,54 против 3,40 % в 2008 г.), «мед и продукты пчеловодства» (4,62 против 4,22 % в 2008 г.), «консервы» (4,78 против 3,81 % в 2008 г.).

Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области и его территориальными отделами в 2009 году исследовано 13113 проб продовольственного сырья и пищевых продуктов по санитарно-химическим показателям. За отчётный год отмечено увеличение доли проб, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов до 2,0 % (в 2008 г. - 1,3 %)

Необходимо отметить, что наибольший удельный вес проб, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, приходится на пищевые продукты, по таким группам, как «рыба, рыбные продукты и др. гидробионты» - 7,0 %, «мясо и мясные продукты» - 2,6 %.

Следует отметить положительную динамику, выражающуюся в снижении загрязнения таких групп продуктов, как «молоко, молочные продукты» (уменьшение удельного веса проб с 2,0 % в 2006 г. до 1,2 % в 2009 г.), «птица и птицеводческие продукты» (с 2,3 % до 0,9 %).

Одной из важнейших проблем гигиены питания является загрязнение пищевых продуктов микроорганизмами. Микробиологическая безопасность пищи обеспечивается прежде всего соблюдением санитарно-гигиенических требований как при производстве, так и на всех этапах оборота продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Биологическая безопасность пищи зависит от качества и безопасности сырья, технологии его переработки, условий производства, хранения, транспортирования, реализации пищевых продуктов. Микробиологический контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов должен проводиться участниками хозяйственной деятельности в части производственного контроля.

В 2009 г. продолжилась тенденция к снижению удельного веса проб пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям: 2009 г. – 4,63 %, 2008 г. – 5,14 %, 2007 г. – 5,78 %, 2006 г. – 5,88 %, 2005 г. – 6,09 %, 2004 г. – 6,55 %.

В целях надзора за биобезопасностью продовольственного сырья и пищевых продуктов в 2009 г. организациями Роспотребнадзора было исследовано 1 617 372 пробы пищевых продуктов на соответствие гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям. Количество проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, – 74 959 (4,63 %), из них на долю импортируемых приходится 3,13 %. Наибольший удельный вес продукции, не соответствующей гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, был выявлен в группах «рыба и рыбные продукты» (6,93 %), «молоко и молочные продукты» (5,8 %).

Анализ данных статистических отчетов по области свидетельствует о сохранении стабильности показателей, характеризующих несоответствие пищевых продуктов требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям. Удельный вес проб, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов в период 2004-2009 гг. уложился в интервал 7,5 % - 5,4 %; в том числе в 2009 г. - 5,4 % и может быть охарактеризован, как наиболее благополучные пять лет.

В обращении не могут находиться пищевые продукты, не соответствующие требованиям нормативных документов, имеющие явные признаки недоброкачества, не имеющие документов, подтверждающих их происхождение, качество и безопасность, не имеющие соответствующей информации для потребителя, не соответствующие представленной информации (Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»). Такие пищевые продукты признаются некачественными и опасными и подлежат забраковке.

В 2009 г. по результатам проведенных надзорных мероприятий Роспотребнадзором забраковано 120 500 партий продовольственного сырья и пищевых продуктов, из них 6 449 импортируемых. Наибольшее количество забракованных партий было в таких группах, как «мясо и мясные продукты» (21 023 партии), «хлебобулочные и кондитерские изделия» (19 079 партий), «молоко и молочные продукты» (17 004 партии).

Наибольший объем забракованной продукции представляли мясо и мясные продукты, птица и птицеводческие продукты, молоко и молочные продукты.

За период 2009 г. специалистами Управления Роспотребнадзора по Иркутской области, включая территориальные отделы, по результатам проведенных надзорных мероприятий забраковано 2967 партий продовольственного сырья и пищевых продуктов, объемом 25340 кг, в том числе импортируемой продукции 160 партий, объемом 1651 кг.

Структура забракованной продукции традиционна для региона. В 2009 году в структуре забракованной продукции произошли некоторые изменения:

на первый план вышли молоко и молочные продукты – в связи с проведением контрольных мероприятий на соответствие ее требованиям ФЗ № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию»; мясо и мясные продукты; овощи и столовая зелень; мукомольно-крупяные, хлебобулочные и кондитерские изделия; наибольший объем забракованных алкогольных напитков и пива – за счет забраковки пива.

Забракованная продукция утилизирована в установленном порядке в количестве 2645 партий объёмом 23997 кг. Отправлено поставщикам и на промышленную переработку с представлением соответствующих документов 322 партии объёмом 1343 кг.

Разработка и обоснование оценочных критериев для показателей функционального состояния человека, адаптационных резервов его организма при воздействии факторов среды обитания, особенно малой интенсивности, остается актуальной проблемой.

Очевидно, что для решения этой задачи чрезвычайно важным является установление приоритетных загрязнителей окружающей среды для конкретного региона страны с последующей оценкой риска для здоровья населения от употребления контаминированных пищевых продуктов.

## **СЕКЦИЯ «Биотехнологические и физико-химические процессы при переработке растительного сырья»**

---

### **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАРТОФЕЛЬ, ВЫРАЩЕННЫЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Перфильева А.И., Рымарева Е.В.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,  
Иркутск 664033, ул. Лермонтова 132, elenar@sifibr.irk.ru

На сегодняшний день велика актуальность разработки и внедрения, современных безопасных технологий выращивания и хранения картофеля. Данная работа является продолжением в разработке экологически безопасного метода по обеззараживанию клубней картофеля перед посадкой.

В работе использовали следующие объекты:

Клубни и растения картофеля разных фаз вегетации двух сортов Луговской (устойчивый) и Лукьяновский (не устойчивый) разные по устойчивости к изучаемой инфекции.

Моноиодацетат (МИА) при концентрации  $10^{-3}$  М специфически необратимо ингибирует ферменты: триозофосфатдегидрогеназу, дрожжевую алкогольдегидрогеназу и глицеральдегидфосфатдегидрогеназу. МИА выступает ингибитором для процессов гликолиза, брожения и дыхания. При повышении температуры (40°C, через 2-3 часа) происходит его разложение на уксусную кислоту и йод и поэтому относительно безопасен для человека.

Препарат «Максим» содержит действующее вещество 5 г/л флудиоксонил. Контактный фунгицид для защиты посадочного материала (луковицы, клубнелуковицы и др.) цветочных культур и семенного картофеля от болезней в период хранения и перед посадкой. На картофеле — один из лучших препаратов против любых видов парши и гнилей при хранении, а также ризоктониоза и фитофтороза (отмечено снижение поражения в период вегетации, индуцирует резистентность листьев) во время вегетации. Содержимое упаковки (4 мл) развести в 2 л воды. Расход рабочей жидкости 2 л на 2 кг посадочного материала.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В работе использовали клубни картофеля (10 клубней на 1 вариант), обработанные следующими температурами 26°C, 37°C и 45°C в течении 1 часа. В качестве химических агентов использовали 1мМ водный раствор моноиодацетата и водный раствор препарата «Максим». Клубни опускали в раствор с МИА, вынимали, высушивали на воздухе при комнатной температуре. Клубни опрыскивали раствором препарата «Максим». Затем эти клубни термически обрабатывали выбранными температурами. Обработанные клубни высаживали в почву, на участке, расположенном на территории опытной станции института. В период вегетации растения выращивали в естественных климатических условиях с периодической прополкой и окучиванием.

Активность пероксидазы и содержание хлорофилла в листьях картофеля

определяли на двух фазах вегетации: до цветения и в период цветения.

Количественное определение хлорофиллов *a* и *b* (Хл *a* и *b*) проводили в 80% ацетоновом экстракте. Количество хлорофиллов определяли по общепринятой методике (Гавриленко и др., 2003) при длинах волн 646 нм и 663 нм [2]. Активность пероксидазы определяли стандартной методикой по Бояркину [1].

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Для исследования активности пероксидазы использовали листья картофеля, взятые с поля варианты: Луговской 26 цветущий; Луговской 26 не цветущий; Луговской 45 цветущий; Луговской 45 не цветущий; Луговской 26 + МИА; Луговской 45 + МИА; Луговской 37 + МИА; Лукьяновский 26 цветущий; Лукьяновский 26 не цветущий; Лукьяновский 45 цветущий; Лукьяновский 45 не цветущий; Лукьяновский 26 + МИА; Лукьяновский 45 + МИА; Лукьяновский 37 + МИА. На каждый вариант было сделано по 3 пробы для определения ошибки.

Активность пероксидазы у нецветущих растений в варианте 26°C + МИА у обоих сортов картофеля оказалась выше, чем в вариантах с предпосадочной комбинированной обработкой при 37 и 45°C. Термообработка понижала активность пероксидазы картофеля у обоих сортов. В присутствии МИА при контрольной температуре (26°C) активность пероксидазы повышается у обоих сортов, таким образом, температура и МИА изменяли по-разному активность пероксидазы. Комбинированная обработка усиливала эффект понижения активности пероксидазы, вызванный предпосадочной термической обработкой. Тепловая обработка нивелировала эффект МИА. Увеличение активности пероксидазы с помощью МИА может способствовать повышению устойчивости растений и усилению его неспецифического иммунитета [3].

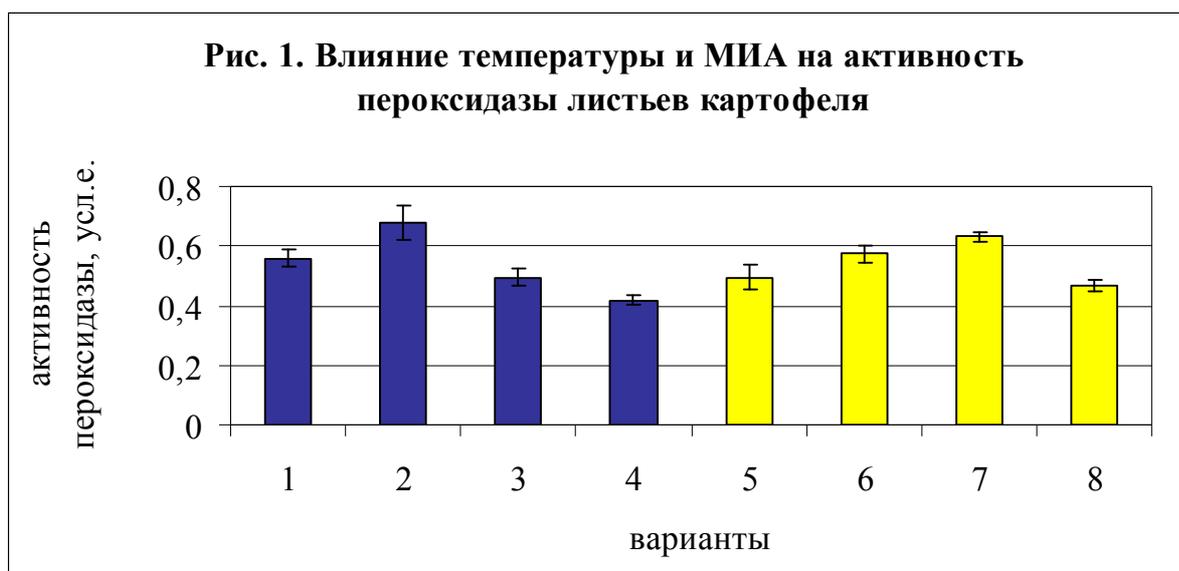


Рис. 1. Варианты: 1 - Луговской 26°C; 2 – Луговской 26°C + МИА; 3 – Луговской 45°C; 4 – Луговской 45°C + МИА; 5 – Лукьяновский 26°C; 6 - Лукьяновский 26°C + МИА; 7 – Лукьяновский 45°C; 8 - Лукьяновский 45°C + МИА.

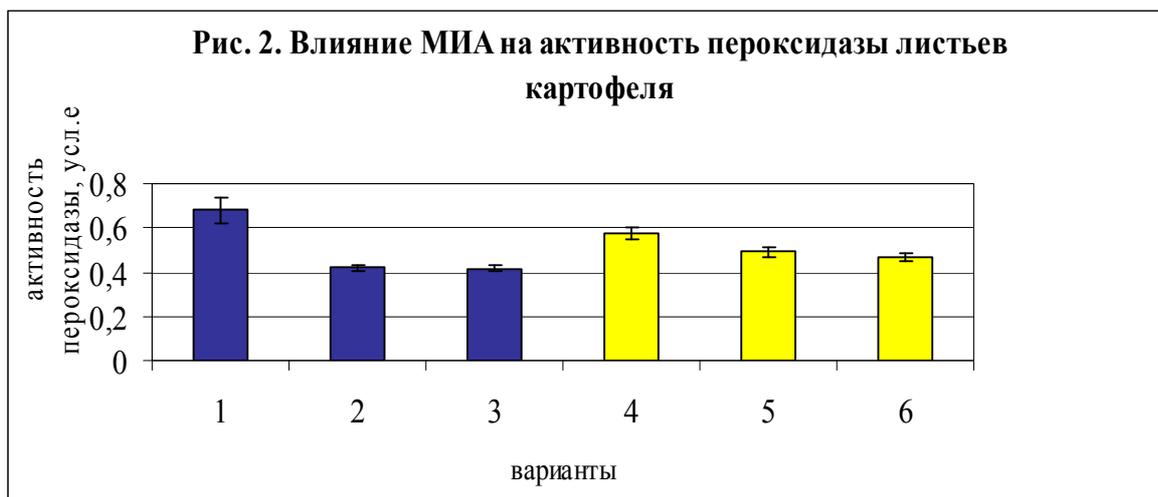


Рис. 2. Варианты: 1 – Луговской 26°C + МИА; 2 – Луговской 37°C + МИА; 3 – Луговской 45°C + МИА; 4 – Лукьяновский 26°C + МИА; Лукьяновский 37°C + МИА; Лукьяновский 45°C + МИА.

Анализ содержания хлорофилла в листьях картофеля, проведенный на разных фазах вегетации растений, показал следующую картину, представленную на схеме. (рис.3)

Содержание хлорофилла мг/100г сырого веса

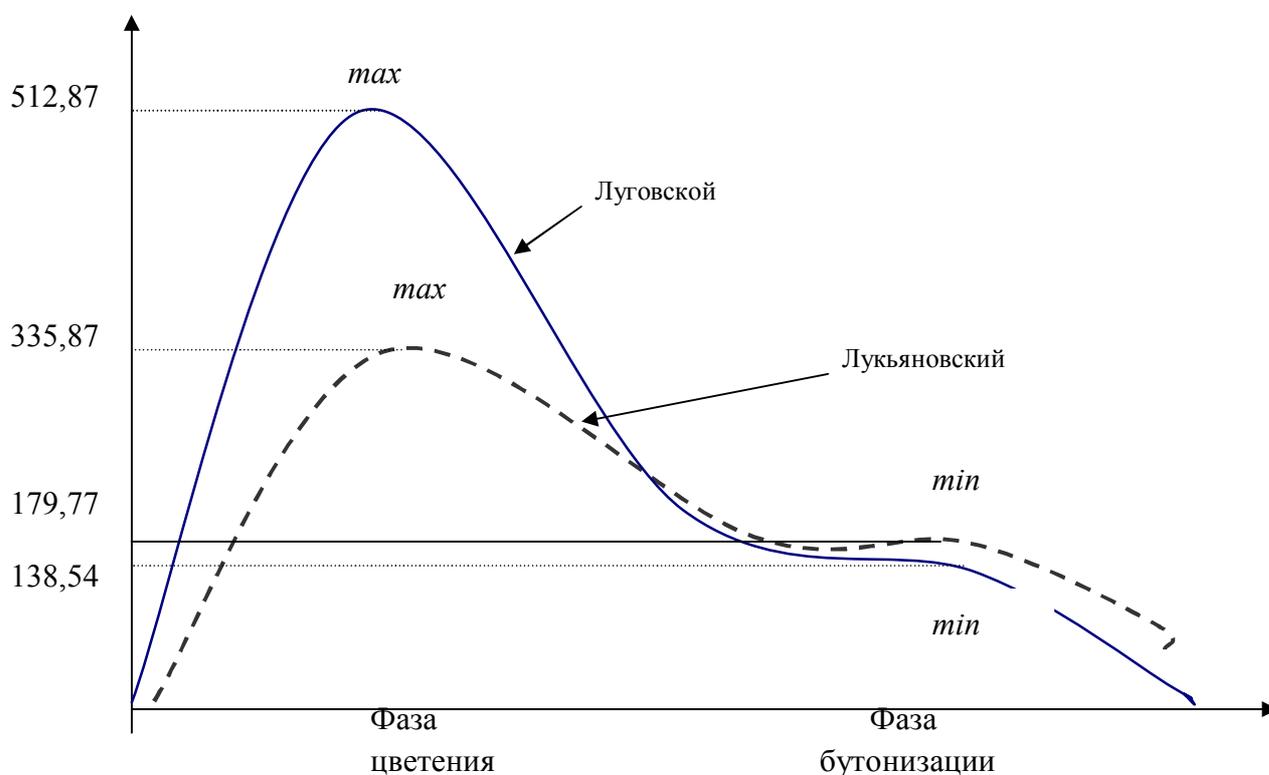
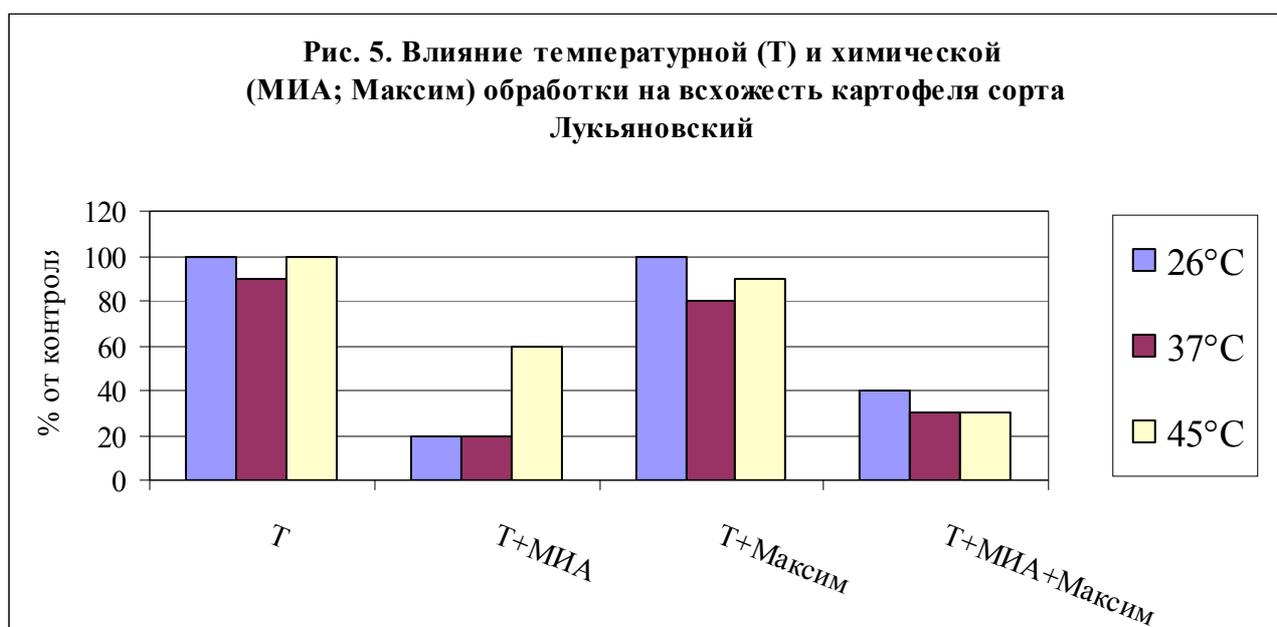
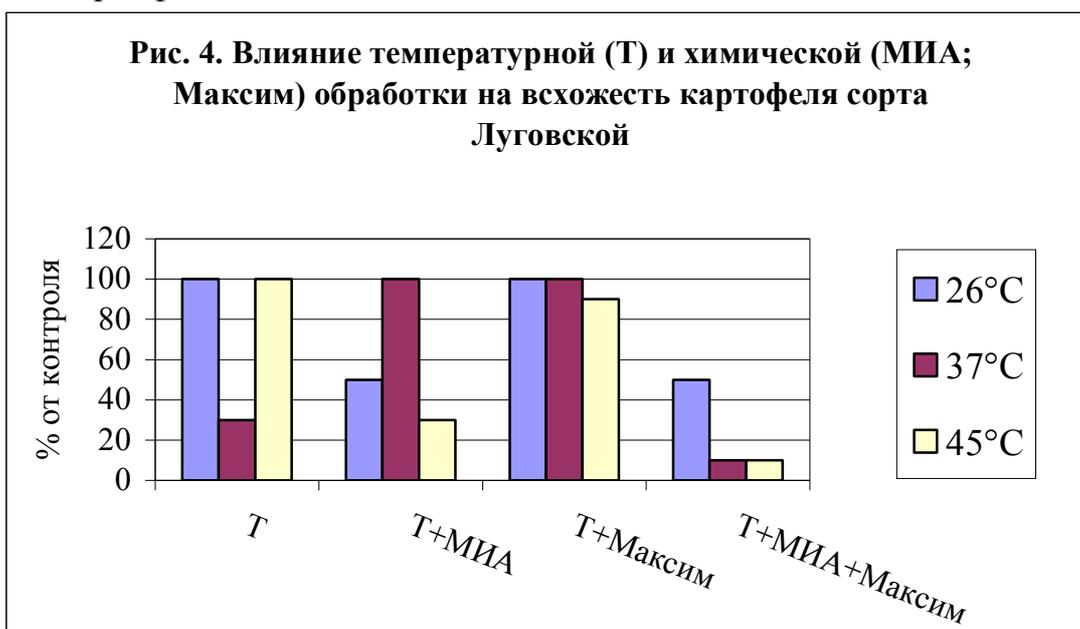


Рис. 3 Содержание хлорофилла в фазу цветения бутонизации у обоих сортов.

Общее содержание хлорофилла в листьях обоих сортов в фазу цветения выше, чем в фазу бутонизации, причем, различие по содержанию хлорофилла между максимальной и минимальной точкой у Луговского - в 3,7 раза, у Лукьяновского - в 2 раза. В фазу бутонизации содержание хлорофилла в листьях восприимчивого сорта несколько выше, чем у устойчивого. В процессе вегетации картина изменялась, уже в фазу цветения содержание хлорофилла в листья устойчивого сорта превышало подобное у восприимчивого в 1,5 раза. Таким образом, повышенное содержание хлорофилла определяет более высокий иммунный растения, в целом его жизнеспособность.

Далее нами был проведен анализ всхожести и продуктивности опытных растений картофеля.



Как видно из рисунка 6, предпосадочная обработка 37°C в течении часа снижала всхожесть картофеля приблизительно в 5 раз. В то же время

комбинированная обработка МИА+37С улучшала всхожесть картофеля, доводя ее до 100%, при 26 и 45°С снижала на 50-75% (т.е в 2 и в 4 раза). Обработка температурой и «Максимом» стимулировала всхожесть при любой термообработке, а с МИА и «Максимом» от 2 до 10 раз снижала всхожесть. Итак, «Максим» эффективнее увеличивал всхожесть по сравнению с обработкой МИА.

Восприимчивый сорт более чувствительно реагировал на все виды термообработки. Отмечалось влияние температуры 37°С незначительным уменьшением всхожести (на 10%). Комбинированная обработка МИА+температура сильнее угнетала всхожесть у восприимчивого сорта, чем у устойчивого.

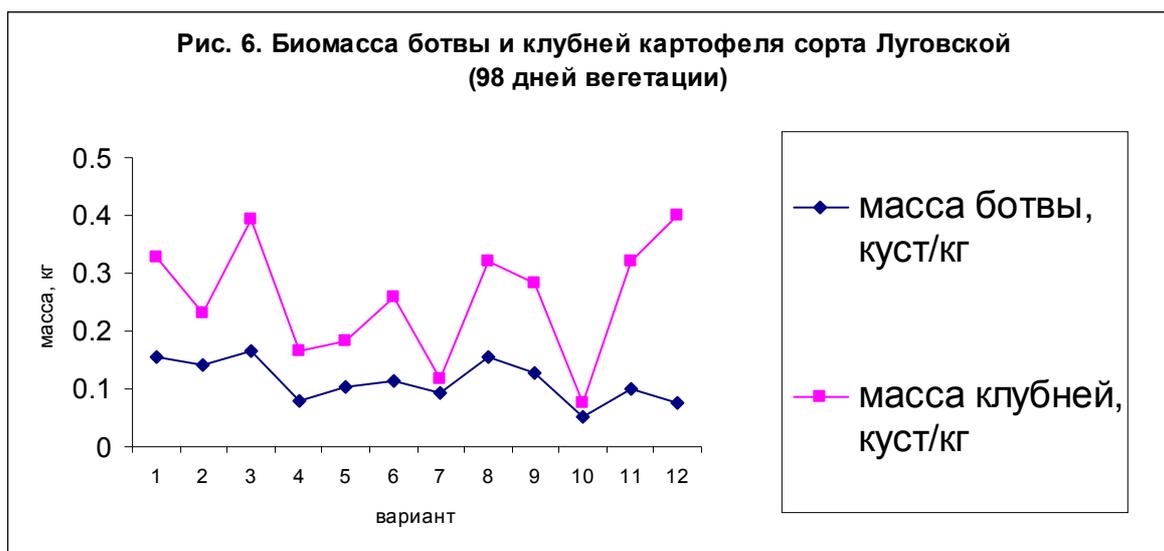


Рис. 6. Варианты: 1 – Луговской 26°С; 2 - Луговской 26°С + МИА; 3 - Луговской 26°С + «Максим»; 4 - Луговской 26°С + МИА + «Максим»; 5 – Луговской 37°С; 6 - Луговской 37°С + МИА; 7 - Луговской 37°С + «Максим»; 8 - Луговской 37°С + МИА + «Максим»; 9 – Луговской 45°С; 10 - Луговской 45°С + МИА; 11 - Луговской 45°С + «Максим»; 12 - Луговской 45°С + МИА + «Максим».

«Максим» стимулировал всхожесть как и у устойчивого сорта, а МИА угнетал во всех вариантах. Обработка всеми агентами (температура, МИА и «Максим») угнетала всхожесть от 2,4 до 4-х раз. Термообработка разными вариантами на всхожесть клубней восприимчивого сорта влияла эффективней, чем на устойчивый сорт, т.к. восприимчивый сорт более уязвим при обработке температурой. Комбинированная обработка температурой и «Максимом» у обоих сортов увеличивала всхожесть.

Но не все взошедшие растения продуктивно росли и обеспечили урожай, у некоторых надземная часть растения не превышала 20 см в длину, они не цвели и не образовывали клубней. Поэтому целесообразно проанализировать количество опытных растений, давших урожай.

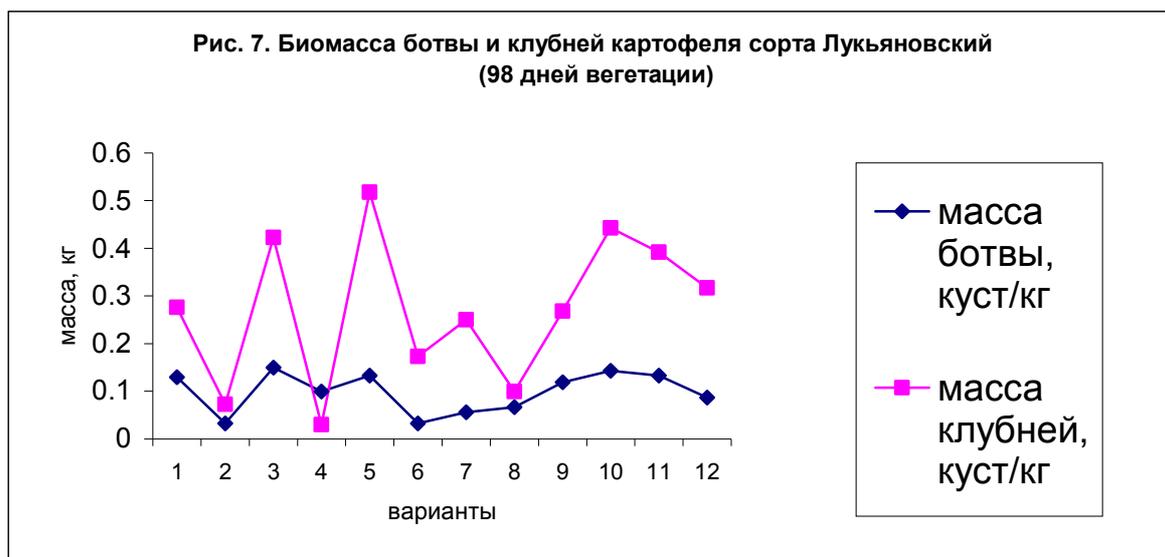


Рис. 7. Варианты: 1 – Лукьяновский 26°C; 2 - Лукьяновский 26°C + МИА; 3 - Лукьяновский 26°C + «Максим»; 4 - Лукьяновский 26°C + МИА + «Максим»; 5 – Лукьяновский 37°C; 6 - Лукьяновский 37°C + МИА; 7 - Лукьяновский 37°C + «Максим»; 8 - Лукьяновский 37°C + МИА + «Максим»; 9 – Лукьяновский 45°C; 10 - Лукьяновский 45°C + МИА; 11 - Лукьяновский 45°C + «Максим»; 12 - Лукьяновский 45°C + МИА + «Максим».

Биомасса ботвы у всех вариантов не превышала 200г на куст. По биомассе клубней: Увеличение биомассы клубней наблюдалось во всех вариантах с применением препарата «Максим». Термообработка с добавлением МИА угнетала клубнеобразование больше, чем одна температурная обработка. Комбинированная обработка МИА + «Максим» при повышенной температуре увеличивала клубнеобразование. Таким образом, для увеличения клубнеобразования можно применять либо данную температурную обработку, либо препарат «Максим».

Биомасса ботвы восприимчивого сорта была меньше во всех вариантах по сравнению с устойчивым. Повышение биомасса клубней отмечалось в вариантах 3, 5 и 10, что свидетельствует о эффективности препарата «Максим» при контрольной температуре (26°C), часовой термообработке при 37°C и комбинированной термообработке при 45°C с добавлением МИА. В результате, чувствительный сорт оказался более отзывчив на обработку «Максимом», даже без обработки повышенной температурой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бояркин А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы / А. Н. Бояркин // Биохимия. – 1951. – Т.16, Вып. 4. – С. 352.
2. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В.. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Издательский центр «Академия». – 2003. - 241 с.
3. Роль слабосвязанных с клеточной стенкой пероксидаз в устойчивости картофеля при инфицировании кольцевой гнилью / И.А.Граскова и др. // ДАН. – 2008. – Т. 423, №3. – С. 1-3.

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ *C.islandica* и *C.laevigata* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Вершинина С.Э., Кравченко О.Ю.

Иркутский государственный технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Kravtschenko2007@mail.ru

Лишайники рода *Cetrária Ach.* (сем. Parmeliaceae) широко распространены на территории Северной Евразии: они произрастают в различных экотопах на севере Европейской России, в Сибири и на Дальнем Востоке [1]. Лишайники являются ценным кормовым сырьем, используются в фармацевтическом производстве [2, 3], и хотя в научной медицине не применяются, описано получение из них ряда лекарственных препаратов [4]. В народной медицине *Cetrária* используется в качестве лечебного средства при заболеваниях дыхательных путей, как противогрибковое средство, для лечения туберкулеза легких, сердечно-сосудистых заболеваний [4-6].

Ранее полученные данные о содержании аминокислот в талломах *Cetrária islándica* немногочисленны и разрозненны. Результаты исследования аминокислотного состава талломов *Cetrária laevigata* Rassad. получены впервые.

Целью нашего исследования явилось исследование аминокислотного состава талломов двух видов лишайников р. *Cetrária* (*Cetraria islandica* и *Cetrária laevigata*), собранных в различных регионах России.

Содержание аминокислот было выполнено методом жидкостной хроматографии на ионообменных смолах. Белки, входящие в состав образца, подвергались гидролизу с целью получения смеси свободных аминокислот. Аттестованная смесь содержала семнадцать аминокислот: аспарагиновую кислоту, треонин, серин, глутаминовую кислоту, пролин, цистин, глицин, аланин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лизин и аргинин.

Для проведения химического анализа талломов *C. islandica* и *C. laevigata* были отобраны усредненные образцы с типичных местообитаний в различных регионах России. Районы сбора являются потенциальными местами заготовки сырья. Готовое лишайниковое сырье было собрано, высушено и стандартизировано в соответствии с ГОСТ 13727-68.

Исследованный материал был собран в следующих регионах. Образцы *Cetrária islándica*: № 2 – Читинская область, хр. Кодар, исток р. Лев. Сыгыкта, 1800 м над ур. м.; № 3 – Читинская область, хр. Кодар, верховье р. Лев. Сыгыкта, исток р. Оленья, ложбина на плато 1850 м над ур. м.; № 4 – Иркутская область, хр. Хамар-Дабан, среднее течение р. Слюдянка, 1000 м над ур. м.; № 5 – Иркутская область, хр. Хамар-Дабан, ур. Мамай; № 7 – Республика Карелия, оз. Кереть; № 9 – Иркутская область, хр. Хамар-Дабан, вблизи пика Черского 2000 м над ур. м.; № 10 – Республика Коми, 30 км севернее г. Сыктывкар.

Образцы *Cetrária laevigata*: № 1 – Республика Бурятия, Тункинская долина, вблизи п. Аршан; № 6 – Магаданская область, окрестности г. Магадан,

левый берег р. Колыма; № 8 – Читинская область, хр. Кодар, верховье р. Прав. Халлас, 1800 м над ур. м.; № 11 – Иркутская область, хр. Хамар-Дабан, вблизи п. Порожистый по течению руч. Лев Поперечный; № 12 – Иркутская область, хр. Хамар-Дабан, среднее течение р. Слюдянка, 800 м над ур. м.; № 13 – Магаданская область, окрестности г. Магадан, правый берег р. Колыма; № 14 – Магаданская область, окрестности г. Сусуман, левый берег руч. Токай.

Представленные образцы лишайников *C. islandica* и *C. laevigata* содержат разное количество аминокислот. Количество и их состав изменяется в зависимости от географического местообитания лишайника. Всего же из семнадцати аминокислот аттестованной смеси в представленных лишайниках было обнаружено шестнадцать (табл.1,2).

Во всех образцах наблюдается отсутствие цистина, что возможно является либо видовым признаком, либо его содержание настолько мало, что находится вне зоны обнаружения. Метионин содержат лишь два образца *C. islandica* и в малом количестве, в образцах *C. laevigata* наблюдается обратное, почти все образцы содержат в своем составе метионин, особенно выделяются образцы, собранные на территории Магаданской области. Наибольшее количество аминокислот обнаружено в образце № 8 *C. laevigata* с Читинской области 2,952 г/100 г сухого вещества, высокое содержание так же наблюдается у образцов лишайников № № 4, 5, 7, 9, 10 и 11 образцы собраны на территориях Иркутской области, республик Карелия и Коми. Наименьшее количество аминокислот содержит образец № 13 *C. laevigata* 1,042 г/100 г сухого вещества с Магаданской области.

Таблица 1. Аминокислотный состав *Cetrária islándica*

Наименование аминокислот	Образец <i>Cetrária islándica</i> , г/100 г сухого вещества						
	2	3	4	5	7	9	10
Аспарагиновая к-та	0,181	0,200	0,214	0,224	0,232	0,229	0,240
Треонин	0,099	0,111	0,125	0,136	0,129	0,128	0,131
Серин	0,098	0,109	0,123	0,135	0,121	0,127	0,135
Глутаминовая к-та	0,270	0,315	0,307	0,424	0,345	0,388	0,341
Пролин	0,082	0,088	0,094	0,123	0,113	0,091	0,101
Глицин	0,094	0,107	0,121	0,130	0,134	0,133	0,126
Аланин	0,145	0,161	0,162	0,181	0,165	0,186	0,173
Цистин	-	-	-	-	-	-	-
Валин	0,107	0,111	0,134	0,148	0,128	0,136	0,136
Метионин	-	-	-	0,002	-	-	0,002
Изолейцин	0,079	0,080	0,094	0,108	0,097	0,101	0,103
Лейцин	0,124	0,126	0,161	0,186	0,175	0,166	0,164
Тирозин	0,113	0,095	0,135	0,118	0,162	0,134	0,159
Фенилаланин	0,082	0,067	0,090	0,102	0,088	0,091	0,094
Гистидин	0,029	0,032	0,037	0,038	0,034	0,038	0,036
Лизин	0,115	0,141	0,156	0,300	0,169	0,172	0,171
Аргинин	0,078	0,109	0,112	0,226	0,156	0,121	0,142
<b>Сумма</b>	<b>1,695</b>	<b>1,853</b>	<b>2,065</b>	<b>2,600</b>	<b>2,248</b>	<b>2,241</b>	<b>2,256</b>

Из восьми незаменимых аминокислот при химическом анализе было определено семь. По содержанию незаменимых аминокислот заметно выделяются образцы № 5 *C. islandica* и № 8 *C. laevigata*, их сумма составляет 0,982 г/100 г и 1,010 г/100 г сухого вещества соответственно. В них интенсивно накапливаются лизин, лейцин, валин, треонин. В остальных образцах этих аминокислот содержится значительно меньше. Самая низкая сумма незаменимых аминокислот оказалась в образце № 12 *C. laevigata* – 0,41 г/100 г сухого вещества.

Таблица 2. Аминокислотный состав *Cetraria laevigata*

Наименование аминокислот	Образец <i>Cetraria laevigata</i> , г/100 г сухого вещества						
	1	6	8	11	12	13	14
Аспарагиновая к-та	0,183	0,103	0,316	0,226	0,119	0,092	0,139
Треонин	0,104	0,099	0,160	0,127	0,065	0,076	0,146
Серин	0,105	0,081	0,161	0,121	0,067	0,069	0,130
Глутаминовая к-та	0,322	0,389	0,535	0,349	0,196	0,248	0,391
Пролин	0,083	-	0,132	0,101	0,064	-	-
Глицин	0,096	0,079	0,164	0,122	0,063	0,062	0,134
Аланин	0,138	0,123	0,224	0,179	0,101	0,085	0,088
Цистин	-	-	-	-	-	-	-
Валин	0,110	0,067	0,171	0,128	0,076	0,062	0,113
Метионин	0,003	0,055	0,006	-	-	0,013	0,059
Изолейцин	0,083	0,023	0,126	0,096	0,055	0,048	0,090
Лейцин	0,138	0,077	0,214	0,166	0,090	0,079	0,124
Тирозин	0,096	0,127	0,205	0,106	0,065	0,055	0,084
Фенилаланин	0,085	0,058	0,117	0,098	0,042	0,060	0,116
Гистидин	0,03	-	0,046	0,039	0,018	-	-
Лизин	0,131	-	0,216	0,125	0,082	-	-
Аргинин	0,132	0,226	0,159	0,122	0,053	0,093	0,128
<b>Сумма</b>	<b>1,839</b>	<b>1,507</b>	<b>2,952</b>	<b>2,105</b>	<b>1,154</b>	<b>1,042</b>	<b>1,742</b>

Таким образом, изучен состав и количественное содержание аминокислот в лишайниках р. *Cetraria*. Установлено наличие 16 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.1980.339с.
2. Смирнова З.Н. Кормовые лишайники Крайнего Севера СССР: Краткий определитель. Л. 1962. 72 с.
3. Курсанов А.Л., Дьячков Н.Н. Лишайники и их практическое использование. М.-Л. 1945. 56 с.
4. Сафонова М.Ю., Саканян Е.И., Лесиовская Е.Е. *Cetraria islandica* (L) Ach.: химический состав и перспективы применения в медицине // Растительные ресурсы. 1999. Т. 35. №2. С. 106-115.
5. Arnason, T., R. J. Hebda, and T. Johns. Use of plants for food and medicine

by native peoples of eastern Canada // Canadian Journal of Botany. 1981. 59 (11). PP. 2189-2325.

6. Современная фитотерапия. / пер. с болгарского. София. 1988. 503 с.

7. Рассадина К. А. Сем. *Parmeliaceae* // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1971. – Вып. 1. – С. 282-386.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЯБЛОК БИОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Макарова Н.В., Зюзина А.В.

ГОУ ВПО Самарский государственный технический университет,  
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244, fpp@samgtu.ru

Одними из традиционных объектов исследования антиоксидантного действия много лет были синтетические антиоксиданты такие как тролокс, ВНТ (бутилгидрокситолуол), ВНА (бутилгидроксианизол). Именно для них были выполнены исследования кинетической модели антиоксидантного действия против свободных радикалов [1]. Кинетические исследования позволили сформулировать теорию липидного перекисления, определить стадии процесса окисления, механизм действия антиоксидантов. В качестве субстратов изучения процесса липидного перекисления выступают индивидуальные липиды, метиллинолеат и линолиевая кислота. Причем именно методы изучения антиокислительного действия с участием линолиевой кислоты наиболее широко используются для пищевых систем [2].

Проблема антиоксидантной активности пищевых продуктов широко заинтересовала научную общественность только начиная с 90-х годов 20 века. Для ряда пищевых продуктов, таких как вино, кофе, чай уже были выполнены исследования по изучению антиоксидантного действия [1].

Целью наших исследований было изучение антиоксидантной активности на модели с линолиевой кислотой яблок различных сортов, выращиваемых на территории Самарской области для продажи и промышленной переработки. Нами выбраны 3 сорта летних яблок («Мальт», «Монтет», «Конфетное») и 3 сорта осенних яблок («Куйбышевское», «Спартак», «Жигулевка»). По нашему предположению разные сорта яблок будут иметь и различную антиоксидантную способность. Кроме того, нам было бы интересно проследить различия в поведении яблок летних и осенних сортов.

Для анализа антиоксидантной способности нами были выбраны не только сок, но и мезга яблок, т.к. на примере яблок сорта «Limoncella» [3], Rome Beauty, Idared, Cortland, Golden Delicious [4] показано, что кожура яблок содержит больше полифенольных веществ и обладает лучшей антиоксидантной способностью, чем мякоть.

Дополнительно в качестве нового объекта для исследований нами был добавлены концентраты яблочного сока, полученные из летних и осенних сортов яблок. На их примере возможна оценка влияния технологической

обработки на уровень антиоксидантной способности концентратов. Яблочный концентрат может быть интересен также тем, что он часто используется в качестве основы для получения коммерческих соков.

Определение антиоксидантной способности на модели с линолевой кислотой в последние годы выполнено для таких объектов как экстракты кулинарных трав и специй (петрушки, лавра, тмина, кардамона и т.д.) [5], боярышника, сосны и шлемника [6], цветков лилейника [7].

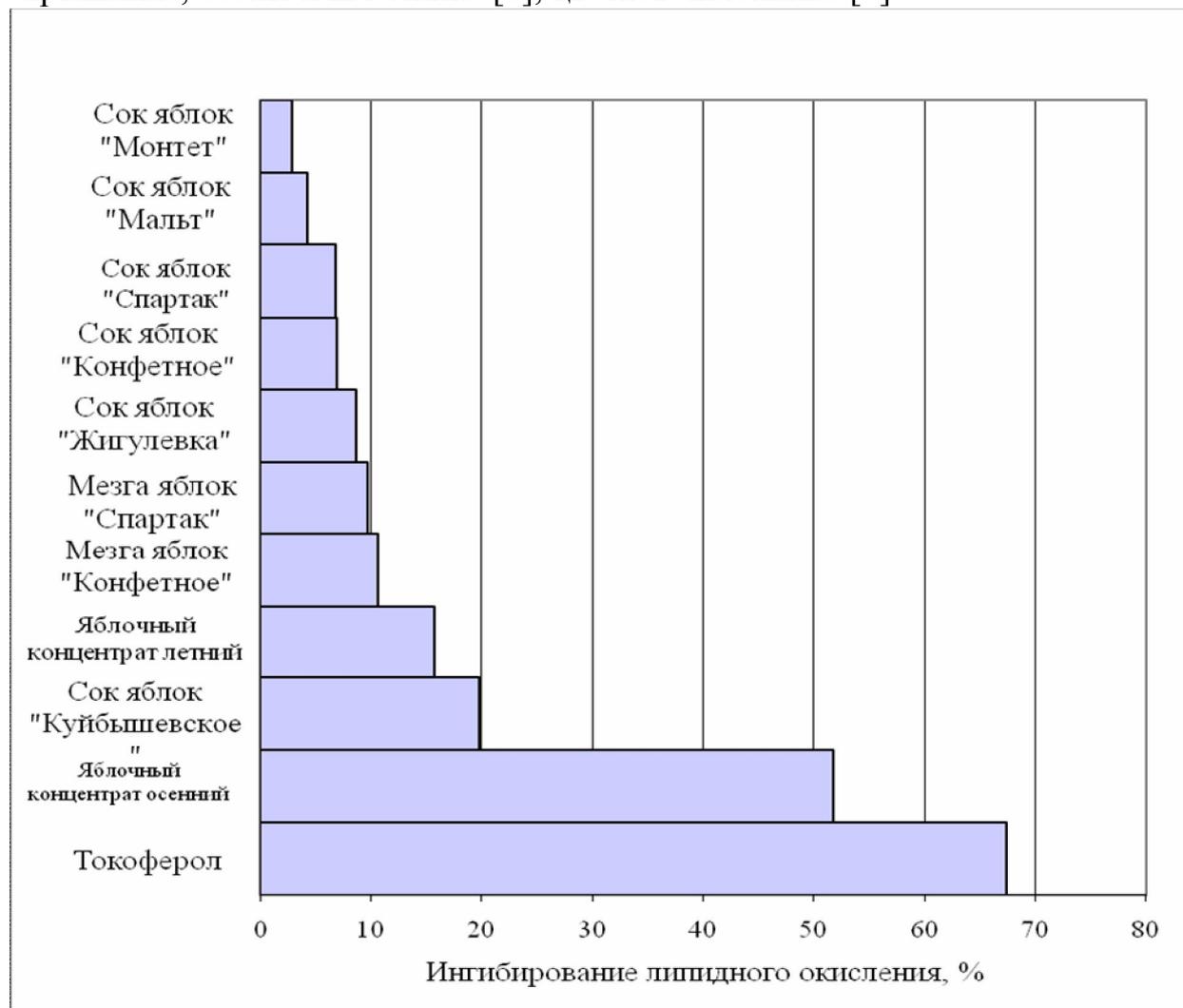


Рис. 1 Результаты ингибирования липидного окисления яблоками и яблочными концентратами на модели с линолевой кислотой по методу FTC

Антиоксидантный эффект на модели с линолевой кислотой экстрактов яблочк и яблочных концентратов нами был оценен двумя методами: тиоцианатным (FTC) и тиобарбитуровым (TBARS) [8]. Окисление линолевой кислоты было осуществлено в присутствии экстрактов антиоксидантов в среде буфера рН 7.0. При окислении линолевой кислоты образуются гидропероксиды линолевой кислоты, которые разлагаются с получением вторичных окисленных продуктов. Взаимодействие этих продуктов с тиоцианатом аммония и хлоридом железа и дает красный окрашенный комплекс, определяемый при 500 нм (метод FTC). В присутствии антиоксидантов это окисление замедляется. Абсорбция контроля принимается

за 100% окисления. Результаты определения ингибирования окисления линолевой кислоты экстрактами яблок и яблочных концентратов после инкубационного периода в течение 120 часов при 40°C представлены на рис. 1. Экстракты исходных образцов получены при экстрагировании 50%-ным водным этиловым спиртом сырья при 37°C в течение 2 часов.  $\alpha$ -Токоферол использован в качестве стандарта.

Из результатов экспериментов, представленных на рис. 1 можно сделать вывод об определяющей роли сорта яблок на уровень антиоксидантного действия. Самую высокую активность проявляет сок яблок «Куйбышевское», самую низкую – сок яблок «Монтет» и эти величины отличаются друг от друга почти в 6 раз. На примере летнего сорта яблок «Конфетное» и осеннего сорта яблок «Спартак» можно сказать, что мякоть яблок обладает большей антиоксидантной активностью, чем сок, что полностью совпадает с литературными данными.

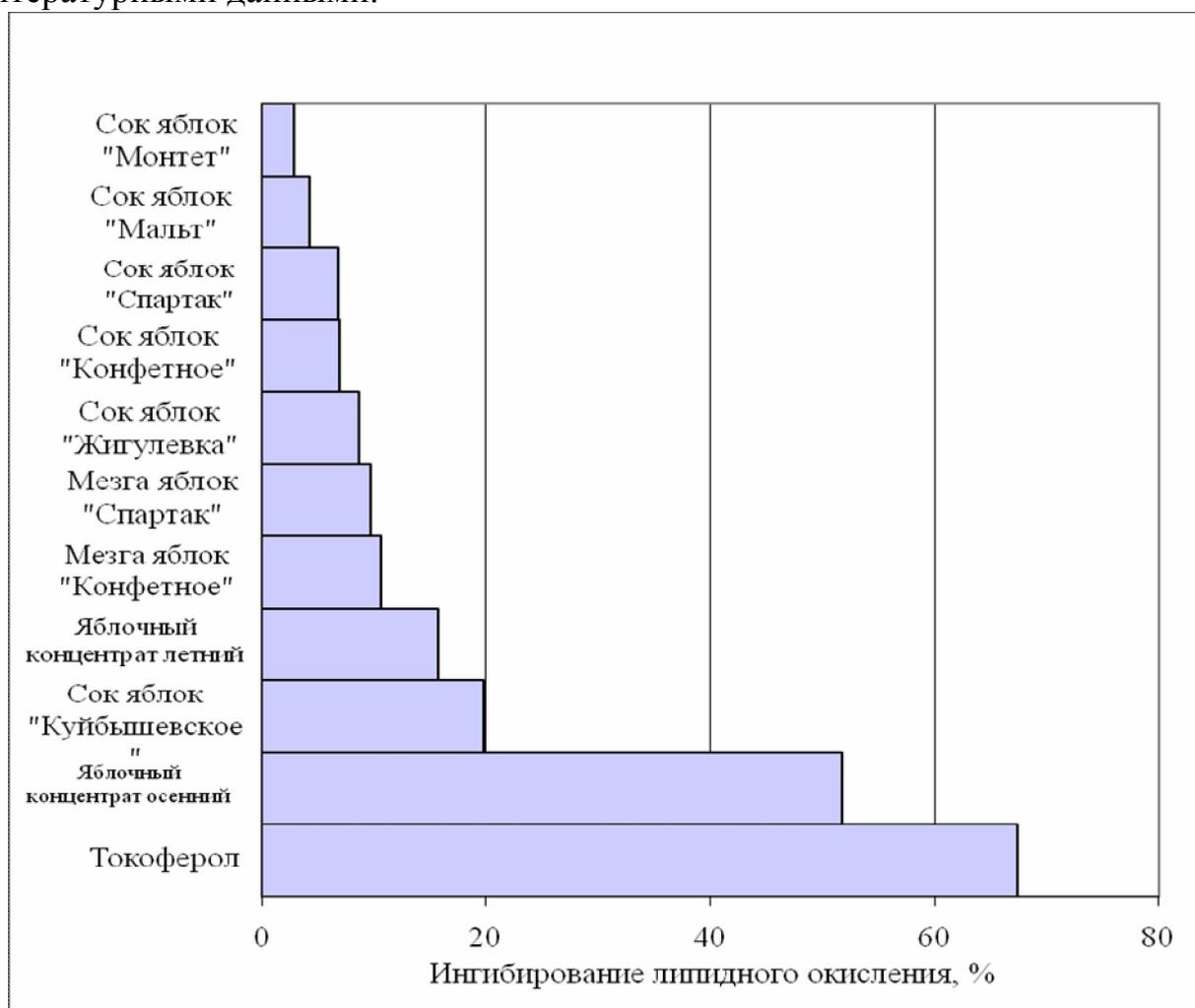


Рис. 2 Результаты ингибирования липидного окисления яблоками и яблочными концентратами на модели с линолевой кислотой по методу TBARS

Неоднозначные результаты были получены в отношении летних и осенних сортов яблок. Хотя два лидирующих места по антиоксидантному действию занимает сорт осенних сортов яблок «Куйбышевское» и «Жигулевка», а самыми низкими показателями по уровню ингибирования

окисления линолевой кислоты обладают два летних сорта яблок – «Мальт» и «Монтет», но показатели сока осенних яблок «Спартак» находятся практически на одном уровне с соком летних яблок «Конфетное». Интересные результаты получены на концентратах летних и осенних сортов яблок. Концентрат из летних яблок имеет показатели более чем в 3 раза более низкие, чем концентрат осенних яблок.

Однако окисление линолевой кислоты не останавливается на стадии образования пероксидов. Дальнейшее их разложение приводит к получению вторичных продуктов окисления. Такой вторичный продукт окисления как малондиальдегид может быть количественно определен при реакции с тиобарбитуровой кислотой при 532 нм. Для анализа используют образец, полученный после инкубационного периода 120 часов при 40°C для метода FTC. В качестве реагентов используют трихлоруксусную и тиобарбитуровые кислоты [8]. Результаты испытаний представлены на рис. 2.

Результаты ингибирования образования вторичных продуктов окисления линолевой кислоты по методу TBARS отличаются от результатов, полученных по методу FTC. Так, мезга как летних («Конфетное»), так и осенних («Спартак») яблок является более эффективным антиокислителем, чем сок любых яблок. Среди соков на первом месте стоят соки осенних сортов яблок. А яблочные концентраты как осенних, так и летних сортов имеют почти сходные результаты.

Окисление линолевой кислоты по обесцвечиванию  $\beta$ -каротина является часто используемым методом оценки антиоксидантных свойств экстрактов пищевых систем [1]. Этот метод за последние годы применялся к таким пищевым системам как вино [9], цитрусовые фрукты, растущие на Тайване [10], клубника [12].

Сущность метода окисления эмульсии  $\beta$ -каротин-линолевая кислота заключается в следующем: во время окисления линолевой кислоты образуется пентадиенильный свободный радикал, который атакует высоконенасыщенную молекулу  $\beta$ -каротина, за счет чего  $\beta$ -каротин теряет свою оранжевую окраску. За основу нами была взята методика, предложенная для цитрусовых фруктов [10]. К эмульсии  $\beta$ -каротина, линолевой кислоты, Tween-20 добавляли экстракт яблок и яблочных концентратов и измеряли поглощение при 470 нм в нулевой момент времени и через 120 минут выдержки при 50°C. Результаты анализов представлены на рис. 3.

Результаты по этой методике позволяют говорить о влиянии сорта яблок на уровень антиоксидантной активности. Тогда кА нельзя уже утверждать о лидирующей роли осенних сортов яблок. Хотя, по прежнему, мезга яблок является более эффективным антиоксидантом, чем сок. А яблочный концентрат осенних сортов яблок почти в 2 раза превышает по показателям антиоксидантной активности концентрат из летних сортов.

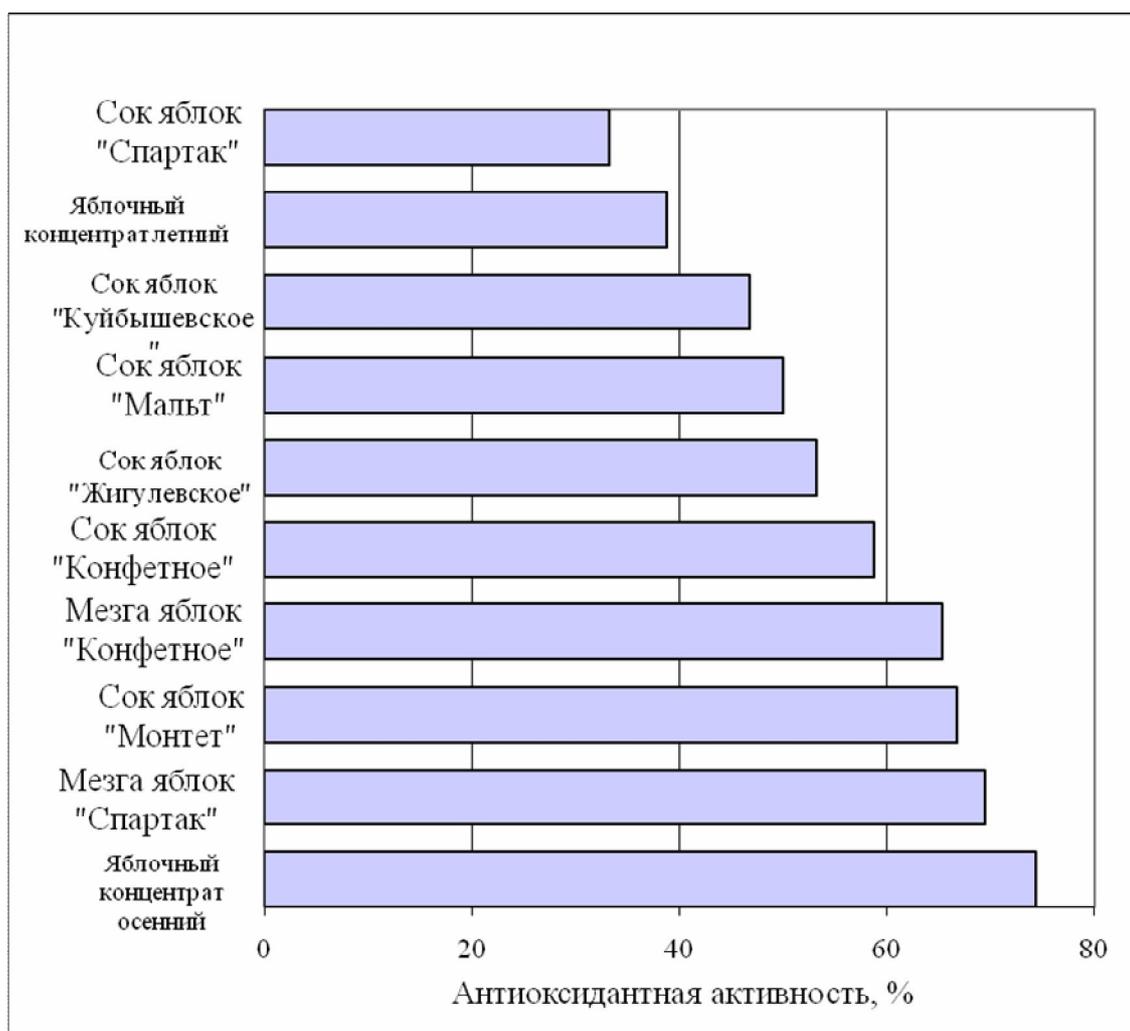


Рис. 3 Результаты определения антиоксидантной активности яблочек и яблочных концентратов на модели с  $\beta$ -каротин-линолевой кислотой

Суммируя полученные результаты можно сделать выводы, что уровень ингибирования окисления на модели с линолевой кислотой (методы FTC и TBARS) и на модели с  $\beta$ -каротин-линолевой кислотой для яблочек летних и осенних сортов, растущих в Самарской губернии и полученных из них яблочных концентратов определяется такими показателями как сорт яблочек. Мезга яблочек во всех случаях является более эффективным антиоксидантом, чем сок. А вот различия в поведении летних и осенних сортов яблочек зависят от методики испытания. Яблочный концентрат из осенних яблочек превышает по уровню антиокислительного действия яблочный концентрат из летних яблочек, что позволяет его рекомендовать как основу для получения восстановленных соков с высоким уровнем антиоксидантного действия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roginsky V., Lissi E.A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 92. – N 2. – P. 235-254.

2. Becker E.M., Nissen L.R., Skibsted L.H. Antioxidant evaluation protocols: food quality or health effects. // *Eur. Food Res. and Technol.* – 2004. – Vol. 219. – N 6. – P. 561-571.
3. D'Abrosca B., Pacifico S., Cefarelli G., Mastellone C., Fiorentino A. 'Limoncella' apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. // *Food Chemistry.* – 2007. – Vol. 104. – N 4. – P. 1333-1337.
4. Wolfe K., Wu X., Liu R.H. Antioxidant activity of apple peels. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2003. – Vol. 51. – N 3. – P. 609-614.
5. Henneburg I., Dorman H.J.D., Hiltunen R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. // *Food Chemistry.* – 2006. – Vol. 97. – N 1. – P. 122-129.
6. Sokół-Łętowska A., Oszmiański J., Wojdyło A. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. // *Food Chemistry.* – 2007. – Vol. 103. – N 3. – P. 853-859.
7. Mao L.-C., Pan X., Que F., Fang X.-H. Antioxidant properties of water and ethanol extracts from hot air-dried and freeze-dried daylily flowers. // *Eur. Food Res. and Technol.* – 2006. – Vol. 222. – N 3-4. – P. 236-241.
8. Abas F., Lajis N.H., Israf D.A., Khozirah S., Kalsom Y.U. Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables. // *Food Chemistry.* – 2006. – Vol. 95. – N 4. – P. 566-573.
9. Katalinić V., Milos M., Modun D., Musić I., Boban M. Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. // *Food Chemistry.* – 2004. – Vol. 86. – N 4. – P. 593-600.
10. Wang Y.-Ch., Chuang Y.-Ch., Ku Y.-H. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. // *Food Chemistry.* – 2007. – Vol. 102. – N 9. – P. 1163-1171.
11. Cordenunsi B.R., Genovese M.I., Do Nascimento J.R.O., Hassimotto N.M.A., Dos Santos R.J., Lajolo F.M. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. // *Food Chemistry.* – 2005. – Vol. 91. – N 1. – P. 113-121.

## **РАЗМНОЖЕНИЕ ДРОЖЖЕЙ ПРИ АКТИВАЦИИ**

Моженкова Ю.С., Лозовая Т. С.

Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, tnike75@mail.ru

Биологическая активность хлебопекарных дрожжей является одним из важнейших факторов, влияющих на ход технологического процесса и качество готовой продукции.

Для повышения активности дрожжей используют фазу активации. Активация представляет собой предварительную выдержку клеток дрожжей в специально приготовленной питательной смеси. При этом изменяется внутренняя структура клетки дрожжей: синтезируются ферменты мальтазного

комплекса. Благодаря этому брожение происходит без остановок, газообразование усиливается, повышается качество изделий, а расход дрожжей и время брожения сокращаются [1].

Существует стандартная схема активации дрожжей в условиях производства, разработанная А.Г. Гинзбургом еще в 50-х гг. XX в. Активация по Гинзбургу представляет собой внесение и выдержку дрожжей в питательной среде, состоящей из осахаренной неферментированным солодом заварки, воды, пшеничной хлебопекарной муки 2 сорта и соевой муки [2].

Несмотря на то, что на предприятиях отрасли фаза активации используется давно, существует много спорных вопросов о ее сущности и об изменениях, происходящих при этом с дрожжами. В частности, о размножении дрожжей.

Дрожжи не размножаются при активации – вот главный тезис большинства авторов при упоминании об этом процессе [2, 3, 4].

Вероятно, «родоначальниками» этого утверждения стали А.И. Островский и А.Г. Гинзбург, утверждавшие, что во многих случаях для активации дрожжей в процессе тестоприготовления служит опара. При этом в опаре, по их мнению, содержится максимальное количество дрожжей, при котором увеличение числа клеток прекращается. При прибавлении к опаре во время замеса теста оставшегося количества муки и воды концентрация дрожжевых клеток уменьшается и только после этого начинается размножение дрожжей [5]. С другой стороны, Гинзбургом же предлагалось использование разработанных им схем активации для опарного способа тестоведения. Возникает вопрос: для чего? Ведь тогда проводится двойная работа: активация клеток сначала в питательной среде, а потом еще и в опаре.

Т.Б. Цыганова придерживается несколько другой точки зрения по поводу размножения дрожжей в опаре. Продолжительность брожения опары 3,5-5,0 ч: этого времени достаточно для процесса размножения, поэтому в опаре происходит значительное размножение дрожжевых клеток, чем и объясняется сниженный расход дрожжей для опарного способа тестоведения [4].

Очевидно, что процессы, происходящие при активации и опарном способе тестоведения, очень похожи. Причем фаза активации даже более благоприятна для дрожжей, т.к. состав ее среды более сбалансирован, а время выдержки дрожжей в питательной среде меньше, по сравнению с опарой. Следовательно, размножение дрожжей в фазе активации также возможно, как и в опаре.

Временные параметры адаптации дрожжей варьируют в широких пределах: от 10 мин до 3 ч [3]. За этот период возможно изменение как активности ферментов дрожжевой клетки, так и количества клеток. Для размножения максимального количества дрожжевых клеток требуется в среднем 2-2,5 ч. Но данный факт отнюдь не означает, что через 1,5 ч активации ни одна дрожжевая клетка не увеличит хотя бы однократно свое количество. Поэтому, при достаточной продолжительности активации нельзя полностью исключать прирост клеток, даже при повышенной концентрации

дрожжей в смеси.

В связи с этим, целью данной работы было изучение процесса размножения активированных дрожжей. Для этого был проведен подсчет общего количества клеток в прессованных и активированных дрожжах двумя методами: методом Брига и с помощью камеры Горяева. В таблице 1 представлены полученные результаты.

Из таблицы 1 видно, что после активации общее количество клеток дрожжей увеличивается в среднем в 2 раза по сравнению с прессованными дрожжами. При этом число почкующихся клеток в прессованных дрожжах достигало 15,6%, а в активированных - 17,2%, что, однако, не превышает 20%. Это свидетельствует о способности таких дрожжей обеспечивать интенсивное брожение в тесте и нормальную расстойку, т.е. о наибольшей их пригодности для использования в хлебопекарном производстве [6, 7].

Таблица 1. Общее количество дрожжевых клеток

Общее количество клеток дрожжей	Прессованные дрожжи, кл/г	Активированные дрожжи, кл/г внесенных прессованных дрожжей
	126,0·10 <sup>8</sup>	253,846·10 <sup>8</sup>
	106,068·10 <sup>8</sup>	211,987·10 <sup>8</sup>
	96,675·10 <sup>8</sup>	190,705
Среднее количество клеток дрожжей	108,617·10 <sup>8</sup> ±3,57·10 <sup>8</sup>	218,846·10 <sup>8</sup> ±13,12·10 <sup>8</sup>

Полученные данные показывают возможность размножения дрожжей при активации. Для подтверждения результатов был проведен еще ряд анализов, позволяющих выявить количество живых и мертвых клеток. Для процентного учета живых клеток использовалась окраска препарата из дрожжевой суспензии метиленовым синим, основанная на различной проницаемости оболочек мертвых и живых клеток для данного красителя. Для количественного учета клеток применялся метод Коха, предполагающий высев водной суспензии дрожжей на твердую агаризованную среду и последующий подсчет выросших колоний. Изначально принимается, что одна колония развивается из одной клетки. Применяя параллельно метод Коха и подсчет общего количества клеток, можно вычислить также и процентное соотношение мертвых и живых клеток. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Согласно таблице 2, количество живых клеток в активированных дрожжах оказалось на 18-21% выше, чем в прессованных, что подтверждается результатами использования двух различных методов.

Таким образом, возрастание общего количества дрожжевых клеток и доли живых клеток после активации может являться весомым аргументом против категоричных утверждений о неспособности размножения дрожжей в фазе активации. Авторы, утверждавшие обратное, возможно, имели в виду более короткий период адаптации дрожжей к мальтозно-мучной среде.

Таблица 2. Количество живых клеток

Количество живых клеток			
В прессованных дрожжах	по методу Коха	кл/г	$58,439 \cdot 10^8 \pm 0,84 \cdot 10^8$
		%	46,19
	по методу окраски	кл/г	$47,911 \cdot 10^8 \pm 0,42 \cdot 10^8$
		%	44,11
В активированных дрожжах	по методу Коха	кл/г внесенных прессованных дрожжей	$78,377 \cdot 10^8 \pm 3,97 \cdot 10^8$
		%	64,19
	по методу окраски	кл/г внесенных прессованных дрожжей	$142,753 \cdot 10^8 \pm 8,56 \cdot 10^8$
		%	65,23

Действительно, за несколько минут процесс размножения пройти не может. Но время активации в ходе исследований значительно отличалось от нескольких минут и составляло 1,5 ч, что достаточно для воспроизводства пусть не максимального количества клеток, но какой-то их части. Большое количество сбраживаемых сахаров в среде стимулирует начало брожения, но одновременно, за счет доступности кислорода воздуха, начинается и дыхание, которое приводит к образованию в митохондриях больших количеств энергии. Благодаря такому энергетическому сдвигу у дрожжей появляется возможность не только начать брожение, но и вместе с этим образовывать новые клеточные вещества и размножаться почкованием. Вещества, необходимые для образования новой клеточной субстанции дрожжи получают из питательной среды для активации [8]. Это наглядно демонстрируют полученные результаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фараджева, Е.Д., Болотов, Н.А. Производство хлебопекарных дрожжей: практическое руководство / Е.Д.Фараджева, Н.А. Болотов. – СПб.: Профессия, 2002. – 167 с.
2. Матвеева, И.В., Белявская, И.Г. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. – М.: ДеЛипринт, 2001. – 150 с.
3. Пащенко, Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко. – М.: Колос, 2002. – 368 с.
4. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп. / Л.Я. Ауэрман; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2003. – 458 с.
5. Гинзбург А.Г. Активация прессованных дрожжей в хлебопечении. – М., 1955. – 41 с.
6. Новаковская, С.С. Производство хлебопекарных дрожжей / С.С. Новаковская, Ю.И. Шишацкий. – М.: Пищевая пром-ть, 1990. – 234 с.
7. Пащенко, Л.П. Применение чечевичной муки для активации прессованных хлебопекарных дрожжей / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова //

Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2003. – № 10. – С. 77-80.

8. Кунце, В. Технология солода пива: пер. с нем. / В. Кунце, Г. Мит – СПб.: Изд-во Профессия, 2001. – 912 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УНАБИ (*ZIZIPHUS JÚJUBA*)

Андрусенко С.Ф., Ходько А.В.

ГОУ ВПО Ставропольский государственный университет,  
355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1; svet1677@yandex.ru

*Ziziphus jujuba* (унаби) на протяжении долгого времени используется в косметике и медицине. Несмотря на это химический состав плодов унаби мало изучен. В настоящее время развитие наукоемких технологий предусматривает расширение сырьевой базы биотехнологии и увеличение производства биологически активных веществ (БАВ). Растущий интерес на БАВ для нужд медицины, парфюмерии, пищевой промышленности при одновременном истощении традиционных ресурсов заставляет уделять внимание новым нетрадиционным источникам сырья. С этой точки зрения унаби можно рассматривать как перспективный объект, благодаря высокому содержанию углеводов, протеинов, витаминов, пектина, органических кислот и масла жожоба.

Объектом исследования являлись плоды, косточки и листья унаби. Плоды унаби были исследованы в двух состояниях зрелости: зрелые и плоды, которые были собраны раньше времени сбора урожая унаби. Схема экстракции липидов представлена на рис. 1.

Экстракцию липидов из плодов и листьев унаби проводили смесью хлороформ - этанол-вода с соотношением компонентов 4:2:1. В результате хроматографического анализа липидов, путем расчета площади пиков было определено количественное содержание различных липидных фракций в плодах, косточках и листьях унаби. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание фракций липидов в плодах, косточках и листьях унаби

№	Фракции липидов	Содержание в плодах, %	Содержание в косточках, %	Содержание в листьях, %
1	Полярные липиды	65,2±0,13	7,1±0,13	29,8±0,13
2	Стерины	1,5±0,001	0,6±0,001	1,8±0,001
3	Спирты	0,5±0,01	0,3±0,01	5,5±0,01
4	Жирные кислоты	8,3±0,10	6,1±0,10	29,6±0,10
5	Триглицериды	25±0,05	70,9±0,05	22,2±0,05
6	Эфиры стеринов	1,1±0,01	5,7±0,05	11,1±0,05

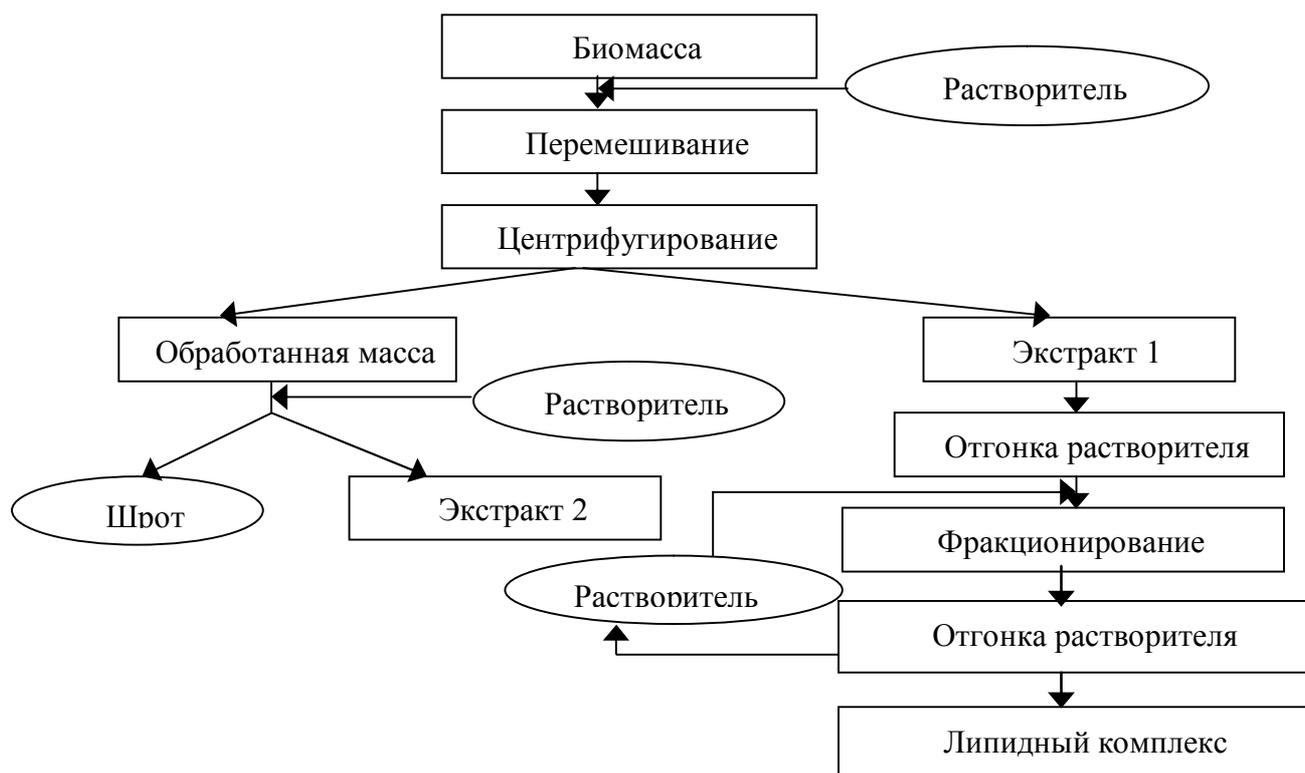


Рисунок 1. Схема получения липидного комплекса

Таким образом, по данным тонкослойной хроматографии, было установлено, что в плодах и листьях в наибольших количествах входят фосфолипиды, стеринны и жирные кислоты.

В ходе анализа было установлено содержание таких микроэлементов как Zn, Fe, Cu, Mn, Ni, Se, а также Ca. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание микроэлементов в различных частях растения унаби

Элемент	Содержание микроэлементов, мг/кг		
	В плодах	В косточках	В листьях
Zn	2,7	6,3	33,2
Cu	0,3	0,85	3,7
Fe	14,2	12,3	75,5
Mn	5,5	2,9	11,8
Ni	следы	следы	8,0
Se	следы	следы	0,04

Содержание Ca достигает в плодах – 22,28 г/кг, в косточках – 21,00 г/кг, в листьях – 21,07 г/кг. Таким образом, можно отметить высокое содержание в унаби кальция и железа.

Проводилось количественное определение в плодах унаби белков, углеводов, пектина, органических кислот и витаминов.

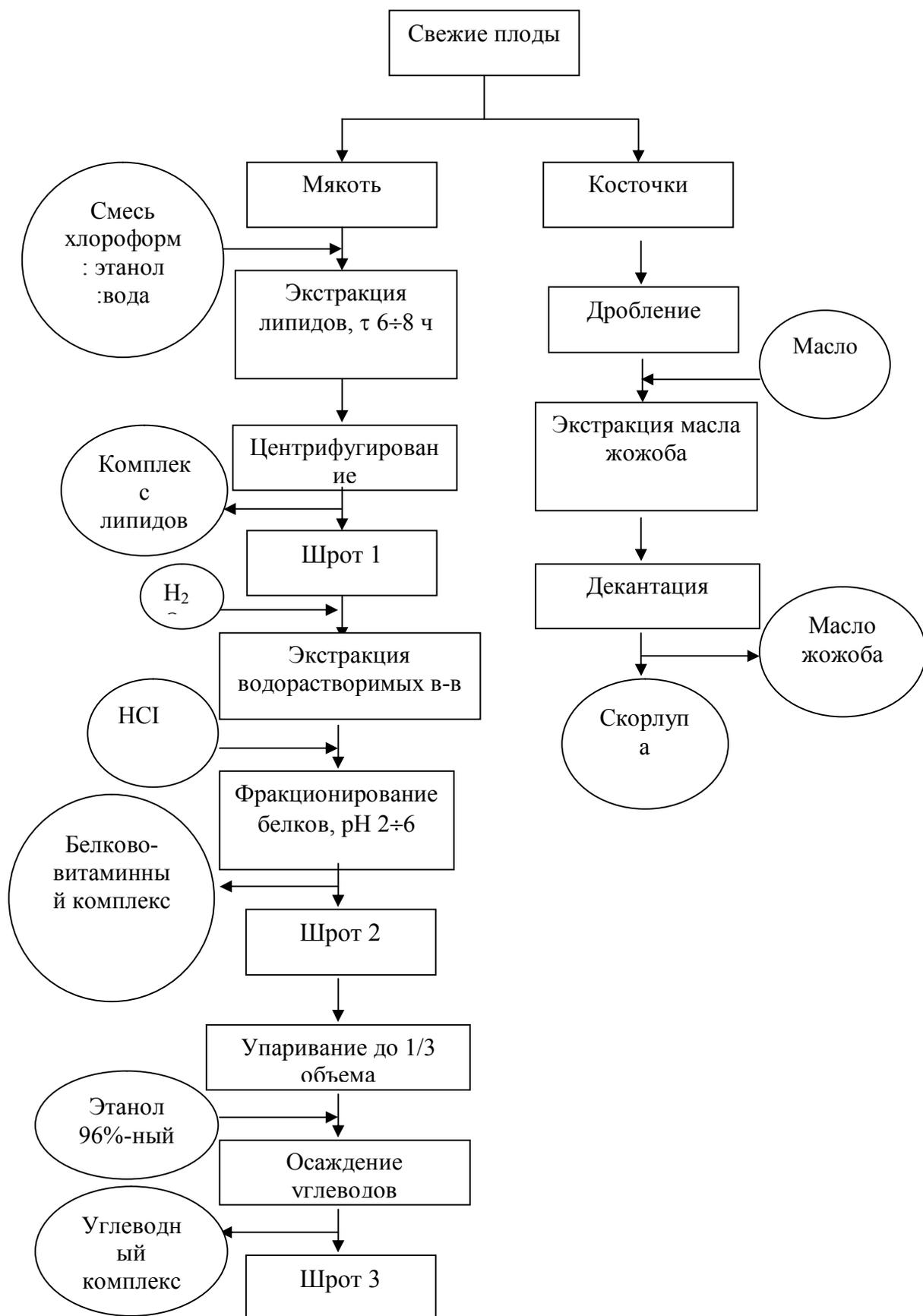


Рисунок 2. Схема комплексной переработки плодов унаби

Полученные результаты исследования плодов унаби представлены в таблице 3. Их данных приведенных в таблице следует, что в плодах унаби повышенное содержание аскорбиновой кислоты и рутина. Таким образом, плоды унаби можно рекомендовать для профилактики авитаминоза.

Отмечается высокое содержание пектина, а так как пектин обладает высокой способностью выводить из организма ядовитые вещества и радионуклиды, улучшать функцию ЖКТ, то плоды унаби будут полезны для широкого круга потребителей.

Таблица 3. Химический состав плодов унаби

Определяемый показатель	Содержание, % вес.
Белки	4,5
Редуцирующие сахара	22,1
Общий сахар	30,3
Пектин	5,4
Органические кислоты	1,5
Содержание витаминов, мг %	
Аскорбиновая кислота	380,0
Рутин	70,2
Токоферол	4,1
Ретинол	3,5

В ходе проведения исследований была разработана схема комплексной переработки унаби, представленная на рисунке 2.

### Выводы

1. В ходе работы был исследован состав липидных фракций плодов, косточек и листьев *Ziziphus Jujuba*. Было установлено, что в плодах и листьях в наибольших количествах входят фосфолипиды (до 65 %), триглицериды (25 %) и жирные кислоты (8 %).
2. Установлено содержание белков (4,5 %), углеводов (30,3 %), пектина (5,4 %) и органических кислот (1,5 %).
3. Установлено высокое содержание витаминов (в наибольшем количестве аскорбиновая кислота и рутин).
4. Исследован микроэлементный состав унаби. Установлено, что в унаби содержатся большие количества железа и кальция.
5. Разработана схема комплексной переработки унаби.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. – М.: Химия, 1973.
3. Байерман К. Определение следовых количеств органических веществ. – М.:

Мир, 1979.

4. Беззубов Л.П. Химия жиров. – М.: Пищевая промышленность, 1975.
5. Бемиллер Дж. Н. Методы химии углеводов. – М.: Мир, 1967.
6. Биохимия растений. /Под ред. В.Л. Кретовича. – М.: Мир, 1965.
7. Землянухин А.А. Практикум по биохимии. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1975.
8. Золотов Ю.А. Экстракция в неорганическом анализе. – М.: МГУ, 1988.
9. Кунце У., Щведт Г. Основы качественного и количественного анализа. – М.: Мир, 1997.
10. Максютин Н.П., Комисаренко Р.С., Прокопенко А.П. Растительные лекарственные ресурсы. – Киев: Издательство КГУ, 1985.
11. Русин Г.Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1990.
12. Солдатенков С.В. Биохимия растений. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. - 1971.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ СУСЛА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОГО ПЧЕЛИНОГО МЕДА**

Привалова Е.А., Белкова А.Н.

Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

Традиционные напитки брожения на основе пчелиного меда в наши дни пользуются повышенным спросом в связи с возросшим интересом потребителя к сырью натурального происхождения. Пчелиный мед содержит значительные количества биологически активных соединений, витаминов, микроэлементов и является лечебным продуктом. На волне возросшего интереса покупателей многие производители начали выпуск медовых напитков, в том числе получаемых методом спиртового брожения. С технологической точки зрения получение сусла (т.е. сбраживаемого субстрата) из меда – весьма простая операция, что является привлекательным фактом для предприятий малой мощности.

При схожести компонентного состава различных видов натурального меда следует отметить значительные различия в соотношении сахаров, в составе микрокомпонентов, а также в органолептических показателях, обусловленные видом медоносных растений и местом их произрастания (почвенными и климатическими условиями). Между тем, в технологических инструкциях по приготовлению напитков с использованием меда, как правило, отсутствуют прямые указания на сорт меда или его химический состав, требуется лишь соответствие качества меда нормативам ГОСТ, что допускает серьезное расхождение в составе сырья и полуфабрикатов, а, следовательно, может приводить к отклонениям в протекании технологических процессов и получению напитков существенно различающихся по органолептическим и

физико-химическим показателям.

Целью данной работы является исследование влияния сорта меда на технологический процесс сбраживания сусла, а также на физико-химические показатели готового напитка брожения.

Для проведения эксперимента были взяты три образца пчелиного натурального меда, произведенного в Алтайском крае, и собранного с различных медоносных растений. Определение качества меда проводили в соответствии с ГОСТ 19792-2001 [1]. Результаты исследования меда, приведенные в таблице 1, свидетельствуют, что все образцы меда отвечают требованиям ГОСТ по содержанию углеводов, в том числе сахарозы (оценивается по разности содержания сахаров до и после инверсии), воды, кислотности и диастазному числу.

На основе указанных образцов меда было приготовлено сусло концентрацией 12, 15 и 17% с добавлением концентрата квасного сусла (ККС) с содержанием сухих веществ 25% и гранулированного хмеля в количестве, обеспечивающем норму горечи сусла 0,68-0,85 г/дал (норма горечи сусла для пива «Жигулевское»).

Таблица 1. Характеристика пчелиного меда по ГОСТ 19792-2001

Показатель	Сорт меда			Норма по ГОСТ
	Донниковый	Цветочный	Липовый	
Массовая доля воды, %	17,9	19,5	19,1	Не более 21
Диастазное число, ед. Готе	33,5	50,9	24,9	Не менее 7
Содержание редуцирующих сахаров, %	98,1	92,8	90,2	Не менее 82
Содержание сахарозы, %	3,8	4,4	2,1	Не более 6
Общая кислотность, мл 1н NaOH	1,3	1,1	1,4	Не более 4

Сусло кипятят в течение 1 часа для стерилизации, охлаждают до комнатной температуры и вносят чистую культуру пивных дрожжей из расчета 0,08-0,1 л/дал. Главное брожение проводят при комнатной температуре в течение 3-5 суток, после чего молодое пиво снимают с осадка дрожжей декантированием и определяют его основные показатели: видимую и истинную степень сбраживания, кислотность, содержание несброженных редуцирующих веществ (РВ). Методики определений стандартны и применяются в пивоваренной промышленности для анализа молодого и готового пива [2]. Содержание этилового спирта определяют хроматографическим методом [3]. Результаты исследования молодого пива приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы, сусло концентрацией 12 и 15%, приготовленное с использованием цветочного меда, сбраживалось дрожжами быстрее. Уже на третьи сутки брожения в нем накапливалось 5,7-6,1% об. спирта, оставалось меньшее количество несброженных сахаров по сравнению с двумя другими образцами и соответственно достигалась более высокая степень сбраживания.

Более концентрированное сусло (17%) сбраживалось медленнее для всех трех образцов меда, через трое суток в сусле оставалось еще значительное количество дрожжей во взвешенном состоянии, на момент окончания главного брожения в сусле содержалось большее количество несброженных редуцирующих веществ.

В то же время можно отметить, что и в этом случае цветочный мед позволил получить молодое пиво с наиболее высокой степенью сбраживания и соответственно с наивысшим содержанием спирта.

.....

.....Таблица 2. Результаты исследования молодого пива.....

<u>Образец</u> ..... <sup>1</sup>	<u>Спирт</u> <sup>2</sup> , % ..... <u>об.</u> .....	<u>Несброженные</u> <u>РВ, г/100 мл</u>	<u>Кислотность</u> , <u>мл 1н NaOH</u>	..... <u>Степень</u> ..... <u>сбраживания</u> <sup>3</sup> , %
<u>Д12</u>	5,0/5,6	3,8	2,2	70,8/61,3
<u>Ц12</u>	5,7	2,8	3,6	81,7/71,6
<u>Л12</u>	2,6/5,5	5,9	1,5	56,7/48,8
<u>Д15</u>	4,2/5,3	7,6	1,8	48,7/43,8
<u>Ц15</u>	6,1	5,9	1,7	63,4/56,0
<u>Л15</u>	4,2/6,6	7,6	1,8	51,3/43,7
<u>Д17</u>	5,3	8,9	2,1	50,0/43,1
<u>Ц17</u>	8,9	3,1	2,4	85,3/75,0
<u>Л17</u>	5,1/5,5	9,5	2,0	44,1/35,6

Наиболее медленно сбраживалось сусло на липовом меде, во всех случаях молодое пиво имело степень сбраживания ниже, чем у других образцов, однако на пятые сутки брожения в нем также достигался необходимый уровень содержания спирта.

Дображивание молодого пива осуществляли при пониженной температуре (5-7°C) в течение 21 дня, после чего готовое пиво снимали с осадка дрожжей и вновь определяли его основные показатели. Результаты проведенных анализов представлены в таблице 3.

В процессе дображивания образовалось дополнительно 1-2% спирта, кислотность изменилась незначительно, содержание несброженных редуцирующих веществ уменьшилось, степень сбраживания, соответственно, увеличилась.

Поскольку остальные условия приготовления и сбраживания сусла были идентичны, можно заключить, что сорт меда оказывает решающее воздействие на бродильную активность дрожжей.

Одним из обязательных условий сбраживания сусла дрожжами является наличие в нем в достаточном количестве азотистых веществ. Эти вещества необходимы для питания, роста и размножения дрожжей. Основным источником азотистых веществ служил концентрат квасного сусла, добавляемый в сусло всех трех сортов меда в равном количестве. Тем не менее,

по результатам проведенных исследований видно, что в сусле, сваренном на основе цветочного меда, для роста и размножения дрожжей создаются более благоприятные условия.

Таблица 3. Результаты исследования готового пива

Образец	Спирт % об.	Несброжен- ные РВ, г/100 мл	Кислотность, мл 1н NaOH	Степень сбраживания, %	
				видимая	истинная
Д12	6,4	1,25	1,9	90,0	89,6
Ц12	7,8	0,88	1,8	94,2	92,7
Л12	6,2	2,26	1,7	80,0	76,7
Д15	5,0	5,3	2,0	56,7	52,7
Ц15	5,6	3,7	1,9	71,8	67,5
Л15	6,5	5,3	1,9	60,0	56,7
Д17	9,8	3,8	2,3	76,5	67,5
Ц17	13,0	1,0	2,2	97,1	87,6
Л17	7,8	6,2	2,3	61,8	48,1

Для выявления причины ускоренного протекания брожения образцы меда, ККС, исходного сусла и молодого пива были исследованы на содержание белковых веществ по методу Лоури, а также на содержание аминного азота [2]. Результаты данных исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика меда и ККС по содержанию белка

Образец	Содержание белка по Лоури, мг/г	Содержание аминного азота, мг/г
Донниковый	4	1,4
Цветочный	27	2,8
Липовый	9,8	1,4
ККС	34	14

По данным таблицы видно, что концентрат квасного сусла содержит наибольшее количество белка из всех исследованных видов сырья, а аминного азота в нем содержится в 5-10 раз больше, чем в меде. На втором месте после ККС по содержанию белка находится цветочный мед; липовый и донниковый содержат значительно меньше белковых соединений.

Исходя из содержания азотистых веществ в сырье и нормы задачи ингредиентов в сусло, было рассчитано количество азота, внесенного в сусло. Наиболее высоким расчетное количество исходного азота оказалось в сусле на цветочном меде, оно составило 4,7 г/л. В сусле на липовом меде расчетное количество исходного азота было 2,2 г/л, а донникового 1,4 г/л. В таблице 5 приведены данные по определению количества азотистых веществ в исходном сусле и молодом пиве для сусла с начальной концентрацией сухих веществ 12%.

Из данных, представленных в таблице 5, видно, что более высокое

содержание азотистых веществ наблюдается и в полупродуктах на цветочном меде. Так, в сусле на цветочном меде содержание растворимого белка почти в полтора – два раза превышает его содержание в двух других образцах. В молодом пиве содержание белковых веществ несколько выравнивается, однако видно, что в образцах на цветочном меде дрожжами ассимилировано азотистых веществ гораздо больше, чем у образцов на донниковом и липовом меде. Также сусло на цветочном меде более богато аминным азотом. В молодом пиве определение остаточного содержания аминного азота медным способом не представляется возможным, ввиду того, что этот азот в первую очередь усваивается дрожжами.

Таблица 5. Характеристика исходного сусла и молодого пива по содержанию азотистых веществ

Показатель	Содержание белка по Лоури, мг/100мл		Содержание аминного азота, мг/100 мл	
	Исходное сусло	Молодое пиво	Исходное сусло	Молодое пиво
<b>Д 12</b>	190	140	35	–
<b>Ц 12</b>	365	170	96	–
<b>Л 12</b>	180	135	53	–

Таким образом, было установлено, что в цветочном меде содержится большее количество усвояемых дрожжами азотистых веществ, по сравнению с донниковым и липовым, благодаря чему процесс сбраживания сусла на цветочном меде протекает значительно интенсивнее. В результате в одинаковых условиях брожения получается напиток с более высокой степенью сбраживания. Процесс главного брожения для сусла с разными сортами меда может иметь различную продолжительность. В случае использования цветочного меда необходимая степень сбраживания достигается уже на третий день брожения, количество образующегося спирта к этому времени достигает 5%, в связи с чем данный технологический этап можно сократить, повысив оборачиваемость бродильных емкостей.

На основании проведенных исследований можно заключить, что предъявляемые в настоящий момент технологические требования к меду пчелиному, используемому для приготовления напитков брожения, недостаточны. В характеристику меда следует включить, по крайней мере, содержание белковых соединений, способных усваиваться дрожжами, так как этот показатель оказывает существенное влияние на технологию производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19792-2001. Мед натуральный. Технические условия.- Взамен ГОСТ 19792-87; введ. 2002-07-01.- М.: Изд-во стандартов, 2002.- 15 с.
2. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – С-Пб.: Профессия, 2004. – 536 с.

3. Симон, А.С. Количественная оценка содержания уксусной кислоты, этанола и метанола в виноматериалах. Материалы конференции «Перспективы развития технологических, пищевых и металлургических процессов»/ А.С. Симон, Г.С. Гусакова, С.Н. Евстафьев.- Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009.- С.134-138.

## **О КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ**

Тигунцева Н. П., Евстафьев С. Н.

Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

В условиях неблагоприятной экологической обстановки большим спросом у населения пользуется пищевая продукция, содержащая биологически активные добавки направленного действия. К таким добавкам в полной мере могут быть отнесены пектиновые вещества, выделенные из растительного сырья.

Одной из основных характеристик пектиновых веществ для промышленного производства является степень этерификации (СЭ). Она положена в основу их классификации и значительно влияет на свойства пектина (растворимость, студнеобразующую и комплексообразующую способности) [1].

Под комплексообразующей способностью (КС) понимают эффективность взаимодействия пектиновых веществ с ионами тяжелых и радиоактивных металлов. Она зависит от степени этерификации пектиновых веществ. При СЭ более 90 % свободные карбоксильные группы в значительной степени удалены друг от друга и образующиеся соли диссоциируют. С уменьшением СЭ возрастает заряд макромолекул, что усиливает связь пектина с катионами металлов. При СЭ ниже 40 % происходит изменение конформации макромолекулы, сопровождающееся агрегированием макромолекулы и изменением внутримолекулярной электростатической связи ионов металла на более прочную внутримолекулярную хелатную связь. При этом катионы связаны в пространствах между параллельно расположенными цепочками макромолекул при участии атомов кислорода гликозидной связи, пираноидного кольца и кислорода гидроксильных групп D-галактуроновой кислоты [2].

Целью работы являлось сравнительное изучение КС пектиновых веществ, выделенных из различного растительного сырья.

### *Экспериментальная часть*

В качестве объектов исследования использовали измельченные до крупности 1-5 мм, промытые водой и высушенные до воздушно-сухого состояния образцы надземной части и корней одуванчика лекарственного, соломы пшеницы и овса, плоды дикорастущей уссурийской груши, а также цитрусовый пектин, приобретенный в аптечной сети.

Для выделения натуральных пектиновых веществ была использована обработка исходного сырья дистиллированной водой при температуре 95-98<sup>0</sup>С

в течение 7 часов, гидромодуль 1:10. Образцы соломы до экстракции горячей водой исчерпывающе экстрагировались спиртотолуольной (1:2) смесью для отделения жировосковой фракции.

После экстракции водой твердый остаток отделяли фильтрованием, фильтрат упаривали до 1/20 первоначального объема и смешивали с 2-х кратным объемом этанола при комнатной температуре для осаждения пектина. Смесью фильтровали, пектин на фильтре промывали этанолом и ацетоном, сушили и взвешивали. СЭ и КС определяли по методикам, приведенным в [3].

Для деминерализованных пектинов к раствору, содержащему 0,1г пектина, добавляли 4-6 г  $H^+$ -катионита КУ-2-8. Полноту декатионирования раствора контролировали по универсальной индикаторной бумаге: рН раствора должна измениться до 4. Содержимое стакана перемешивали в течение 3-5 мин. Затем катионит отделяли от раствора фильтрованием через бумажный фильтр на воронке Бюхнера под разрежением. Стакан промывали небольшими порциями дистиллированной воды, сливая ее через тот же фильтр. Катионит промывали на воронке 2-3-мя порциями воды, которую собирали в ту же колбу Бунзена.

К отфильтрованному раствору пектина в колбе Бунзена добавляли 2-4 г ОН<sup>-</sup>-анионита АВ-17-8, содержимое колбы перемешивали в течение 2-5 мин и отфильтровывали под разрежением через бумажный фильтр на воронке Бюхнера в колбу Бунзена. Колбу, в которой находился раствор с анионитом, ополаскивали 2-3-мя порциями дистиллированной воды, пропуская ее через тот же фильтр. Анионит на фильтре дополнительно промывали 2-3 раза небольшими порциями дистиллированной воды, собирая фильтрат в ту же колбу Бунзена. После этого определяли СЭ.

### **Обсуждение результатов**

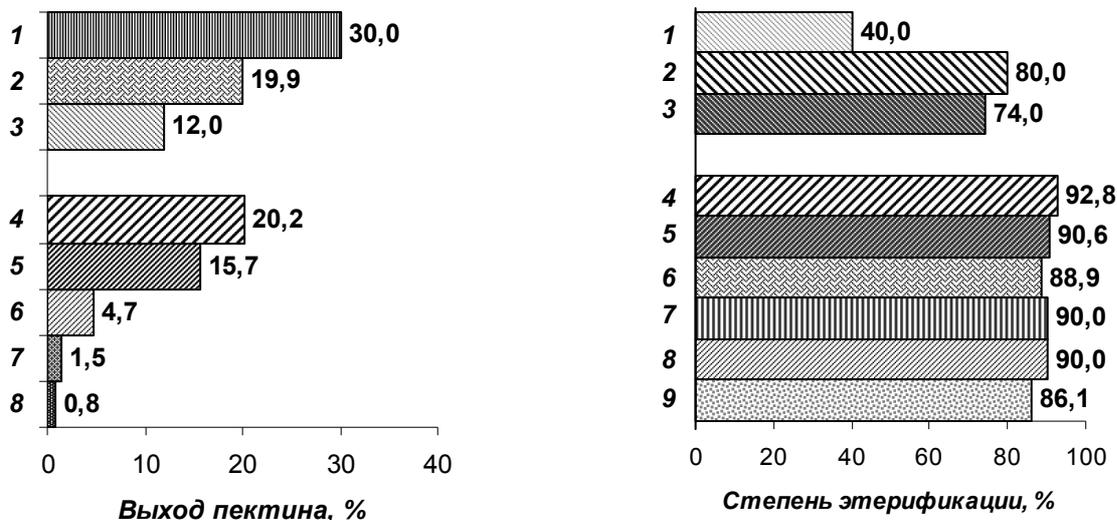
Выход пектиновых веществ является одним из основных показателей определяющим возможность исследования растительного сырья для промышленного получения.

Согласно полученным данным (рис.1), наибольший выход пектиновых веществ получен из надземной части и корней одуванчика. Он сравним с выходом пектиновых веществ из наиболее распространенного на сегодняшний день промышленного сырья: апельсинов, яблок и сахарной свеклы.

Вторым не менее важным показателем является СЭ, значения которой для исследуемых пектинов значительно выше, чем у промышленных, и лежат в пределах от 88,9 до 92,8% (рис.2). Согласно существующей классификации [4] они являются высокоэтерифицированными и могут быть использованы в кондитерской промышленности в качестве желирующего агента, например, для производства мармелада, жележных начинок, сбивных кондитерских изделий, таких как зефир, пастила.

Высокая СЭ может быть обусловлена использованием при их выделении дистиллированной воды вместо раствора минеральной кислоты, используемой при получении пектинов, которая вероятно, катализирует гидролиз по сложноэфирным связям и удаляет катионы металлов, связанные с

карбоксильными группами пектина. Как следствие, промышленные образцы пектинов характеризуются относительно низкой СЭ и незначительным содержанием минеральных веществ.



1- сахарная свекла; 2 - яблоки; 3 - апельсины; 4 - надземная часть одуванчика; 5 - корни одуванчика; 6 - груша; 7- овес; 8 - пшеница; 9 - цитрусовый пектин

Рисунок 1. Выход пектина, в % на а.с.м. Рисунок 2. Степень этерификации сырья пектиновых веществ, %

Так зольность цитрусового пектина равна 1,8 %, а зольности пектинов надземной части одуванчика и груши, выделенные дистиллированной водой, составляют 27,3 и 16,5 % соответственно.

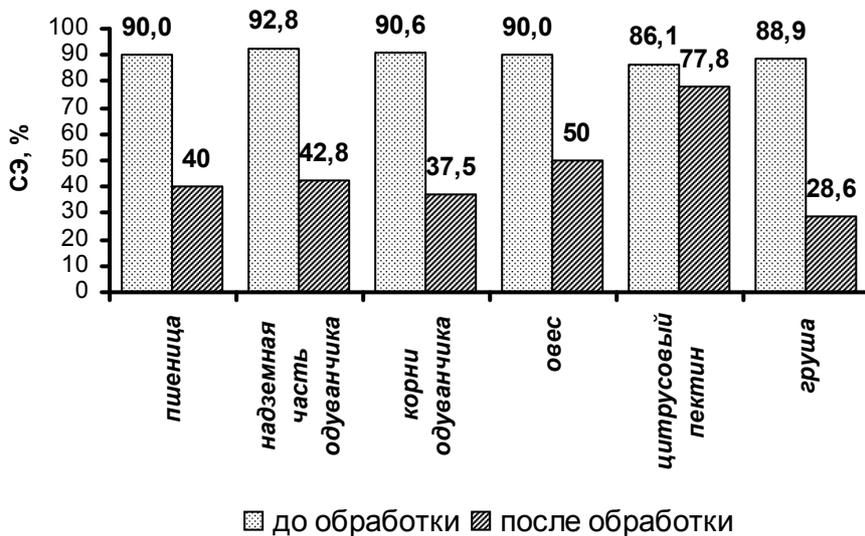


Рисунок 3. Степень этерификации исходных и деминерализованных пектиновых веществ

После деминерализации пектиновых веществ СЭ снижается до 28,6 – 50,0 % в зависимости от исследуемого сырья (рис.3). Наименьший процент

метоксильной составляющей наблюдается в пектине груши. У цитрусового пектина, характеризующегося низкой зольностью, СЭ изменилась незначительно.

Промышленную значимость пектиносодержащего сырья оценивают не только по выходу и степени этерификации пектиновых веществ, но и по их аналитическим характеристикам, которые, в свою очередь, определяют целевую направленность выделенных пектинов.

Наиболее важным показателем в пектиновых веществах является содержание свободных карбоксильных групп. В результате проведенного исследования были определены доли карбоксильных групп в свободной (-COOH), этерифицированной (-COOCH<sub>3</sub>) и минерализованной (-COOMe<sup>+</sup>) формах (рис. 4).

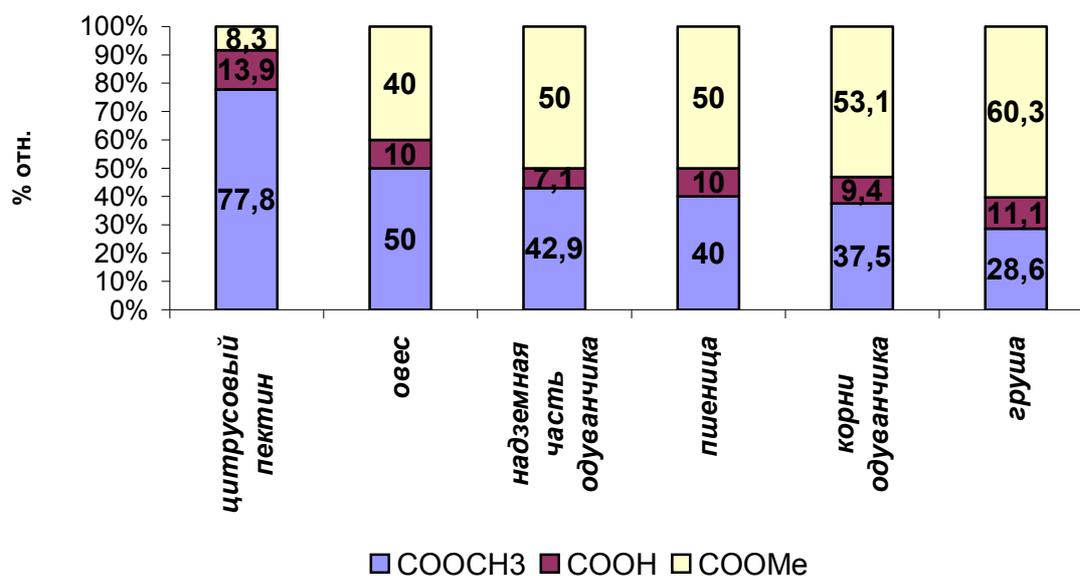


Рисунок 4. Характеристика карбоксильных групп пектиновых веществ

Во всех исследуемых пектиновых веществах преобладают карбоксильные группы, связанные с катионами металлов в виде солей. Исключение составляет цитрусовый пектин. Он отличается повышенным содержанием карбоксильных групп, находящихся в этерифицированной форме и относительно высоким содержанием свободных карбоксильных групп. Можно предположить, что цитрусовый пектин будет иметь наибольшую комплексообразующую способность среди не деминерализованных пектинов, что и подтверждается экспериментом (табл.).

Согласно полученным данным, наибольшую КС имеют пектины из плодов цитрусовых и груши, так как для них характерно наибольшее содержание свободных карбоксильных групп. После деминерализации комплексообразующая способность цитрусового пектина изменилась незначительно. В исследуемых образцах пектинов пшеницы, овса и надземной части одуванчика лекарственного после деминерализации КС увеличилась в 3-4 раза, что создает предпосылки для их использования при приготовлении продуктов лечебно-профилактического назначения.

Таблица. Комплексообразующая способность и степень этерификации пектиновых веществ

Образцы пектинов	Степень этерификации *	Комплексообразующая способность *
Груша	88,9/28,6	124/166
Цитрусовый	86,1/77,8	160/166
Одуванчик: надземная часть	92,8/42,8	104/410
корни	90,6/37,5	41/62
Солома: пшеница	90,0/40,0	80/260
овес	90,0/50,0	124/311

\*в числителе до деминерализации, в знаменателе после деминерализации

На основании полученных данных можно сделать выводы:

– наибольшую КС имеют пектины со СЭ в пределах 40-50 %, что согласуется с данными [3];

– в качестве биологически активной добавки может быть рекомендован пектин, выделенный из надземной части одуванчика. Выбор данного сырья обусловлен доступностью, высоким содержанием пектина, характеризующегося высокой комплексообразующей способностью;

– в плодах груши относительно высокое содержание пектиновых веществ 4,7 %. Это позволяет сделать вывод о целесообразности использования ее для производства пектиносодержащих пищевых изделий, так как рассматриваемые плоды помимо пектиновых содержат ряд других биологически активных веществ, определяющих их лечебные и диетические свойства;

– выделение пектиновых веществ из соломы может быть целесообразно лишь в случае утилизации отходов крупномасштабной переработки соломы злаковых культур, например, при использовании ее в качестве сырья для получения биотоплив и др.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеева, В.Г. Влияние чистоты пектинового препарата на физико – химические и комплексообразующие свойства пектина / В.Г. Моисеева, Г.М. Зайко // Изв. ВУЗов. Пищевая технология. 1976. № 3. с. 27-30.

2. Кайшева, Н.Ш. Изучение характера взаимодействия пектинов с поливалентными металлами спектрофотометрическим методом с целью применения пектина для детоксикации/ Н.Ш. Кайшева, В.А. Компанцев, Н.С. Щербак и др.// Пятигорский фармацевтический институт. Пятигорск. 1991. Деп. ВИНТИ 17.05.91. № 2043. с. 91.

3. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: учеб. пособие/ Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 251 с.

4. Ильина, И.А. Научные основы технологии модифицированных пектинов: научное издание / И.А. Ильина. – Краснодар: Изд-во РАСХН, 2001.-312 с.

# ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ $\beta$ -КАРОТИН-ЛИНОЛЕАТ

Бординова В. П., Макарова Н. В.

ГОУ ВПО Самарский государственный технический университет  
Самара, Россия, ул. Молодогвардейская, д. 244, e-mail: fpp@samgtu.ru

В последнее время учеными уделяется серьезное внимание так называемому «оксидативному стрессу» – окислительному повреждению биологических молекул, который генерируется в основном свободными радикалами. И многие опасные заболевания, такие, как рак, атеросклероз, болезнь Паркинсона, сахарный диабет, ряд воспалительных заболеваний, катаракта, сердечно-сосудистые заболевания, генетические заболевания и процессы старения все чаще ассоциируют с последствиями свободнорадикального окисления. Для предотвращения «оксидативного стресса» могут быть использованы природные защитные антиоксидантные системы с разным принципом действия. Повышенный интерес представляет использование в качестве антиоксидантов полифенолов – высокомолекулярных природных веществ, широко распространенных в растительном сырье, так же содержащихся в ряде продуктов питания и напитках. Учеными изучается их антиоксидантная активность по различным методам [1].

В качестве объектов исследования антиоксидантных свойств нами были выбраны овощные полуфабрикаты: томатный концентрат, перцевая масса, тыквенный концентрат, томатный сок, в связи с потенциально высоким показателем антиоксидантной активности, а, следовательно, содержанием в них фенольных веществ и возможностью их введения в продукты питания в качестве добавки функционального действия, а также наибольшей распространенностью возделывания овощных культур, из которых они изготовлены [2].

Задачей наших исследований является определение содержания антиоксидантной активности различных полуфабрикатов биохимическим методом в системе  $\beta$ -каротин-линолиевая кислота.

Данный метод основан на фиксации перехода окраски раствора с желтой в бесцветную в результате реакции  $\beta$ -каротина с продуктами распада линолевой кислоты [3]. В присутствии антиоксиданта, содержащегося в овощном экстракте разложение  $\beta$ -каротина замедляется. Реакция контролируется по изменению оптической плотности на приборе КФК-3-01 при 470 нм.

Результаты исследований представлены на рисунке. В проанализированных образцах (томатном концентрате, томатном соке, перцевой массе и тыквенном концентрате) можно наблюдать увеличение противорадикальных свойств в последовательности, соответствующей рис. 1.

По величине антиоксидантной активности образцом овощных полуфабрикатов с наивысшей антиоксидантной активностью является

томатный сок. Его антиоксидантная способность оказалась 98,92 %. Наименьшей силой обладает перцевая масса – 23,45 %. Томатный же концентрат и тыквенный концентрат имеют промежуточные значения антиоксидантной силы – 69,1 и 90,4 % соответственно. Но тыквенный концентрат более сильный, чем томатный. На рис. 1 представлен график, иллюстрирующий данное разделение.

Из него видно, что результаты исследований по проведенным анализам показали, что наименьшими противоокислительными свойствами обладает перцевая масса, а наибольшей антиоксидантной активностью – томатный сок, а также тыквенный концентрат. В связи с чем, рекомендуется их использовать в качестве добавок противорадикального действия при приготовлении изделий с профилактическими и оздоравливающими функциями, а также в качестве добавок для увеличения срока годности изделий.

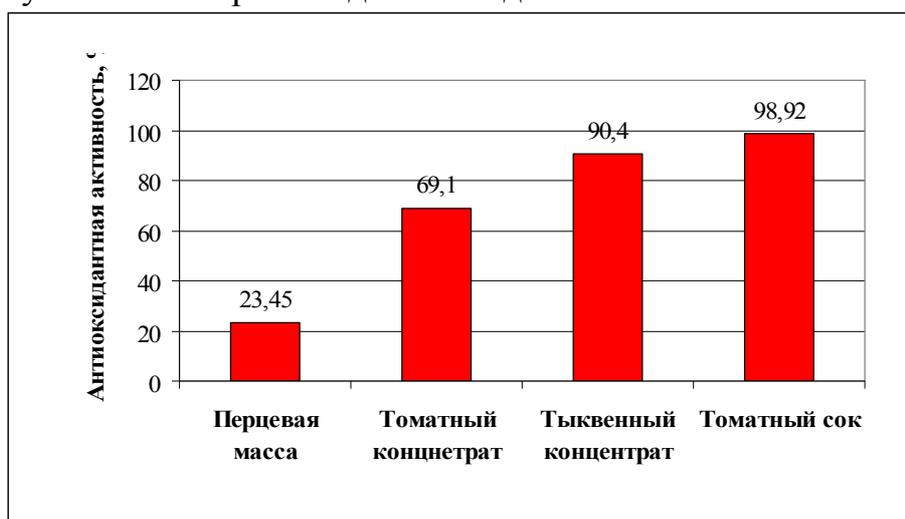


Рис. 1

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chang Ch., Lin H., Chang Ch., Liu Y. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze dried and hot-air-dried tomatoes. – J. Food Eng. – 2006. Vol. 77 – №3. – P. 478-485.
2. Cao G., Sofic E., Prior R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. – J. Arg. and Food Chem. – 1996. Vol. 44 – № 11. – P. 3426 – 3431.
3. Sun T., Ho Ch. Antioxidant activities of buckwheat extracts. – Food Chem. – 2005. Vol. 90 - №4. – P. 743-749.

#### **ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ**

Фомина Е. С., Смирнов В. В., Евстафьев С. Н.

Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, esn@istu.edu

Существующие технологии получения биотоплив из-за высокой себестоимости продукции не нашли широкого промышленного применения [1].

Снижение себестоимости, возможно, путем совершенствования существующих или разработки принципиально новых технологий, предусматривающих комплексную переработку растительного сырья. В частности, широкое применение в медицине, косметической и пищевой промышленности находят экстрактивные вещества растений, содержащие в своем составе биологически активные вещества [2,3].

Немаловажное значение имеет также подбор растительного сырья, в качестве которого наряду с древесными отходами могут быть использованы отходы сельского хозяйства.

Целью данной работы являлось исследование состава экстрактивных веществ соломы пшеницы.

#### *Экспериментальная часть*

В качестве объекта исследования использовали солому пшеницы крупностью 1–5 мм с влажностью 7,3% и зольностью 7,0%. Исчерпывающую экстракцию соломы проводили спирто-толуольной (1:2) смесью в аппарате Сокслета. После удаления экстрагента выпариванием при пониженном давлении экстракт обрабатывали гексаном при температуре кипения.

Фракционирование гексанового экстракта проводилось по схеме, изображенной на рисунке.

Гексановый экстракт растворяли в диэтиловом эфире и разделяли обработкой 2%-ным раствором NaOH на нейтральные вещества и свободные жирные кислоты.

Воска выделяли фильтрованием из охлажденного этанольного раствора нейтральных веществ, выдержанного в течение 12 часов при температуре 4–6°C. Остаток нейтральных веществ после удаления растворителя при пониженном давлении фракционировали методом препаративной тонкослойной хроматографии на силикагеле крупностью 0,04–0,1 мм. В качестве элюента использовали смесь гексан : ацетон в соотношении 4:1.

Гидролиз воска проводили 10%-ным раствором NaOH в этаноле при 98 °C в течение 2 ч. После отделения неомыляемых веществ и нейтрализации водного раствора солей кислот 10%-ным раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, экстракцией диэтиловым эфиром извлекали кислоты воска.

Кислоты метилировали диазометаном для последующего хромато-масс-спектрометрического исследования.

Качественный и количественный анализ состава кислот и фракций ТСХ проведен на газовом хромато-масс-спектрометре Shimadzu QP2010 Plus в режиме электронного удара при 70 эВ с последующим сканированием в диапазоне m/z от 40 до 350. Температура сепаратора – 280 °C, ионного источника – 230 °C. Кварцевая колонка 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95% диметил-5% дифенилполисилоксан). Условия анализа: 1 минута изотермы при 70 °C с последующим подъемом температуры до 280 °C со скоростью 20 град./мин. Идентификация компонентов осуществлена с использованием библиотеки масс-спектров «NIST05». Относительное количественное содержание компонентов во фракции вычислено методом внутренней

нормализации по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности. Для идентификации алканов использовали времена удерживания стандартных n-алканов.

ИК-спектры снимали на приборе «Specord-75 IR».



Рисунок. Схема фракционирования гексановых экстрактов

*Обсуждение результатов* Путем исчерпывающей экстракции соломы спирто-толуольной смесью выделено 6,5% на а.с.с. соединений, среди которых 34,9% растворимы в гексане.

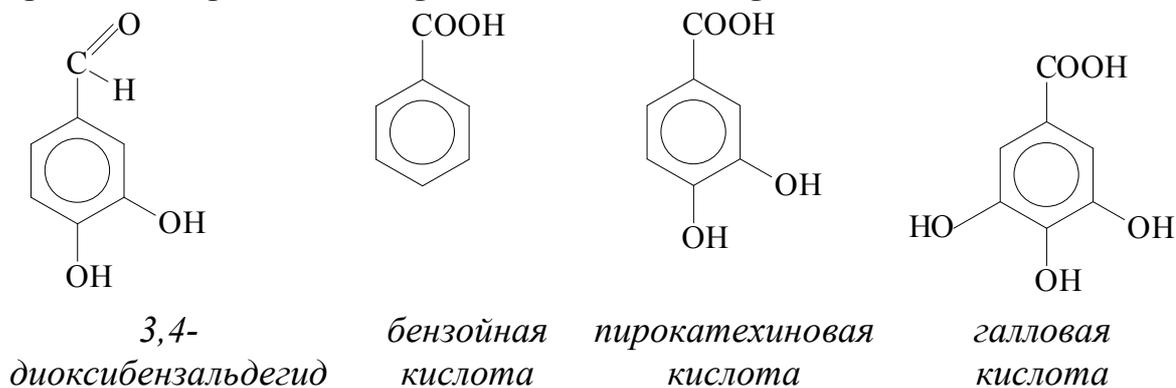
Гексановый экстракт пшеницы представляет собой вязкую массу морковного цвета, свидетельствующего о присутствии каротиноидов. В ИК-спектре присутствуют интенсивные полосы поглощения метильных и метиленовых групп при 2940, 2920, 2840, 1460, 1375, 725 и 715  $\text{см}^{-1}$ , полосы поглощения карбонильных групп средней интенсивности при 1740 и 1710  $\text{см}^{-1}$  и слабое поглощение ОН-групп в области 1300-1000  $\text{см}^{-1}$ .

Количество свободных кислот, выделенных из экстракта водным раствором щелочи, составило 16,3% на экстракт или 0,4% на а.с.с. Методом ХМС в их составе идентифицировано 16 жирных кислот состава  $\text{C}_6\text{--C}_{22}$ , среди которых преобладают насыщенные гомологи с максимумом содержания для

пальмитиновой кислоты (28,8% от суммы кислот) (таблица). Доля ненасыщенных кислот, представленных линолевой, олеиновой и пальмитолеиновой кислотами, составляет 36,7%.

Основными компонентами фракции являются пальмитиновая, линолевая, олеиновая и стеариновая кислоты с общим содержанием 71,9% на сумму кислот. На долю нечетных гомологов насыщенных кислот приходится 8,5%.

В составе свободных кислот обнаружены в незначительных количествах метилированные производные фенолоальдегидов и фенолокислот:



Выход восков составил 35,2% на гексановый экстракт или 0,8% на а.с.с. Их кислотная составляющая с выходом 31,7% от массы воска отличается по составу от свободных кислот (таблица). В первую очередь это связано с присутствием высокомолекулярных кислот  $C_{23}-C_{28}$ , на долю которых приходится более 25%. Содержание ненасыщенных кислот, среди которых выделяются содержанием олеиновая кислота, ниже, чем в составе свободных кислот и составляет 23,9%. Ароматические кислоты не обнаружены.

Полученные после выделения жирных кислот и восков нейтральные вещества с выходом 48,4% на ГЭ являются сложной смесью органических соединений.

Методом тонкослойной хроматографии на силикагеле они были разделены на четыре фракции, различающиеся выходом, природой и содержанием функциональных групп. Выход фракции 1 составил 15,5% на фракцию нейтральных веществ. В составе фракции сконцентрированы насыщенные углеводороды, о чем свидетельствуют отсутствие полос поглощения кислородсодержащих структурных групп в ИК-спектре.

Методом ХМС установлено, что основными компонентами фракции являются алканы  $C_{14}-C_{32}$ , среди которых преобладают высокомолекулярные гомологи  $C_{29}-C_{32}$ , на долю которых приходится 65,9% от суммы алканов. Среди высокомолекулярных алканов выделяются содержанием нечетные гомологи  $C_{25}-C_{31}$ , что наиболее характерно для восков высших растений.

Фракция 2 с выходом 23,7% на нейтральный экстракт согласно ИК-спектрам представлена смесью высокомолекулярных, насыщенных сложных эфиров. В спектре фракции наряду с интенсивными полосами поглощения метильных и метиленовых групп присутствуют интенсивная полоса поглощения карбонильных групп при  $1735\text{ см}^{-1}$  и полосы поглощения средней

интенсивности в области 1300–1000 см<sup>-1</sup>. Полосы поглощения при 1240, 1160 и 1020 см<sup>-1</sup> обусловлены колебаниями С–О–С-связей в сложных эфирах. Слабо выраженное поглощение в области 3600–3200 см<sup>-1</sup> свидетельствует о незначительном содержании в составе соединений фракции свободных и ассоциированных гидроксильных и карбоксильных групп.

Таблица. Состав жирных кислот соломы пшеницы

Кислоты	Количественное содержание, в %		
	Свободные кислоты*	Кислоты восков*	Кислоты этиловых эфиров**
Капроновая	0,3	-	-
Каприловая	0,5	-	-
Пеларгоновая	1,2	-	-
Каприновая	0,6	0,7	-
Лауриновая	1,1	1,3	1,1
Тридекановая	0,3	-	-
Миристиновая	4,0	1,0	3,8
Пентадекановая	5,3	0,7	1,7
Пальмитиновая	28,8	12,8	28,4
Пальмитолеиновая	3,6	2,8	5,7
Гептадекановая	1,7	-	5,0
Стеариновая	10,0	5,6	11,0
Олеиновая	11,7	14,0	16,6
Линолевая	21,4	7,1	-
Линоленовая	-	-	-
Эйкозановая	2,5	6,2	11,3
Унказановая	-	4,6	-
Доказановая	2,9	15,5	15,4
Трикозановая	-	8,4	-
Тетракозановая	-	8,5	-
Пентакозановая	-	-	-
Гексакозановая	-	6,3	-
Октакозановая	-	3,4	-

\* % от суммы кислот; \*\* % от суммы этиловых эфиров жирных кислот

По данным ХМС в составе фракции сконцентрированы этиловые эфиры жирных кислот С<sub>12</sub>–С<sub>22</sub>. Кислотная составляющая этиловых эфиров практически не отличается по составу соединений от фракции свободных жирных кислот. Среди насыщенных кислот эфиров преобладает по содержанию пальмитиновая кислота, из ненасыщенных эфиров присутствуют только этилолеат и этилпальмитоолеат.

Выход фракции 3 составил 27,6% на нейтральный экстракт. Отличительной особенностью фракции является присутствие в ее составе ассоциированных гидроксильных и, возможно, карбоксильных групп, на что указывает широкая полоса поглощения с максимумом при 3400 см<sup>-1</sup>.

Присутствие ОН-групп спиртов подтверждено полосами поглощения средней интенсивности при 1060 и 960 см<sup>-1</sup>. Полосы поглощения при 1730, 1710 и 1680 см<sup>-1</sup> характерны для валентных колебаний карбонильных групп сложных эфиров, карбоновых кислот, альдегидов и кетонов.

Фракция 4 представлена высокомолекулярными, полярными соединениями, оставшимися при хроматографировании на линии старта. Содержание фракции в нейтральном экстракте составило 33,2%. ИК-спектры содержат такой же набор полос поглощения, что и ИК-спектры фракции 3, но с более выраженным поглощением карбонильных и гидроксильных групп.

В результате проведенного исследования группового и жирнокислотного состава экстрактивных веществ пшеницы установлено, что значительная часть их состоит из свободных и связанных, в составе восков и сложных эфиров, ненасыщенных жирных кислот, и, прежде всего пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой, на долю которых приходится свыше 50% от всего жирнокислотного состава. Кроме восков, сложных эфиров, парафинов и жирных кислот в составе экстракта содержится еще ряд биологически активных веществ, идентификация которых используемыми методами оказалась затруднительной.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лендъел П., Морвай Ш. Химия и технология целлюлозного производства. - М., 1978. – 544 с.
2. Лекарственные препараты в России. Справочник Видаль. - М., 1998.
3. Машковский М. Д. Лекарственные средства: в 2-х томах. - М.: Медицина, 1995.

#### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕКТИНА С ИОНАМИ СЕРЕБРА**

Иванова Н. В., Еськова Л.А., Трофимова Н.Н., Бабкин В.А.,  
Феоктистова Л.П.\* , Сапожников А.Н.\*

Иркутский институт химии СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

\*Иркутский институт гохимии СО РАН,  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1, inv@iriioch.irk.ru

Пектины представляют собой сложные гетерополисахариды, относящиеся к классу кислых растительных полисахаридов – гликаногалактуронанов. Пектиновые вещества инкрустируют стенки растительных клеток и входят в состав межклеточного пространства высших наземных растений, морских трав и ряда пресноводных водорослей.

В лаборатории химии древесины ИрИХ СО РАН ведутся работы по разработке способа выделения, установления строения и исследованию физико-химических свойств пектина из коры лиственницы.

Задачей настоящей работы является исследование влияния различных факторов – рН реакционной среды и продолжительность реакции – на

образование нанобиокомпозита пектина с частицами металлического серебра. Методов синтеза наночастиц серебра достаточно, и их сущность изложена в работе [1].

При изучении взаимодействия пектина с  $\text{Ag(I)}$  нами использован простой и доступный способ получения нанобиокомпозитов, который основан на процессах взаимодействия природного полисахарида с нитратом серебра в водно-щелочной среде. Как и в случае применения в качестве реакционного компонента арабиногалактана [2] взаимодействие пектина с  $\text{Ag(I)}$  зависит от pH реакционной среды, что визуально наблюдается посредством изменения окраски и подтверждается результатами анализа электронной микроскопии.

На рисунке 1 представлены спектры поглощения смеси водных растворов пектина (0,5%) и нитрата серебра (0,1%) в соотношении 1:1 без добавления раствора щелочи в зависимости от времени реакции. Установлено, что при pH 3,5 реакция восстановления  $\text{Ag(I)}$  протекает очень медленно, о чем свидетельствует появление в спектре поглощения широкой полосы в диапазоне 280 – 540 нм, свидетельствующий о наличии  $\text{Ag(0)}$ , только через 24 часа после начала реакции. При увеличении pH реакционной среды взаимодействие пектина и  $\text{Ag(I)}$  протекает значительно быстрее. Об это свидетельствуют спектры поглощения смесей водных растворов пектина и нитрата серебра, снятых в начальный период реакции. При pH 11,5 формирование  $\text{Ag(0)}$  начинается стремительно сразу после смешивания компонентов (рис.2) и через 30 мин реакция практически заканчивается (рис.3).

Таким образом, при взаимодействии пектина с  $\text{Ag(I)}$ , начиная с pH реакционной среды, равной 7, в начальный момент времени происходит коллективное возбуждение электронов проводимости наночастиц серебра – явление плазмонного резонанса, о чем свидетельствует наличие в электронных спектрах широкой полосы при  $\lambda_{\text{max}} 420\text{ нм}$ . Далее полное формирование стабилизированных наноразмерных частиц серебра в диапазоне pH 7 - 10 отличается лишь временем процесса. Восстановление пектином  $\text{Ag(I)}$  при pH 11-12 протекает значительно быстрее, при этом, следует отметить, изменяется размер образующихся частиц  $\text{Ag(0)}$ , о чем свидетельствует наличие сдвига пика плазмона в коротковолновую область на 10 нм (рис.3).

Полученные в результате окислительно-восстановительных реакций пектина с  $\text{Ag(I)}$  образцы исследовали с помощью рентгенографического фазового анализа (дифрактометр Дрон-3.0,  $\text{Cu K}\alpha$ ), который свидетельствует, что они представляют собой смесь рентгеноаморфной и кристаллической фаз.

На дифракционной картине рентгеноаморфной фазы, соответствующей исходному пектину (рис. 4а), в интервале углов  $2\theta$  от 8 до 60Е наблюдается широкое гало с максимумом интенсивности при  $d \sim 0.46\text{ нм}$ . При введении серебра на дифрактограммах продуктов реакции на фоне широкого отражения пектина появляются достаточно интенсивные, но уширенные линии, характерные для металлического серебра (рис. 4б).

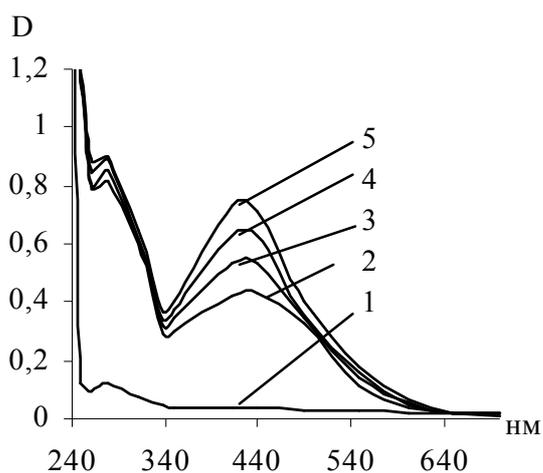


Рисунок 1. Спектры поглощения смеси водных растворов пектина (0,5%) и нитрата серебра (0,1%) в соотношении 1:1 без добавления раствора NaOH (1 – время реакции 1 мин, 2 – 24 ч, 3 – 48 ч, 4 – 72 ч, 5 – 96 ч)

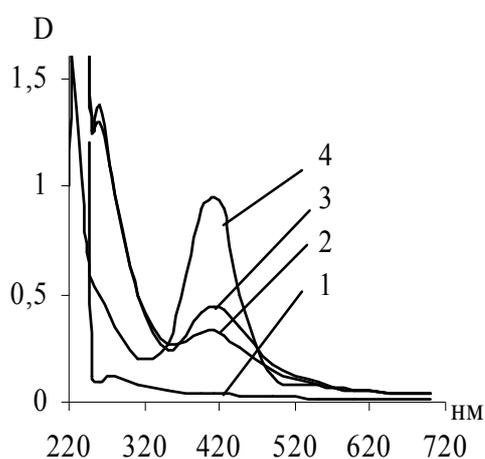


Рисунок 2. Спектры поглощения смеси водных растворов пектина (0,5%) и нитрата серебра (0,1%) в соотношении 1:1 при различных pH реакционной среды (1 – 3,5, 2 – 7, 3 – 9,7, 4 – 11,5)

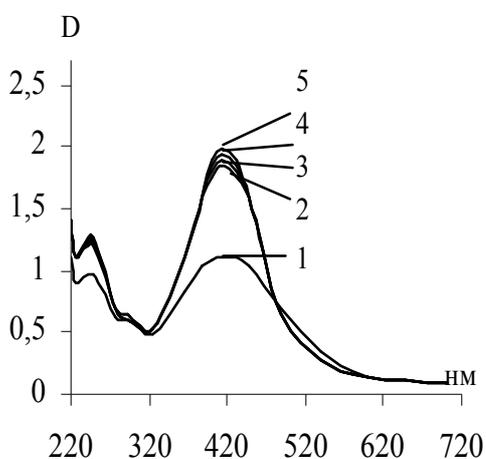


Рисунок 3. Спектры поглощения смеси водных растворов пектина (0,5%), нитрата серебра (0,1%) в соотношении 1:1 и добавления раствора NaOH до pH 11,5 в зависимости от времени реакции (1 – 1 мин, 2 – 30 мин, 3 – 60 мин, 4 – 180 мин, 5 – 24 часа)

Расчет параметра элементарной ячейки серебра показывает, что в данных образцах его величина меньше, чем для массивного серебра и меняется от 0.4036 до 0.4050 нм ( $\nabla$  0.0008 нм).

При этом средние размеры областей когерентного рассеяния (ОКР), рассчитанные по формуле Селякова - Шеррара [3] находятся в области 3 нм. Полученные данные свидетельствуют о наличии в составе образцов наноразмерных частиц Ag(0), стабилизированных аморфной фазой – пектином.

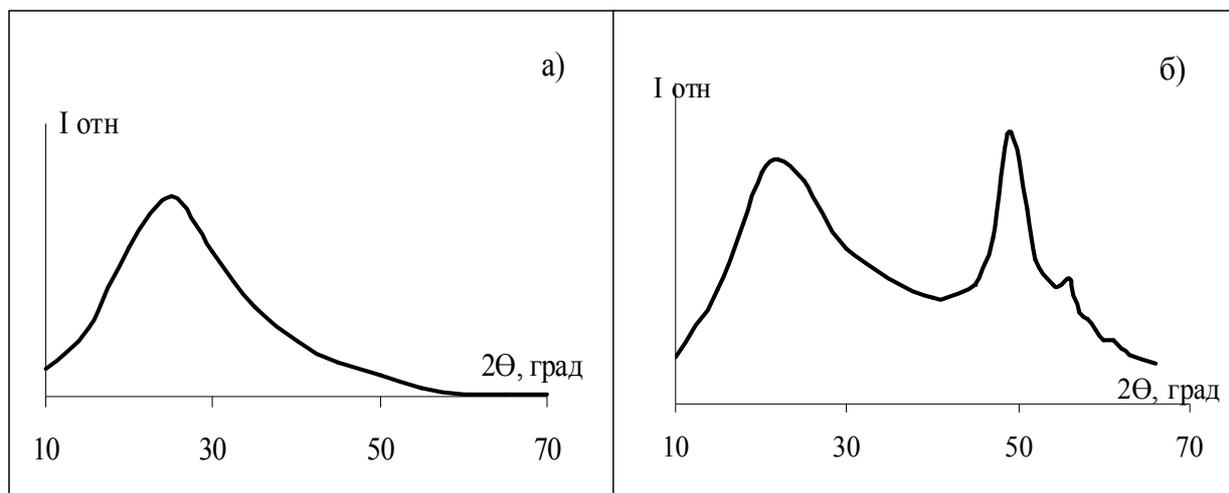


Рисунок 4

- а) Дифрактограмма исходного образца пектина;  
б) Дифрактограмма продуктов окислительно-восстановительной реакции пектина с Ag(I).

Таким образом, в результате исследования реакций взаимодействия пектина с Ag(I) установлено, что пектин является восстановителем ионов металла до нуль-валентного состояния. Полнота реакций обуславливается величиной pH и временем взаимодействия исходных компонентов.

В результирующих продуктах пектин играет роль стабилизирующей матрицы образовавшихся частиц металлического серебра, размер которых находится в области 3 нм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин Ю.А. и др. Синтез и свойства наночастиц серебра // Успехи химии, 2008, Т.77, Вып. 3, стр. 242 - 269
2. Грищенко Л.А., Медведева С.А., Александрова Г.П. и др. Окислительно-восстановительные реакции арабиногалактана с ионами серебра // ЖОХ, 2006, Т.76, вып. 7, с. 1159 - 1165
3. Липсон Г., Стилл Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм. М.: Мир, 1972, 384 с.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОКРИТИЧЕСКИХ CO<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ НАТУРАЛЬНЫХ СПЕЦИЙ И ПРЯНОСТЕЙ

Бобылева<sup>1</sup> М.С, Куликов<sup>1</sup>, Н.С. Вьюков<sup>2</sup> А.А.

1 – Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991 Москва,  
Ленинские горы, д.1, стр.3, kulikov@phys.chem.msu.ru

2 – ООО «Биоцветика», 143532 Московская область, г. Дедовск,  
ул. Набережная речного флота, д.1

Для экстракции термолabileльных веществ из пряно-ароматического сырья в настоящее время используют сжиженный диоксид углерода в докритическом состоянии. В отличие от других видов экстракции низкотемпературный режим докритической экстракции позволяет сохранить в экстракте аромат и вкус специй. В то же время некоторая примесь сжиженного CO<sub>2</sub> в готовых экстрактах оказывает консервирующее действие на лабильные вещества, препятствует прогорканию жиров.

В работе проведено исследование химического состава 12 образцов, представляющих собой докритические (6,5 МПа, 23-28<sup>0</sup>С) CO<sub>2</sub>-экстракты следующих специй и пряностей: базилика, мускатного ореха, плодов гвоздики, укропа, перца душистого, имбиря, кардамона, пастернака, сладкого красного перца, перца чили, пажитника и чабера.

Измерения проводили на хромато-масс-спектрометре Finnigan MAT 112S в режиме электронного удара (70 эВ), температура источника ионов – 180-220<sup>0</sup>С, температура интерфейса – 250<sup>0</sup>С, скорость сканирования – 1 сек/декаду.

Для газохроматографического разделения использовали капиллярную колонку с привитой жидкой фазой DB-1 (60м x 0,25мм) в режиме программирования температуры от 40<sup>0</sup>С (10 мин) до 280<sup>0</sup>С со скоростью 3<sup>0</sup>С/мин, газ-носитель – гелий. Содержание компонентов вычисляли по площадям хроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Для идентификации использовали электронные базы данных масс-спектров NIST 2005 и Wiley 7, а также индексы удерживания.

Результаты определения органических соединений в 11 CO<sub>2</sub>-экстрактах специй и пряностей приведены в таблице 1. Наиболее простой по составу экстракт укропа, состоящий, в основном, из лимонена (33%), карвона (64%), а также цис- и транс-изомеров дигидрокарвона (2,7%) в таблицу не включён.

В докритических CO<sub>2</sub>-экстрактах в качестве доминирующих компонентов (выделены в таблице серым тоном) обнаружены: 1,8-цинеол (пажитник - 29%, сладкий красный перец - 22%, кардамон - 16%), α-терпинилацетат (кардамон - 48%, пажитник - 15%), лимонен (тмин - 40%), линалоол (базилик - 25%), миристицин (пастернак - 60%, мускатный орех - 19%), карвон (тмин - 55%), эвгенол (гвоздика - 54%, перец душистый - 52%), карвакрол (чабер - 49%), линолевая кислота (перец чили - 31%, пастернак - 11%). Высокое содержание природных биологически активных соединений позволяет рассматривать эти экстракты, как перспективный источник для их препаративного выделения.

Таблица 1. Химические соединения в докритических CO<sub>2</sub>-экстрактах специй и пряностей (% содержания в смеси).

№	Наименование компонента	Имбирь	Базилик	Гвоздика	Кардамон	Мускатный орех	Пажитник	Пастернак	Перец душистый	Перец сладкий	Перец чили	Чабер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Уксусная кислота	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-
2	н-Гексаналь	2,8	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
3	$\alpha$ -Туйен	-	-	0,04	0,02	2,3	0,1	-	0,04	0,3	-	0,8
4	$\alpha$ -Пинен	0,2	0,1	0,3	0,3	5,8	2,5	-	0,3	1,6	-	0,6
5	Камфен	0,02	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-
6	2-Гептеналь (Z-)	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
7	Сабинен	0,1	0,1	0,4	1,5	<b>11</b>	6,0	0,1	0,4	1,6	-	-
8	$\beta$ -Пинен	0,1	0,3	-	-	6,3	0,5	-	0,3	2,0	-	0,4
9	2,4-Гептадиеналь (E,E-)	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
10	Мирцен	-	0,3	0,02	0,9	0,5	3,5	0,05	5,6	0,1	-	1,0
11	н-Октаналь	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	$\alpha$ -Фелландрен	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
13	3-Карен	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
14	$\alpha$ -Терпинен	-	-	0,01	-	0,6	-	-	-	-	-	2,1
15	п-Цимол	-	-	0,02	-	0,7	0,2	-	0,04	0,5	0,1	6,7
16	$\beta$ -Фелландрен	-	-	0,03	-	1,2	-	-	-	-	-	-
17	1,8-Цинеол	1,0	5,0	-	<b>16</b>	-	<b>29</b>	3,5	0,5	<b>22</b>	-	0,4
18	Лимонен	0,8	-	0,06	4,0	1,9	9,0	1,0	0,2	2,0	0,2	0,1
19	<i>транс</i> - $\beta$ -Оцимен	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-
20	$\gamma$ -Терпинен	-	0,03	0,03	-	1,5	-	-	0,05	-	-	<b>18</b>
21	<i>транс</i> -Сабиненгидрат	-	-	-	0,5	1,8	-	-	-	-	-	0,05
22	<i>транс</i> -Линалоолоксид (фураноид)	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>цис</i> -Линалоолоксид (фураноид)	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Изотерпинолен	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
25	Терпинолен	-	0,08	-	0,1	-	-	1,5	0,03	-	-	0,08
26	<i>цис</i> -Сабинен гидрат	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-
27	Линалоол	0,08	<b>25</b>	-	4,0	-	1,5	-	0,3	0,8	0,1	0,4
28	Лимонен оксид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29	Камфора	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Борнеол	0,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Терпинен-4-ол	-	0,5	0,06	0,7	4,3	-	-	0,2	0,8	-	-
32	п-Цимен-8-ол	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-
33	<i>цис</i> -Дигидрокарвон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Эстрагол	-	<b>13</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07
35	$\alpha$ -Терпинеол	-	-	-	2,6	0,3	0,5	-	0,03	0,3	-	-
36	<i>транс</i> -Дигидрокарвон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	н-Деканаль	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	$\gamma$ -Терпинеол	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-
39	Карвон	0,1	-	-	-	-	1,0	7,8	-	-	6,5	-
40	Тимохинон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
41	Нераль	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
42	Куминовый альдегид	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2	-
43	Линалилацетат	-	-	-	5,3	-	2,5	-	-	-	-	-
44	Гераниаль	0,04	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
45	Сафрол	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
46	Тимол	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	1,2
47	Борнилацетат	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	2,4-Декадиеналь (E,Z-)	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-
49	<i>цис</i> -Метилциннамат	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	Карвакрол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>49</b>
51	2,4-Декадиеналь (E,E-)	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-
52	Эвгенол	-	9	<b>54</b>	-	-	-	-	<b>52</b>	-	-	-
53	$\alpha$ -Терпинилацетат	-	-	-	<b>48</b>	0,2	<b>15</b>	0,02	-	3,2	0,1	-
54	$\alpha$ -Кубебен	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
55	Геранилацетат	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
56	<i>транс</i> -Метилциннамат	-	7	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
57	Метилевгенол	-	1,0	-	-	4,7	-	-	8	0,4	-	-
58	$\alpha$ -Копаен	0,09				0,7			0,3			
59	$\beta$ -Кариофиллен	-	0,4	<b>10</b>	-	0,2	-	-	6	-	-	0,5
60	$\alpha$ -Бергамотен ( <i>транс</i> -?)	-	6	-	-	0,06	-	-	-	-	-	0,08
61	$\beta$ -Фарнезен (E-?)	-	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
62	$\alpha$ -Кариофиллен	-	0,3	1,0	-	-	-	-	0,7	-	-	-
63	алло-Аромандендрен	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
64	Метилизоевгенол	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-
65	$\alpha$ -Куркумен	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	Гермакрен D	0,25	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	$\beta$ -Ионон-5,6-эпоксид	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
68	$\beta$ -Ионон	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-
69	Зингиберен	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	Еликсен	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	$\alpha$ -Фарнезен ( <i>E,E?</i> )	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	Эвгенилацетат	-	0,02	27	-	-	-	-	4,1	-	-	-
73	$\beta$ -Бисаболен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
74	Миристицин	-	-	-	-	19	-	60	-	-	-	-
75	Бициclosесквифел ландрен ( <i>эпи-?</i> )	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-
76	$\alpha$ -Бульнезен	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	$\beta$ -Бисаболен	1,4	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
78	$\beta$ -Селинен	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
79	$\gamma$ -Кадинен	-	1,9	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
80	$\delta$ -Кадинен	-	-	-	-	0,4	-	-	0,1	-	-	-
81	Каламенен ( <i>транс-?</i> )	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	$\beta$ -Сесквифелландрен	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	Элемицин	-	-	0,02	-	4,3	-	-	-	-	-	-
84	Дигидро- актинидиолид	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
85	Неролидол ( <i>E-?</i> )	0,3	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-
86	2,4-Дигидрокси-3- метилацетофенон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
87	Лауриновая кислота	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
88	Спатуленол	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	Метоксиэвгенол	-	-	-	-	0,4	-	-	0,07	-	-	-
90	Кариофилленоксид	-	-	0,3	-	-	-	-	0,8	0,8	-	-
91	Ледол	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Изокубенол	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-	-	-
93	Метилжасмонат	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
94	Зингиберон	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	$\tau$ -Кадинол	-	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	$\beta$ -Эвдесмол	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	$\alpha$ -Кадинол	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	Метилмиристат	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
99	Миристиновая кислота	-	-	-	-	13	-	-	-	0,04	0,4	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
100	Гексагидрофарнезил ацетон	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101	3,7,11,15-Тетраметил-2-гексадецен-1-ол (Z-?)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-
102	3,7,11,15-Тетраметил-2-гексадецен-1-ол (E-?)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-
103	н-Нонадекан	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-
104	Метилловый эфир 14-метилпентадекановой кислоты	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
105	Метилпальмитат	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	1,7	-
106	14-Метилпентадекановая кислота	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-
107	Пальмитиновая кислота	0,5	0,4	-	-	0,7	1,0	2,2	-	0,4	5,9	1,1
108	Этилпальмитат	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-
109	Фалькаринол	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-
110	<i>транс</i> -4-Шогаол	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111	Гигантол	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	Метилловый эфир 9,15-октадиеновой кислоты	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-
113	н-Генэйкозан	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-
114	Метиллинолеат	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	3	-
115	Метиллиноленат	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1,1	-
116	Метилолеат	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-
117	Фитол (E-?)	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	Линолевая кислота	5,7	0,2	-	-	-	2,0	<b>11</b>	0,4	2,0	<b>31</b>	0,4
119	Метилстеарат	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,2	-
120	Линоленовая кислота	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
121	Этиллинолеат	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
122	1-Амино-4-гидрокси-2-метокси-9,10-антрацендион	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-
123	<i>цис</i> -6-Шогаол	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	6-Парадол	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	<i>транс</i> -6-Шогаол	<b>23</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
126	[6]-Гингердион	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
127	<i>цис</i> -8-Шогаол	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	8-Парадол	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
129	<i>транс</i> -8-Шогаол	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	[8]-Гингердион	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
131	Нонивамид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-
132	<i>цис</i> -10-Шогаол	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133	10-Парадол	следы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	$\epsilon$ -Капсаицин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,3	-
135	6,7-Дигидрокапсаицин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-
136	н-Гептакозан	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2
137	<i>транс</i> -10-Шогаол	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
138	[10]-Гингердион	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
139	н-Гептакозан	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-
140	Сквален	-	1,7	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,3
141	н-Октакозан	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
142	<i>транс</i> -12-Шогаол	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
143	н-Нонакозан	-	0,2	-	-	-	-	-	-	8,4	-	1,2
144	Витамин Е	-	-	-	-	-	1,5	1,2	-	6,0	1,5	-
145	Гентриаконтан	-	-	-	-	-	-	-	-	6,4	-	-

Соединения, придающие жгучий вкус перцу чили, представлены капсаициноидами -  $\epsilon$ -капсаицином (9,3%), 6,7-дигидрокапсаицином (17%) и его низшим гомологом (1,3%), который может быть идентифицирован, как нонивамид или его изомер нордигидрокапсаицин.

В экстракте имбиря идентифицированы 13 производных 6-гингерола, определяющих его жгучий вкус, среди которых доминирует 6-шогаол (*транс*-изомер -23%, *цис*-изомер - 2%). Это соединение образуется при дегидратации термолабильного 6-гингерола, которая могла происходить как в процессе сушки растительного сырья, так и непосредственно в ходе эксперимента. Следует отметить высокое содержание сесквитерпеновых соединений - зингиберена (6,8%) и зингиберона (9,4%), оказывающих существенное влияние на органолептические свойства эфирного масла имбиря [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касьянов Г.И., Квасенков О.И. Пищевая промышленность, 1992, №1, С.11-13.
2. Касьянов Г.И., Пехов А.В., Таран А.А. Натуральные пищевые ароматизаторы – CO<sub>2</sub>-экстракты. М.: Пищевая промышленность, 1978, 175 С.

3. Antonious G.F., Jarret P.L. J. of Environmental Science and Health Part B, 2006, 41, p.717-729.

4. Fernadez X., Pintaric C., Lizzani L. Flavour and Fragrance J., 2006, 21, p.162-165.

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОКРИТИЧЕСКОГО СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТА РОЗЫ КРЫМСКОЙ**

**Бобылева<sup>1</sup> М.С., Куликов<sup>1</sup> Н.С., Вьюков<sup>2</sup> А.А.**

1 – Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д.1, стр.3, *kulikov@phys.chem.msu.ru*

2 – ООО «Биоцевтика», 143532 Московская область, г. Дедовск, ул. Набережная речного флота, д.1

Наиболее распространенными в настоящее время методами извлечения розового масла являются паровая дистилляция (Болгарское и Турецкое розовое масло) и экстракция летучими органическими растворителями, в результате которой получают конкеты и абсолю (производятся во Франции, Болгарии и Марокко). В последние годы для получения эфирного масла розы широкое распространение получила экстракция газами, находящимися в жидком и сверхкритическом состоянии, в частности, диоксидом углерода. Это связано с тем, что традиционные методы экстракции имеют недостатки, связанные с энергоемкостью, длительным процессом высокотемпературной обработки сырья, потерей летучих компонентов эфирного масла при перегонке, присутствие остатков органических растворителей в конкете и абсолю. Экстракция с помощью диоксида углерода позволяет исключить нежелательное воздействие температуры, кислорода воздуха и органических растворителей на биологически активные компоненты эфирного масла, обеспечивая тем самым их максимально полное извлечение.

По своим свойствам, как растворитель, сжиженный диоксид углерода в докритическом состоянии (6,5 МПа, 23-28°C), способен экстрагировать не только терпеновые углеводороды, но и широкий спектр кислородсодержащих соединений, таких как терпеноиды, каротиноиды, стеролы, токоферолы, жирные кислоты и целый ряд других [1,2]. Известен ряд работ, в которых сверхкритический диоксид углерода был использован для извлечения эфирного масла из конкета розы [3,4].

В данной работе исследован экстракт розы Крымской (*Rosa gallica L.*), полученный в режиме низкотемпературной докритической экстракции сжиженным диоксидом углерода (6,5 МПа, 23-28°C) из воздушно-сухого сырья (лепестков).

### **Экспериментальная часть.**

Измерения проводили на хромато-масс-спектрометре Finnigan MAT 112S в режиме электронного удара (70 эВ), температура источника ионов – 180-220°C, температура интерфейса – 250°C, скорость сканирования – 1 сек/декаду.

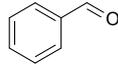
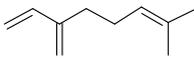
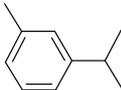
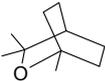
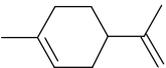
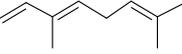
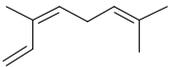
Для газохроматографического разделения использовали капиллярную колонку с привитой жидкой фазой DB-1 (60м x 0,25мм) в режиме программирования температуры от 40°C (10 мин) до 280°C со скоростью 3°C/мин, газ-носитель – гелий. Содержание компонентов вычисляли по площадям хроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Для идентификации использовали электронные базы данных масс-спектров NIST 2005 и Wiley 7, а также индексы удерживания. Масс-спектры соединений, выделенных в таблице серым тоном, в литературе найти не удалось.

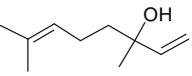
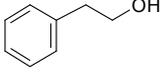
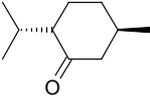
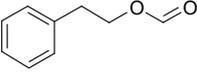
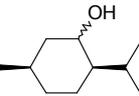
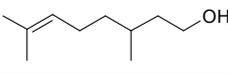
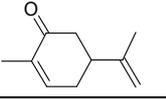
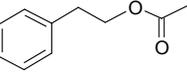
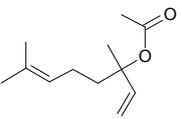
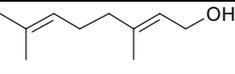
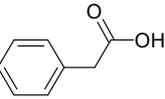
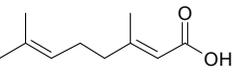
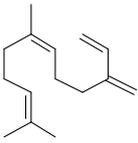
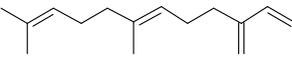
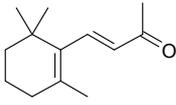
Возможные варианты их идентификации предложены нами с учетом особенностей их фрагментации и характеристик газохроматографического удерживания.

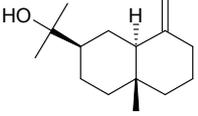
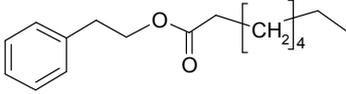
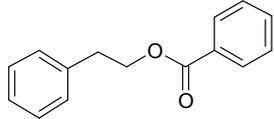
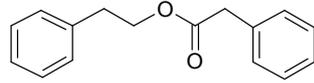
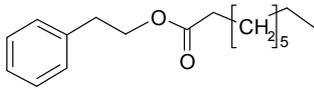
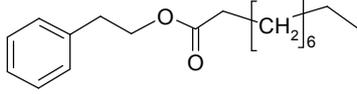
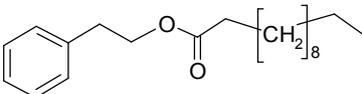
### Результаты и обсуждение.

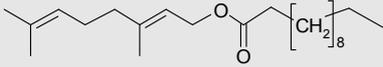
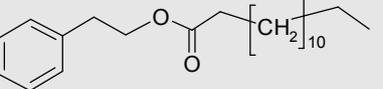
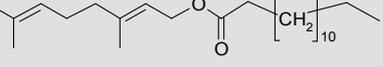
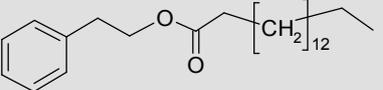
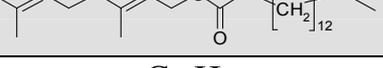
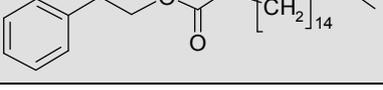
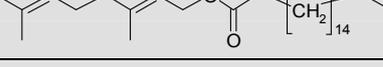
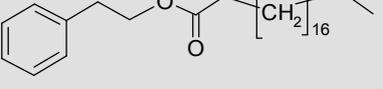
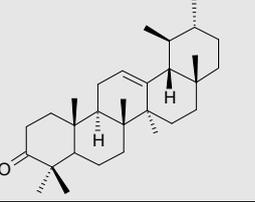
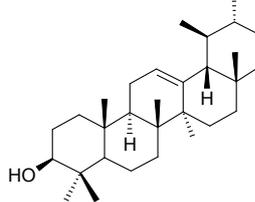
Экспериментальные данные по химическому составу докритического CO<sub>2</sub>-экстракта розы Крымской (*Rosa gallica L.*) приведены в таблице 1.

Таблица 2. Химический состав докритического CO<sub>2</sub>-экстракта розы крымской (*Rosa gallica L.*).

№	Наименование компонента	Время удерживания	Структурная формула	% содержания в смеси
1	2	3	4	5
1	н-Гексаналь	13:20	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	0.1
2	н-Гептаналь	20:22	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	0.08
3	Бензальдегид	24:32		0.03
4	Мирцен	27:21		0.2
5	п-Цимол	29:07		0.03
6	1,8-Цинеол	29:35		0.03
7	Лимонен	29:39		0.2
8	<i>транс</i> -β-Оцимен	30:07		0.06
9	<i>цис</i> -β-Оцимен	30:49		0.1

1	2	3	4	5
10	н-Нонаналь	33:30	$C_9H_{18}O$	0.1
11	Линалоол	33:56		0.8
12	2-Фенилэтанол	34:54		<b>12</b>
13	Ментон	36:29		0.2
14	2-Фенилэтилформиат	37:29		0.1
15	Неоментол	38:10		0.3
16	Каприловая кислота	39:20	$C_8H_{16}O_2$	0.01
17	Цитронеллол	41:03		0.9
18	Карвон	41:08		0.2
19	2-Фенилэтилацетат	41:46		0.09
20	Линалил ацетат	42:08		0.9
21	Гераниол	42:19		0.5
22	Фенилуксусная кислота	43:23		0.03
23	(E,Z)-2,4-Декадиеналь	43:39	$C_{10}H_{16}O$	0.2
24	Пеларгоновая кислота	44:15	$C_9H_{18}O_2$	0.09
25	(E,E)-2,4-Декадиеналь	44:44	$C_{10}H_{16}O$	0.1
26	Гераниевая кислота	47:58		0.1
27	Каприновая кислота	48:30	$C_{10}H_{20}O_2$	0.06
28	(Z)-β-Фарнезен	50:32		0.05
29	(E)-β-Фарнезен	51:42		0.09
30	β-Ионон	52:43		следы
31	Лауриновая кислота	56:47	$C_{12}H_{24}O_2$	0.25

1	2	3	4	5
32	$\beta$ -Эвдесмол	1:00:03		0.03
33	8-Гептадецен ( <i>E</i> -?)	1:00:48	$C_{17}H_{34}$	0.2
34	н-Гептадекан	1:01:44	$C_{17}H_{36}$	0.5
35	Миристиновая кислота	1:04:25	$C_{14}H_{28}O_2$	0.6
36	н-Октадекан	1:05:23	$C_{18}H_{38}$	0.06
37	2-Фенилэтилкаприлат	1:06:38		0.2
38	2-Фенилэтилбензоат	1:06:58		0.5
39	1-Нонадецен	1:08:02	$C_{19}H_{38}$	0.9
40	2-Фенилэтилфенилацетат	1:08:57		1.2
41	н-Нонадекан	1:09:03	$C_{19}H_{40}$	7.6
42	Метилпальмитат	1:09:29	$C_{17}H_{34}O_2$	0.1
43	2-Фенилэтилпеларгонат	1:10:12		0.08
44	Пальмитиновая кислота	1:11:43	$C_{16}H_{32}O_2$	1.4
45	н-Эйкозан	1:12:15	$C_{20}H_{42}$	0.9
46	н-Октадеканаль	1:12:32	$C_{18}H_{36}O$	0.1
47	2-Фенилэтилкапринат	1:13:36		0.04
48	Неидентифицирован	1:14:00		0.2
49	10-Генэйкозен	1:15:05	$C_{21}H_{42}$	0.4
50	н-Генэйкозан	1:15:38	$C_{21}H_{44}$	9.5
51	Фитол	1:15:58	$C_{20}H_{40}O$	0.4
52	Этиллинолеат	1:17:00	$C_{20}H_{36}O_2$	1.0
53	Линолевая кислота	1:17:09	$C_{18}H_{32}O_2$	0.3
54	Стеариновая кислота	1:17:48	$C_{18}H_{36}O_2$	0.1
55	н-Докозан	1:18:28	$C_{22}H_{46}$	0.6
56	Эйкозаналь	1:18:54	$C_{20}H_{40}O$	0.2
57	2-Фенилэтиллауринат	1:20:00		0.3
58	Трикозен (9-?, Z-?)	1:21:12	$C_{23}H_{46}$	0.2
59	н-Трикозан	1:21:38	$C_{23}H_{48}$	11

1	2	3	4	5
60	Гераниллауринат	1:22:25		0.08
61	н-Тетракозан	1:24:14	$C_{24}H_{50}$	0.7
62	Докозаналь	1:24:44	$C_{22}H_{44}O$	0.3
63	2-Фенилэтилмиристетат	1:25:51		0.3
64	н-Пентакозан	1:27:09	$C_{25}H_{52}$	8.0
65	Геранилмиристетат	1:27:55		0.1
66	н-Гексакозан	1:29:36	$C_{26}H_{54}$	0.5
67	Тетракозаналь	1:30:13	$C_{24}H_{48}O$	0.1
68	2-Фенилэтилпальмитат	1:31:30		1.3
69	н-Гептакозан	1:32:40	$C_{27}H_{56}$	9.0
70	Геранилпальмитат	1:33:24		0.2
71	н-Октакозан	1:35:12	$C_{28}H_{58}$	0.3
72	Сквален	1:35:57	$C_{30}H_{50}$	0.3
73	Неидентифицирован	1:36:40		0.7
74	Неидентифицирован	1:36:56		0.3
75	2-Фенилэтилстеарат	1:37:40		0.8
76	н-Нонакозан	1:38:44	$C_{29}H_{60}$	2.0
77	Геранилстеарат	1:39:51		0.3
78	2-Фенилэтилэйкозаноат	1:45:50		0.2
79	Гентриаконтан	1:47:19	$C_{31}H_{64}$	0.9
80	$\alpha$ -Амиренон	2:03:49		1.8
81	$\alpha$ -Амирин	2:06:25		1.5

Всего обнаружено около 80 компонентов, среди которых терпены (0,6%), алифатические альдегиды (1,7%), 2-фенилэтанол (12%), сложные эфиры 2-фенилэтанола (5,0%), спирты терпенового ряда (3,9%), тритерпеноиды (3,3%), жирные кислоты (3%), стеароптены (50%).

Известно, что аромат розового масла, наряду с 2-фенилэтанолом, который является основным компонентом, определяют цитронеллол, линалоол, гераниол и нерол, относящиеся к группе терпеновых спиртов. Значительный вклад вносят также минорные составляющие, которые имеют очень малые пороги обоняния и поэтому существенно влияют на запах смеси. К ним в первую очередь относят розеноксид,  $\beta$ -дамасценон,  $\beta$ -ионон и  $\beta$ -дамаскон [4].

Основным компонентом докритического CO<sub>2</sub>-экстракта розы крымской, как и ожидалось, является 2-фенилэтанол (12%). Его содержание, однако, оказалось ниже, чем в экстрактах, полученных традиционными методами. Терпеновые спирты представлены характерными для розового масла соединениями - цитронеллолом (0,9%), линалоолом (0,8%) и гераниолом (0,5%), в то время как даже следовые количества нерола нам обнаружить не удалось. Из минорных компонентов, определяющих аромат розы, в экстракте присутствуют только  $\beta$ -ионон. Жирные кислоты, обнаруженные в экстракте, имеют в цепи от 8 до 20 атомов углерода, причем доминируют четные члены ряда. По содержанию выделяются пальмитиновая (1,4%), миристиновая (0,5%) и линолевая (0,3%) кислоты. Высокое содержание стеароптенов в докритическом CO<sub>2</sub>-экстракте примерно соответствует их содержанию в масле, полученном из лепестков крымской розы перегонкой с водяным паром (до 50%), и характеризует, по-видимому, не столько сам метод экстракции, сколько специфические особенности исходного растительного сырья. Кроме того в исследованном образце обнаружены тритерпеноиды,  $\alpha$ -амирин (1,5 %) и  $\alpha$ -амиренон (1,8%), ранее в литературе не встречавшиеся.

Относительно невысокое содержание 2-фенилэтанола (12%), малое содержание терпеновых спиртов и отсутствие нерола в исследованном экстракте может быть связано с вынужденным хранением лепестков розы перед CO<sub>2</sub>-экстракцией, которое могло повлиять на химический состав розового масла. Косвенным подтверждением этого является присутствие продуктов окисления и трансформации 2-фенилэтанола: фенилуксусного альдегида и фенилуксусной кислоты, сложных эфиров насыщенных жирных кислот, а также 2-фенилэтилбензоата и 2-фенилэтилфенилацетата. В экстракте предполагается также присутствие продуктов трансформации гераниола – гераниллаурината, геранилмиристата, геранилпальмитата и геранилстеарата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидельников В.Н., Патрушев Ю.В., Сизова Н.В., Петренко Т.В. Химия растительного сырья. 2003. №1. С.79-85
2. Артемов А.В., Ружицкий А.О. Ж. Рос. Хим. Об-ва, 2004, т. XLVIII, N3, С.125-135.
3. Александров А.Н., Улесов А.В., Ткаченко В.И., Москвин А.В. Химия

растительного сырья, 2008, №2, С.103-108.

4. Reverchon E., Porta G., Gorgoglione D. Flavour and Fragrance J., 1997, V. 12, P.37-41.

## **ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛОДОВОГО СПИРТА ИЗ УССУРИЙСКОЙ ГРУШИ**

Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н.

Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, gusakova58@mail.ru

Огромное количество импортной алкогольной продукции, сомнительного качества, на российском рынке свидетельствует о важности решения проблемы обеспечения потребностей внутреннего рынка за счет собственных ресурсов. Устойчивым спросом могут пользоваться оригинальные, качественные, обладающие индивидуальными характеристиками плодовые спирты. Иркутская область богата дикорастущим сырьем, которое могло бы лечь в основу приготовления таких напитков. Предметом нашего исследования стали плоды груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) Этот вид имеет широкое распространение в Иркутской области и дает стабильные урожаи в условиях сурового сибирского климата. Жители региона активно используют плоды груши для приготовления домашних заготовок и в качестве лекарственного сырья. Целебные свойства известны и официальной медицине. По нашему мнению плоды этого вида представляют собой перспективное и дешёвое сырьё для пищевой промышленности.

Целью настоящей работы было изучение возможности получения плодового спирта на основе виноматериалов, приготовленных из плодов уссурийской груши.

Учитывая тот факт, что сортовые особенности плодов играют ведущую роль при выборе направления их использования в производстве алкогольной продукции, в задачи исследования входило:

- изучение состава плодов уссурийской груши;
- приготовление и исследование виноматериалов;
- получение и исследование состава плодового спирта.

Определение органолептических и физико-химических показателей плодов, виноматериалов и спиртов проводили по методикам, приведенным в [1]. Количественное определение содержания уксусной кислоты, этанола и метанола в виноматериалах провели методом ГЖХ по методике [2]. Количественное определение летучих компонентов спирта определяли с помощью ГЖХ на приборе Кристалл 2000М, капиллярная колонка HP–FFAP 50 m × 0,2 mm × 0,33 μm.

Объектом исследования служили плоды уссурийской груши урожая 2009 г. Плоды созрели в первой половине сентября. Продолжительность лежки для дозревания была 5 дней. Плоды различались по величине от мелких (15–30 г) до относительно крупных (40–90 г и более). По форме были округлые и продолговато-округлые. Груша имела сортовой аромат средней интенсивности.

При измельчении плодов в аромате появлялись легкие медовые и цветочные оттенки. Мякоть, на долю которой приходится 97% массы, терпкая, кисло-сладкая. Кожица в объеме плода занимает около 2,5%, семена – 0,5%. Содержание сахара составило 12 г/100см<sup>3</sup>, кислот – 22 г/дм<sup>3</sup>, общего азота – 8,1 %. Плоды являются ценным источником пектиновых веществ – 5,8 %, имеющих широкий спектр лечебных свойств. Состав и соотношение компонентов свидетельствуют о высокой пищевой ценности и целесообразности использования плодов для приготовления оригинальных, крепких алкогольных напитков.

Собранные плоды мыли, дробили, отжимали с помощью лабораторного пак пресси. Выход сока составил 56–60 %. По органолептической характеристике: цвет – светло-соломенный, вкус и аромат характерный плодовой, высоко кислотный, вязущий. Плотность сока – 1,050 г/дм<sup>3</sup>, содержание сахаров – 10 г/100 см<sup>3</sup>, титруемая кислотность – 20 г/дм<sup>3</sup>. Полученные результаты согласуются с общепринятой практикой использования в производстве спиртов высококислотного сырья, богатого ароматическими веществами.

Виноматериалы для перегонки готовили по следующим схемам:

Схема 1 – Сок смешивали с водой в соотношении 1:1;

Схема 2 – Сок разводили водой из расчета получения титруемой кислотности 8 г/дм<sup>3</sup>, добавляли свекловичный сахар до получения собственного наброда спирта 16% об;

Схема 3 – Выжимки, оставшиеся после выделения сока, заливали водой в соотношении 1:1, настаивали 24 часа при температуре 20 °С, добавляли свекловичный сахар из расчета получения собственного наброда 7 % об.

Брожение проводили на чистой культуре сухих винных дрожжей французского производства стационарным способом в стеклянных баллонах. Сухие дрожжи предварительно разбраживали и вносили 2–3% по объему, добавляли хлористый аммоний (0,3 г/дм<sup>3</sup>). Емкость закрывали матерчатой пробкой, ставили в темное место. Температура помещения 15–18 °С.

В ходе брожения контролировали температуру, плотность и выделение СО<sub>2</sub> ежедневно. Результаты газохроматографического анализа содержания уксусной кислоты, этанола и метанола приведены в таблице 1

Таблица 1. Содержание компонентов в виноматериалах

Наименование	Схемы			Виноматериал 2007 г*
	1	2	3	
Этанол, % об.	8,3	16	7,3	12,4
Уксусная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0,4	следы	0,5	1,2
Метанол, % об.	0,05	0,01	0,03	0,05

\* выдержанный виноматериал, приготовленный из сока дикорастущей груши в 2007 году по схеме 3

Из полученных данных видно, что содержание компонентов в приготовленных виноматериалах находятся в пределах норм установленных на основании практического опыта и научных исследований к коньячным виноматериалам [3].

Для получения спиртов все виноматериалы разделили на две части.

Первоначально получили дистиллят (40% от объёма взятого на перегонку) из одной части при атмосферном давлении, а из другой – в вакууме водоструйного насоса.

Последующую перегонку спиртов до крепости 70-90% об проводили на лабораторной ректификационной установке.

Дистиллят представляет собой прозрачную жидкость, имеющую характерный вкус и запах без посторонних тонов. Крепость дистиллята и соответственно выход получились выше при вакуумной перегонке (табл. 2). При данных условиях отбора наблюдается закономерность, чем выше крепость исходного виноматериала, тем меньше потери при дистилляции.

Таблица 2. Показатели дистиллята

Показатели	Схема			
	1	2	3	4
	Атмосферная перегонка			
Этанол, % об.	11,8	29,2	10,8	21,3
Выход, в % на а.а.	57	73	59	68
	Вакуумная перегонка			
Этанол, % об.	12,4	30,1	13,5	22,5
Выход, в % на а.а.	60	75	74	72

Отбор ректифицированного спирта проводили без отведения эфиральдегидной фракции. Выход спирта по схемам 1,2,3,4 составил соответственно 90, 93, 89 и 91 в % на а.а. По качеству и химическому составу спирты отличаются друг от друга (табл. 3).

Таблица 3. Компонентный состав ректифицированных плодовых спиртов

Компонент	Номер образца*								Норматив [4]
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Альдегиды, мг/л а.а.	11,8	174,7	3,4	94,5	49,3	28,5	233,5	179,5	Не более 400
Метанол % об	0,24	0,28	0,20	0,23	0,15	0,17	0,145	0,28	0,15
Сивушные масла, мг/л а.а.	3297	3982	2829	3190	3454	3563	1858	4325	1500-5000
Эфиры, мг/л а.а.	114,6	395	132	336	263	441,3	314	588	500-3000

\*образцы 1 и 2 приготовлены из виноматериалов, полученных по схеме 1; образцы 3 и 4 приготовлены из виноматериалов, полученных по схеме 2; образцы 5 и 6 приготовлены из виноматериалов, полученных по схеме 3; образцы 7 и 8- из виноматериала 2007г.

\*\*в образцах 1,3,5 и 7 дистиллят отгоняли в вакууме; в образцах 2,4,6 и 8 - при атмосферном давлении.

Наибольшее содержание сивушных масел приходится на образцы 8, 2, 6 и в целом характерно для спиртов атмосферной перегонки. Возможной причиной может быть отсутствие фракционирования основного погона от головных фракций. Спирт, полученный из выдержанного виноматериала, значительно богаче по содержанию основных компонентов. Очевидно, что это связано с биохимическими и физико-химическими процессами, протекающими в вине при созревании. В результате изменяется химический состав виноматериалов

и, как следствие, изменяются их физические показатели и органолептические свойства. Высокое содержание в спирте альдегидов, высших спиртов и эфиров, характерное для 4, 3 и 1 схем, свидетельствует о потенциале повышения качества при хранении. Образцы 3, 4 и 5 имеют более высокую степень очистки, что позволяет рекомендовать их к использованию без дополнительной выдержки.

Полученные результаты (табл. 3) показывают, что содержание эфиров и высших спиртов в плодовых спиртах, значительно меньше при использовании вакуумной перегонки. Как известно понижение давления приводит к понижению рабочей температуры процесса. При этом не протекают многие химические реакции, которые обычно наблюдаются: задерживаются эфиробразование и окислительные процессы. Для альдегидов такой закономерности не выявлено. Содержание метанола в большинстве образцов плодовых спиртов превышает нормативные допуски, возможно, вследствие того, что при ректификации не проводили отбор головной фракции.

В результате выполненного исследования показано, что виноматериалы, приготовленные из уссурийской груши, могут быть использованы для получения плодовых спиртов с целью приготовления на их основе крепких напитков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гержинова В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиновой В.Г.- Симферополь: Таврида, 2002. -260 с.

2. Симон А.С., Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н. «Количественная оценка содержания уксусной кислоты, этанола и метанола в виноматериалах», материалы докладов научно-практической конференции «Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств», Иркутск 2009,с134-138.

3. Егоров И.А., Родопуло А.К. Химия и биохимия коньячного производства.-М., агропромиздат. -1988 -190с.

4. Мехузла Н.А., Панасюк А.Л. Плодово-ягодные вина. – М.:Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЫЛЬЦЫ И ПРОПОЛИСА НА МОДЕЛИ С ЛИНОЛЕВОЙ КИСЛОТОЙ**

Лиманова В.С., Макарова Н.В.

Самарский государственный технический университет,  
443110, Самара, Молодогвардейская 244, fpp@samgtu.ru

Перекисное окисление липидов является широко распространенным процессом в живом организме и пищевых продуктах. В последние десятилетия значительно возросло число исследований, посвященных анализу перекисного окисления липидов (ПОЛ) в биологических мембранах и жидких средах.

Преимущественным субстратом перекисного окисления липидов биомембран являются жирные кислоты, среди которых олеиновая, линолевая и линоленовая относятся к самым распространенным. Антиоксиданты - питательные вещества, которые являются своеобразным барьером, помогают организму отразить подобные атаки и предотвратить многие заболевания. Сейчас это очень важно, ведь мы живем в далеко не благоприятных условиях, отрицательно действующих не только на нас самих, но и на то, что мы потребляем в процессе своего существования. Поэтому и возникает потребность в изучении данной темы, такой нужной и актуальной в наше время. Данные полученные в результате исследований можно также использовать для устранения проблем порчи пищи. Много естественных компонентов (необходимых консервантов) содержится в пыльце и прополисе и они могут использоваться как антиокислительные и антибактериальные компоненты.

Цветочная пыльца имеет исключительно богатый и сложный состав. Она содержит все необходимые для роста и развития организма питательные вещества – белки, липиды, углеводы, витамины, минеральные вещества, энзимы, гормоны и т.д. При сборе пыльцы с цветков пчелы добавляют к ней секреты своих слюнных желез, нектар и мед, содержащие много углеводов. Прополис представляет собой смолистое вещество желто-зеленого, коричневого или темно-красного цвета. При температуре ниже 15°C он становится хрупким и твердым, а при нагревании выше 30°C делается мягким и клейким. Прополис обладает характерным смолистым запахом, на вкус он горький. По своей структуре представляет плотную неоднородную массу. Линолевая кислота не синтезируется тканями животных, но она необходима для роста, размножения и здорового развития, поэтому должна поступать с пищей в достаточном количестве.

Для изучения антиоксидантной активности на модели с линолевой кислотой, были выбраны достаточно редкие объекты исследования – прополис и цветочная пыльца. Имеется всего несколько публикаций по исследованию антиоксидантного действия цветочной пыльцы и прополиса.

Исследование проводилось по методу FTC (ferric thiocyanate) [1]: к приготовленному экстракту добавляют линолевую кислоту, фосфатный буфер (рН = 7.0), TWEEN-20. Образцы ставят в термостат на 120 часов при температуре 40°C. В качестве стандарта использовался токоферол (витамин E).

Степень перокисления линолевой кислоты определялось по реакции веществ, реагирующих с радикалом аммония и хлоридом железа (II) при 500 нм.

Исследования выбранных нами прополиса и цветочной пыльцы показали результаты, представленные на рис. 1.

Торможение перекисного окисления на модели с линолевой кислотой относится к биохимическим методам исследования антиоксидантной активности [2]. По полученным результатам мы видим, что пыльца и прополис способны «тормозить» процессы окисления с линолевой кислотой в разной мере. Причем, лучшим антиоксидантом является цветочная пыльца.

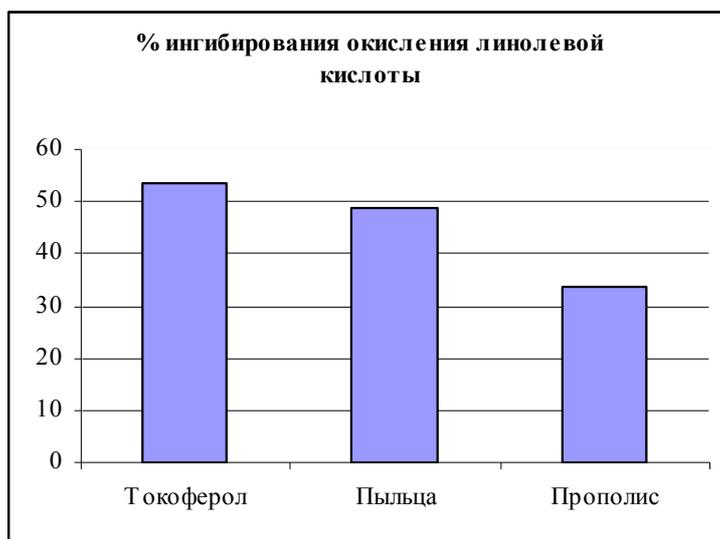


Рис.1 Ингибирование перокисления линолевой кислоты

В результате проведенного анализа можно сказать, что пыльца и прополис являются натуральными источниками антиоксидантов и могут применяться в пищевой промышленности для «торможения» процессов окисления не только в организме человека, но и в продуктах питания, содержащих жирные кислоты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liviu A.M., Dezmirean D., Adela M., Otilia B., Laslo Laura, Bogdanov Stefan Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania // Food Chem. - 2009. – 112, №4. – С. 863 – 867.

2. Buratti S., Benedetti S., Cosio M. S. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis // Talanta. - 2007. – 71, №3. – С. 1387 – 1392.

### ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОКСАНТОГУМОЛА И ЕГО ИДЕНТИФИКАЦИЯ\*

Луцкий В.И., Молокова К.В.

Иркутский государственный технический университет

664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

Пренилфлавоноиды хмеля – группа биологически высокоактивных веществ хмеля. Она обнаружена на рубеже 21-го века и с тех пор интенсивно изучается фармакологами и медиками.

Ксантогумол – доминирующий пренилированный халкон хмеля. Но в готовый продукт – пиво – ксантогумол практически не попадает т.к. в процессе приготовления пива, приблизительно 70 % ксантогумола изомеризуется в изоксантогумол [1, 2].

---

\*Данная работа проводится совместно с научными сотрудниками ИГУ доцентами Финкельштейном Б.Л. и Баженовым Б.Н

Ксантогумол и изоксантогумол обладают высокой биологической активностью: противовирусной, антимикробной, антиканцерогенной, антиоксидантной.

Следует отметить, что литературных данных на биологическую активность индивидуального изоксантогумола очень мало. Обычно приводятся результаты испытаний ксантогумола совместно с другими пренилфлавоноидами [1,3]. Но ксантогумола в этой смеси намного больше остальных компонентов и об активности изоксантогумола сказать что-либо определенное трудно. Для изучения его свойств и спектральных характеристик (УФ-, ИК-, ЯМР и масс-спектров) требовалось иметь его индивидуальный образец.

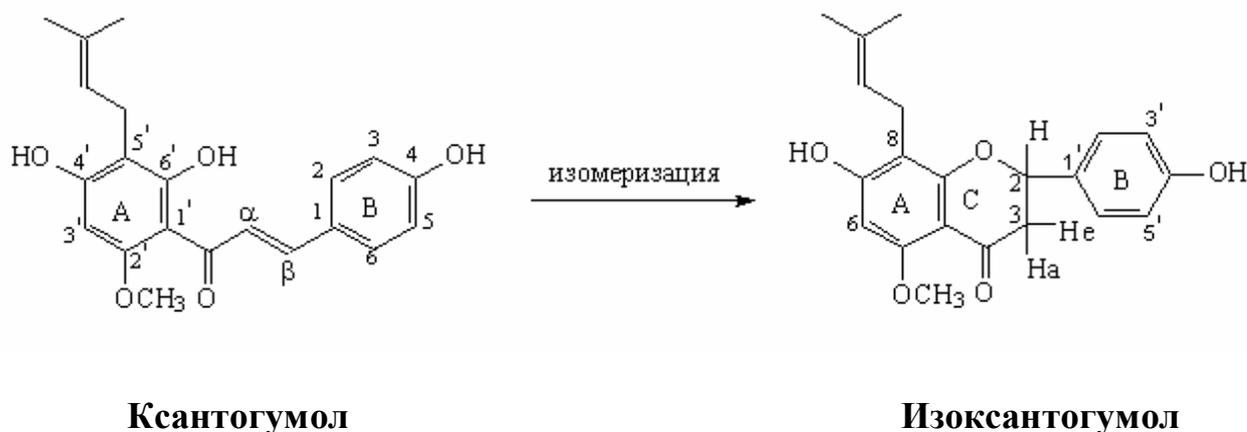
Изоксантогумола в хмеле практически не содержится, поэтому целью данной работы явилось получение изоксантогумола изомеризацией ксантогумола (схема) и идентификация целевого продукта.

Исходный образец для изомеризации - ксантогумол был получен из гранулированного хмеля сорта «Магнум» экстракцией органическими растворителями по методике, описанной ранее [4].

Мы располагали двумя методиками получения изоксантогумола. По методике Стевенсона [5] 90 мг ксантогумола было охлаждено до 0°C и растворено в 1 % NaOH, охлажденного до той же температуры. Через 10 минут реакция была остановлена концентрированной муравьиной кислотой в количестве 50 мкл на 1 мл раствора NaOH.

Вторая методика была разработана нами в ходе изучения кинетики процесса изомеризации ксантогумола в изоксантогумол при кипячении в зависимости от величины pH и времени процесса [4]. Оказалось, что максимальный выход изоксантогумола наблюдался в слабощелочной среде (pH = 8,0) уже через 40 мин.

### Схема изомеризации ксантогумола в изоксантогумол



Сравнение этих двух способов изомеризации по процентам выхода целевого продукта оказалось в пользу нашей методики, по которой и была получена фракция, обогащенная изоксантогумолом. Очистку полученного

вещества проводили методом препаративной ВЭЖХ в системе растворителей – ацетон : вода : ортофосфорная кислота = 50 : 50 : 0,1 % об. В качестве детектора использовался рефрактометр, показания которого фиксировались самописцем. Анализ полученных фракций после препаративной ВЭЖХ методом ЯМР показал, что в анализируемом веществе, помимо целевого соединения, присутствуют примеси.

Для доочистки фракций, содержащие в себе изоксантогумол, полученных препаративной ВЭЖХ, был применен метод препаративной ТСХ на пластинках «Сорбфил» (размер 145 × 95 мм). Разделение проводили в системе растворителей хлороформ : метанол = 10 : 0,2 % об.

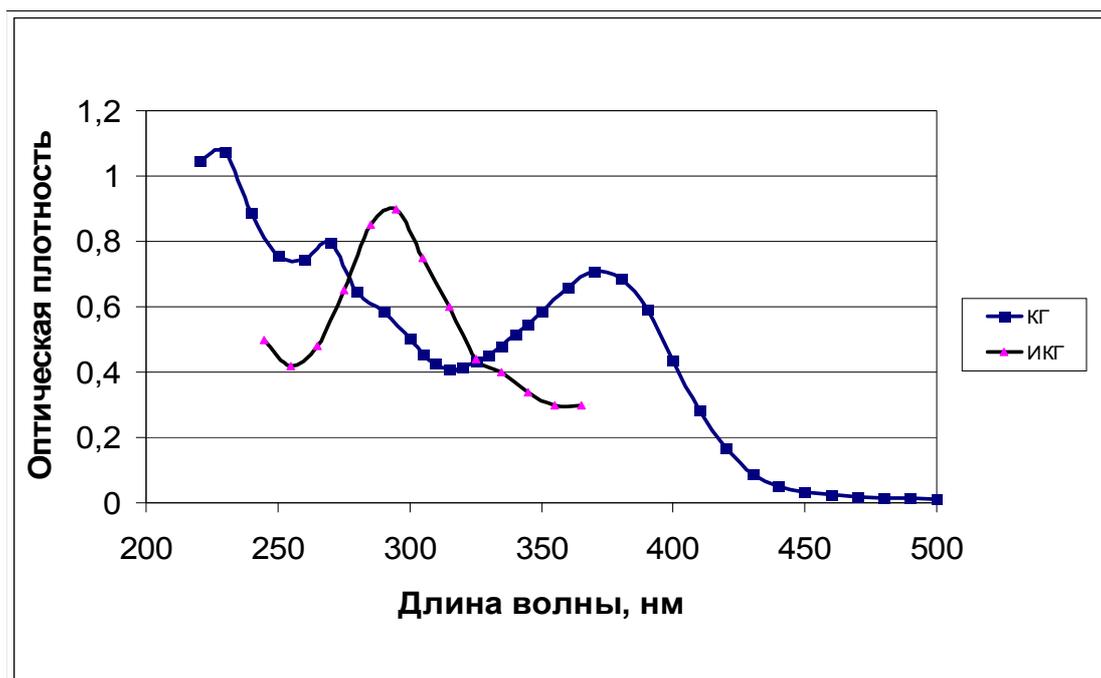


Рисунок 1. УФ-спектры изоксантогумола (ИКГ) и ксантогумола (КГ) (растворитель этанол, длина оптического пути -1 см, прибор СФ-26)

На хроматограммах под УФ-лучами отчетливо была видна полоса сорбента, предположительно содержащая изоксантогумол. После десорбции вещества с сорбента ацетоном и удаления растворителя, для полученного образца (3 мг) были записаны УФ- и <sup>1</sup>Н ЯМР-спектры.

УФ-спектр полученного вещества соответствовал литературным данным на флаваноны [1], к которым относится изоксантогумол ( $\lambda_{\max} = 290$  нм), в то время как максимум поглощения халкона - ксантогумола составляет 370 нм (рис. 1).

Данные <sup>1</sup>Н ЯМР спектра выделенного вещества сведены в таблицу.

Замещение кольца В (схема) однозначно установлено с помощью спектра ПМР: при 7,34 м.д. и 6,87 м.д. имеются 2 дублета, интенсивностью каждый по 2 протона, с константами спин-спинового взаимодействия (КССВ) 8,7 Гц. Эта область химических сдвигов и величины констант спин-спинового взаимодействия характерны для пара-замещенного бензольного кольца.

Кольцо А является пентазамещенным и в нем остался только один незамещенный и изолированный протон (Н-6) которому не с чем взаимодействовать, поэтому он не расщепляется и представлен синглетом при 6,09 м.д. В этом же кольце в положении при С-5 имеется метоксигруппа (ОСН<sub>3</sub>), о чем свидетельствует синглет интенсивностью в 3 протона при 3,88 м.д. и в положении при С-8 – изопренильный радикал (-С<sub>5</sub>Н<sub>9</sub>) - сигналы протонов при атомах углерода 1'', 2'', 4'' и 5''.

Таблица. Величины химических сдвигов<sup>1</sup> (ХС) изоксантогумола в спектре <sup>1</sup>Н ЯМР (Растворитель СDCl<sub>3</sub>; δ-шкала; м.д.; ТМС-0; прибор «Bruker-250»).

Атом, номер	Величина ХС выделенного вещества; характер сигнала <sup>2</sup>	Величина ХС изоксантогумола (литературные данные [6]); характер сигнала
2-Н	5,35; дд	5,32; дд
3а-Н	2,95; дд	2,93; дд
3е-Н	2,55; дд	2,56; дд
6-Н	6,09; с	6,14; с
2 <sup>1</sup> , 6 <sup>1</sup> -Н	7,34; д	7,29; д
3,5-Н	6,87; д	6,78; д
1 <sup>11</sup> -Н	3,38; д	3,12; д
2 <sup>11</sup> -Н	5,25; м	5,10; т
4 <sup>11</sup> , 5 <sup>11</sup> – СН <sub>3</sub>	1,72; с	1,59; с
	1,70; с	1,54; с
5-ОСН <sub>3</sub>	3,88; с	3,70; с

<sup>1</sup> – Спектр <sup>1</sup>Н ЯМР записан доцентом ИрГТУ И.А.Ушаковым.

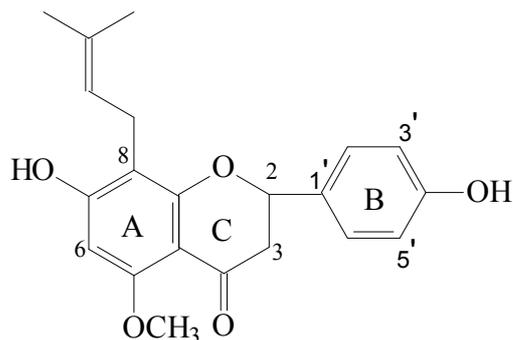
<sup>2</sup> - с-синглет, д-дублет, дд- дублет дублетов, т-триплет, м-мультиплет

Существенная разница в строении ксантогумола и изоксантогумола наблюдается в замене α-β-ненасыщенного кетона в ксантогумоле на 2,3-дигидро-γ-пириновое кольцо С в изоксантогумоле. В связи изомеризацией ксантогумола в спектре ПМР изоксантогумола отсутствуют сигналы в самом слабом поле (при 7,5-7,7 м.д.) принадлежащие α-β-ненасыщенному кетону, но появляются сигналы протона Н-2 (5,35 м.д.) и двух протонов (аксиального и экваториального) при Н-3 в сильном поле (2,95 и 2,55 м.д.), которые отсутствовали в спектре халкона. Эту картину мы и наблюдаем в спектре выделенного соединения (таблица).

Величины химических сдвигов полученного соединения в спектре <sup>1</sup>Н ЯМР соответствовали соответствующим значениям химических сдвигов для изоксантогумола, взятых нами из литературных данных [6].

Таким образом, полученные спектральные данные позволили достоверно идентифицировать выделенное после изомеризации вещество – изоксантогумол (рисунок 2).

Рисунок 2 – Структурная формула изоксантогумола



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stevens J.F., Taylor A.W., Nickerson G.B., Ivancic M., Henning J., Haunold A., Deinzer M.L.: *Phytochemistry* 2000, 53, P. 759.
2. Biendl, M.: *Brew. Beverage Ind. Int.*, 1999, с. 4, P. 151.
3. Kammhuber, K., Zeidler, C., Seigner, E.: *Brauwelt*, 1998, № 36, P. 1633.
4. Луцкий В.И., Молокова К.В.: в сб. «Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств». Иркутск, 2010, с. 109.
5. Stevens J.F., Taylor A.W., Dinzer M.L.: *Journal of chromatography A*. 1999, № 832., P. 97.
6. Hänsel, R.J., Schulz C., Nickerson G. B.: *Arch. Pharm. (Weinheim)* 1988., № 321., P. 37.

### НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ФЕРМЕНТОЛИЗА СОЛОМЫ

Привалова Е. А., Фомина Е. С., Евстафьев С. Н.  
Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

Технологии получения биотоплив из древесного сырья включают стадию кислотного или ферментативного гидролиза лигноуглеводного комплекса для получения растворимых сахаров [1, 2]. На сегодняшний день ферментативный гидролиз не нашел широкого промышленного применения по ряду технологических и экономических причин. Прежде всего, он характеризуется чрезвычайно низкой скоростью, что обусловлено особенностью строения лигноуглеводного комплекса, а именно, поликомпонентностью его химического состава, высокоупорядоченной структурой основного количества целлюлозы и наличием межмолекулярных водородных связей, определяющих доступность макромолекул целлюлозы действию ферментных систем.

Для повышения эффективности ферментативного гидролиза предложены различные физические и химические методы предподготовки сырья [3, 4].

Химические методы, направленные на удаление лигнина, гемицеллюлоз и пектиновых веществ, а также на повышение доли аморфной целлюлозы [3],

требуют использования высоких температур (160-170°C), что неизбежно приводит к потере значительной части целлюлозы в виде водорастворимых веществ и к образованию побочных продуктов, инактивирующих действие ферментов.

Представленная работа направлена на изучение влияния низкотемпературного (до 100°C) химического воздействия на компонентный состав соломы и ее последующую реакционную способность к ферментативному гидролизу.

#### ***Экспериментальная часть***

Работа выполнена с образцами соломы крупностью 1-5 мм, предварительно промытой и высушенной до воздушно-сухого состояния, которую последовательно обрабатывали химическими реагентами с получением обессмоленной соломы и технической целлюлозы.

При получении обессмоленной соломы исходную солому исчерпывающе экстрагировали спирто-толуольной (1:2) смесью в аппарате Сокслета для отделения жировоскового слоя, а затем извлекали водорастворимые соединения трехкратной обработкой водой при 95-98°C, гидромодуль 1:10, продолжительность каждой обработки 1 час.

Техническую целлюлозу получали из обессмоленной соломы путем трехкратной обработки свежими порциями 4 %-ного раствора гидроксида натрия при 95-98°C. Продолжительность каждой обработки 2 часа, гидромодуль 1:15.

Образцы соломы анализировали на содержание влаги, золы и основных компонентов: целлюлозы методом Кюршнера, лигнина серноокислотным методом в модификации Комарова, пентозанов бромид-броматным полумикрометодом [5].

Ферментативный гидролиз проводили с образцами соломы: исходной, обессмоленной и технической целлюлозы. Подготовка образцов для гидролиза включала сушку при 65-70°C, измельчение и просеивание с отбором фракции крупностью менее 1 мм.

Для гидролиза был использован ферментный комплекс «Целлолюкс-А» с целлюлазной активностью 2000 ед/г (ПО «Сиббиофарм», Бердск).

Гидролиз проводили при температуре 50°C, при рН 4,7-4,8 (ацетатный буфер) и интенсивном перемешивании реакционной среды со скоростью 100 об/мин. Концентрация ферментного препарата в реакционной среде 5 мг/мл, отношение массы субстрата к массе раствора составляло 1:50. По окончании гидролиза субстрат отделяли от гидролизата фильтрованием.

Степень гидролиза целлюлозы оценивали по изменению концентрации редуцирующих веществ в гидролизатах, которую определяли методом Дюбуа (фенол-серноокислотный метод) [6]. Интенсивность поглощения регистрировали на спектрофотометре КФК-3 при 490 нм. Концентрацию углеводов рассчитывали по калибровочному графику, в качестве стандарта для построения калибровочного графика использовали раствор глюкозы с известной концентрацией.

Съемка рентгенограмм для определения индекса кристалличности проводилась на дифрактометре ДРОН-3М, излучение Cu K $\alpha$  1,54 Å, в диапазоне углов  $2\theta = 5-50^\circ$ . Индекс кристалличности рассчитан по отношению интенсивностей рефлекса при углах  $22^\circ$  и  $19^\circ$  при углах дифракции  $2\theta$  – метод Сегала [7].

### **Обсуждение результатов**

При экстрагировании из соломы пшеницы и овса выделено 6,5 и 7,8% соединений, растворимых в спирто-толуольной смеси, а также 8,0 и 10,4 % водорастворимых продуктов соответственно. В составе спирто-толуольных экстрактов выделены воска в количестве 0,8 и 0,5% на а.с.м. соломы пшеницы и овса соответственно.

В обессмоленной соломе наблюдается незначительное повышение доли целлюлозы и лигнина, а также снижение содержания пентозанов и золы (таблица). С экстрагированными веществами извлечено до 20% пентозанов и около 70% минеральных компонентов соломы.

В результате обработки соломы пшеницы 4%-ным раствором щелочи получена техническая целлюлоза с выходом 41,5% на а.с.м. соломы. Она характеризуется меньшим содержанием лигнина и легкогидролизуемых полисахаридов, но большим значением соотношения целлюлоза/лигнин в сравнении с исходной соломой. Степень делигнификации составила 77,6%, потери целлюлозы при щелочной обработке не превышают 25%, а в целом по схеме равны 29,2% на целлюлозу исходной соломы.

Таблица. Выход и компонентный состав исследуемых образцов соломы

Наименование показателя	Пшеница			Овес		
	1*	2	3	1	2	3
<b>Выход продукта**</b>	100	85,5	41,5	100	81,8	47,5
<b>Компонентный состав:***</b>						
<b>Целлюлоза</b>	46,3	51,1	78,7	42,8	50,4	70,7
<b>Лигнин</b>	18,7	23,9	10,3	15,5	18,2	10,1
<b>Пентозаны</b>	26,4	24,5	14,1	21,5	20,4	7,0
<b>Легкогидролизуемые полисахариды</b>	21,8	23,6	12,7	18,2	19,7	17,0
<b>Трудногидролизуемые полисахариды</b>	40,6	44,7	51,9	46,7	47,2	61,5
<b>Зола</b>	7,0	2,2	1,9	7,9	2,5	1,0
<b>Целлюлоза/лигнин</b>	2,5	2,1	7,6	2,8	2,8	7,0
<b>Индекс кристалличности,%</b>	42	38	48	42	37	43

\* образцы соломы: 1 – исходная; 2 – обессмоленная; 3 – техническая целлюлоза; \*\* % на а.с.м. соломы; \*\*\* % на а.с.м. продукта

Выход технической целлюлозы из соломы овса составил 47,5%, степень делигнификации – 69%, и степень гидролиза целлюлозы – 21,5%.

Реакционная способность целлюлозных материалов при ферментативном гидролизе может быть оценена по скорости накопления редуцирующих сахаров. Зависимость накопления редуцирующих сахаров в гидролизатах от продолжительности ферментативного гидролиза представлена на рисунке.

Известно, что первой стадией ферментативного гидролиза целлюлозы является адсорбция фермента на поверхности субстрата, причем существует прямопропорциональная зависимость между адсорбционной способностью фермента и скоростью ферментализации [8].

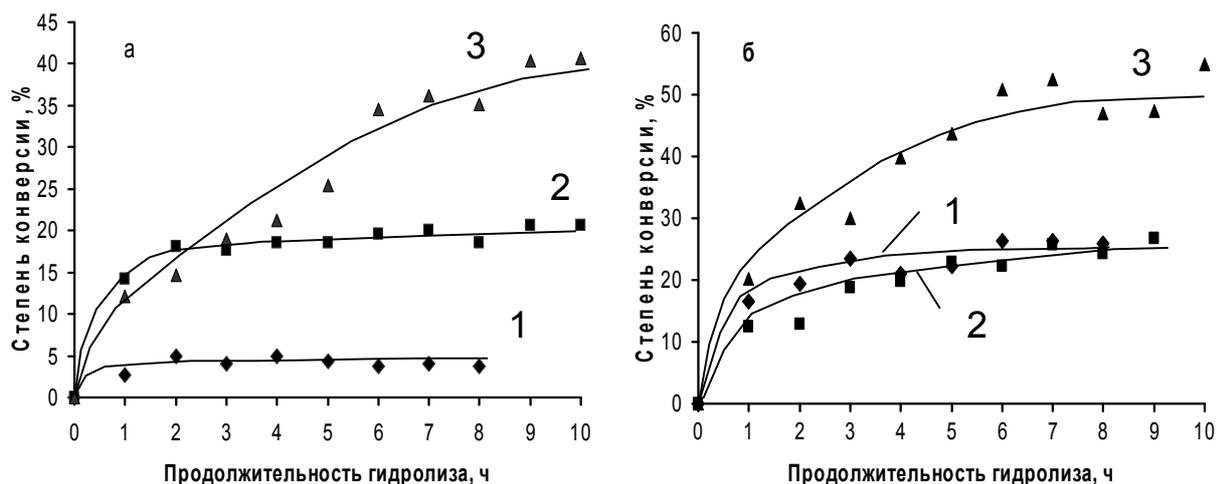


Рисунок. Конверсия соломы пшеницы (а) и овса (б) в растворимые углеводы: 1 – исходной соломы; 2 – обессмоленной соломы; 3 – технической целлюлозы

Согласно полученным данным (рисунок) наименьшей адсорбционной способностью и при этом наиболее низкой реакционной способностью обладает образец соломы пшеницы. Степень конверсии содержащейся в ней целлюлозы за первые три часа составила около 5%. Образец исходной соломы овса проявил большую реакционную способность, выход редуцирующих сахаров за первые три часа составил 24-26% на массу целлюлозы. При увеличении продолжительности гидролиза и в том и другом случае скорость накопления сахаров снизилась и далее изменялась незначительно. Возможно, основными факторами, определившими относительно низкую реакционную способность соломы пшеницы, являются большее содержание восков, препятствующих доступу ферментов к легкогидролизуемым полисахаридам, и меньшее, чем в соломе овса, содержание водорастворимых низкомолекулярных полисахаридов. В работе [9] установлено, что на начальном этапе гидролизу подвергаются, прежде всего, низкомолекулярные водорастворимые фракции целлюлозы.

После извлечения экстрактивных веществ реакционная способность соломы пшеницы заметно повысилась, степень конверсии увеличилась в 4-5 раз. Для соломы овса повышение реакционной способности менее выражено, степень конверсии обессмоленной соломы возросла лишь на 3-4%, но

оставалась выше степени конверсии обессмоленной соломы пшеницы. Учитывая то, что индекс кристалличности, характеризующий степень упорядоченности макромолекул целлюлозы, после экстракции спирто-толуольной смесью и горячей водой изменился незначительно (таблица), увеличение реакционной способности соломы может быть связано только с удалением экстрактивных веществ. Высокие скорости накопления сахаров, наблюдавшиеся в первые 4-5 часов, затем, как и для исходной соломы, снизились и далее изменялись незначительно. Возможными причинами этого могут быть ингибирование ферментов продуктами гидролиза и, что более вероятно, относительно высокое содержание лигнина в образцах обессмоленной соломы.

Образцы технической целлюлозы характеризуются наибольшими значениями индекса кристалличности (таблица), что согласуется с механизмом их получения. При обработке обессмоленной соломы раствором щелочи наряду с процессами делигнификации отмечено существенное снижение содержания целлюлозы. Щелочной гидролиз затронул, прежде всего, неупорядоченные аморфные участки в макромолекулах целлюлозы. Как следствие в образцах полученной технической целлюлозы наблюдается меньшее содержание легкогидролизуемых полисахаридов (таблица) и большая степень упорядоченности макромолекул целлюлозы.

Согласно распространенным представлениям о механизме ферментативного гидролиза [3], повышение степени упорядоченности макромолекул целлюлозы должно сопровождаться снижением ее способности к гидролизу. Однако прогнозируемый результат не получили. Образцы технической целлюлозы овса и пшеницы показали наибольшую реакционную способность. Скорость накопления сахаров в начальный период в 2-3 раза выше, чем при гидролизе образцов обессмоленной целлюлозы. При этом наблюдается значительно меньшее снижение ее в течение максимальной продолжительности процесса (10 ч), использованной в работе. В образцах технической целлюлозы максимальная степень конверсии целлюлозы пшеницы составила 40%, а целлюлозы овса - 54%.

В результате выполненной работы получены результаты, подтверждающие возможность использования низкотемпературной химической активации однолетнего недревесного сырья для процессов ферментативного гидролиза. Установлено, что степень конверсии лигноцеллюлозного комплекса соломы ферментным комплексом «Целлолюкс-А» зависит, прежде всего, от содержания экстрактивных веществ и лигнина и в меньшей степени – от степени упорядоченности макромолекул целлюлозы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nigam J.N. Ethanol production from wheat straw hemicellulose hydrolysate by *Pichia stipitis* // *Journal of Biotechnology*. 2001. №87. P. 17–27.
2. Lee J. Biological conversion of lignocellulosic biomass to ethanol // *Journal of Biotechnology*. 1997. №56. P. 1–24.

3. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств.– М.:Лесн. пром-сть, 1989. – 496 с.

4. Сеницын А.П., Леонова И.Л., Наджеми Б., Клёсов А.А. Сравнительный анализ реакционной способности целлюлозосодержащего сырья по отношению к ферментативному гидролизу // Прикладная биохимия и микробиология. 1986. Т. 22. №4. С. 517–525.

5. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1991. – 320 с.

6. Dubois M., Gilles K.A. Colorimetric method for determination of sugars and related substances//Analyt. Chem. 1956. V.28, P. 350-356.

7. Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байклза и Л. Сегала. М., 1974.- 499 с.

8. Beguin P., Aubert J.P. The biological degradation of cellulose // FEMS Microbiology Reviews. 1994. V. 13. P. 25–28.

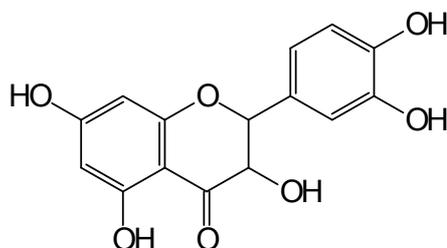
9. Торлопов М.А., Тарабукин Д.В., Фролова С.В., Щербакова Т.П., Володин В.В. Ферментативный гидролиз порошковых целлюлоз, полученных различными методами // Химия растительного сырья 2007. №3. С. 69-76.

## **СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ИХ АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ**

Финкельштейн Б.Л., Даниловцева О.С., Баженов Б.Н., Сайботалов М.Ю.\*  
Иркутский государственный университет, \*ООО «Флавир», dikvertin@mail.ru

В современной фармакологии всё большее внимание уделяется природным соединениям, в том числе флавоноидам и их производным. Спектр их фармакологических свойств многообразен, но, пожалуй, важнейшим типом их биологической активности являются антиоксидантные свойства, связанные с присутствием в молекуле полифенольных структурных фрагментов, легко вступающих в окислительно-восстановительные реакции.

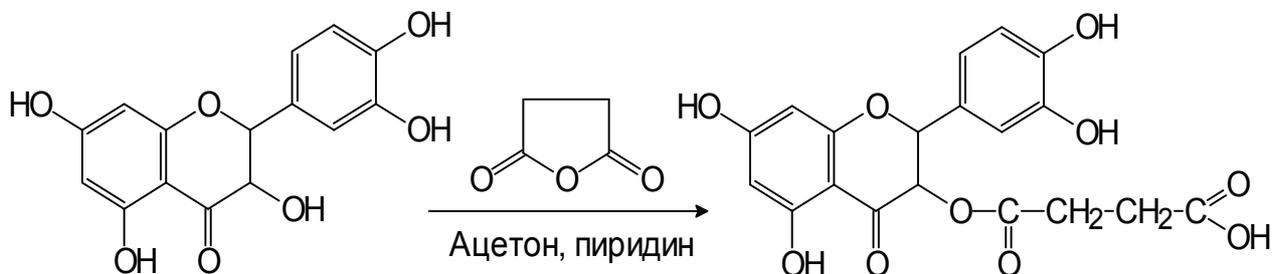
Одним из наиболее известных веществ такого рода является дигидрокверцетин (ДГК), на основе которого созданы многочисленные лекарственные препараты и биологически активные добавки [1]:



Более широкому внедрению дигидрокверцетина в медицину препятствует его малая растворимость в воде, не позволяющая создать жидкие лекарственные формы на его основе.

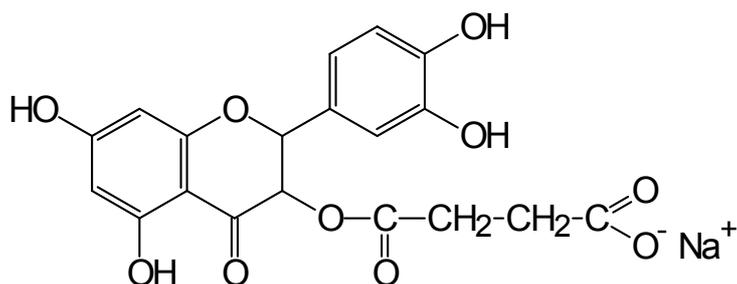
В связи с этим, весьма актуальной задачей является получение

водорастворимых производных ДГК с сохранением его антиоксидантного потенциала. Этого можно достичь введением в молекулу флавоноида гидрофильных структурных фрагментов, не затрагивающих участки молекулы, ответственные за антиоксидантные свойства. В качестве такого фрагмента нами выбрана янтарная кислота, полезные фармакологические свойства которой широко известны. Поставленная задача достигается путем ацилирования ДГК янтарным ангидридом в ацетоне в присутствии пиридина.



Подбор условий ацилирования и последующего ступенчатого гидролиза ди- и тризамещенных продуктов ацилирования позволил достичь выхода целевого продукта (MS-ДГК) 53.2% в пересчёте на исходный ДГК.

Следующим этапом было получение натриевой соли моносукцината дигидрокверцетина (Na соль MS-ДГК):

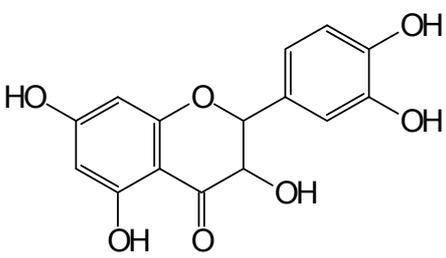
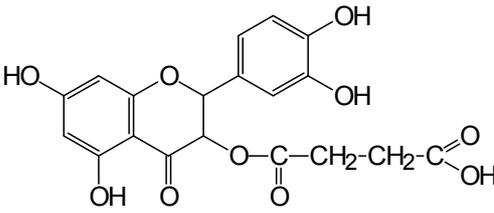
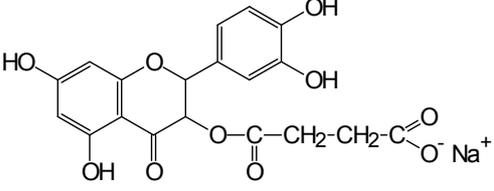
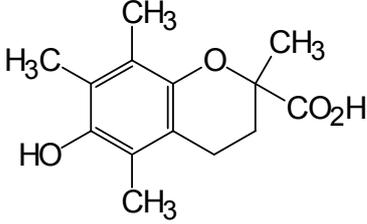


Для разработки методики получения натриевой соли использовались результаты работы [2]. Выход целевого продукта составил 84% в пересчёте на MS-ДГК.

Для оценки антиоксидантной активности (АОА) дигидрокверцетина и его производных использовался так называемый «Тролокс-тест» [3], где АОА выражается в относительных единицах. Результаты этих исследований представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, значения АОА для ДГК и MS-ДГК практически одинаковы. Это свидетельствует о том, что ацилирование янтарной кислотой в третье положение не только не снижает АОА MS-ДГК, по сравнению с исходной молекулой, но и позволяет её повысить примерно на треть в случае использования его натриевой соли. При этом растворимость натриевой соли воде в 80 раз превышает растворимость ДГК, что позволяет использовать Na соль MS-ДГК в качестве основы для приготовления жидких лекарственных форм.

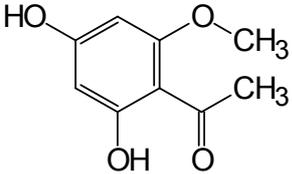
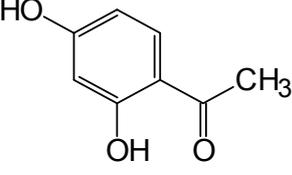
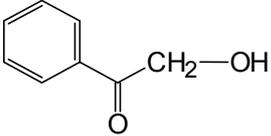
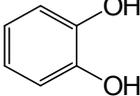
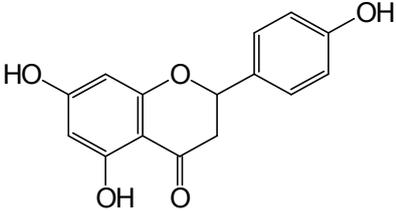
Таблица 1. Антиоксидантная активность дигидрокверцетинаи его производных и их растворимость в воде

Название соединения	Формула соединения	Растворимость в воде при 25 °С, г/100 г H <sub>2</sub> O	АОА, мкмоль/л
ДГК		0.04	1.61
MS-ДГК		1.73	1.58
Na соль MS-ДГК		3.17	2.08
Тролокс			1

Нами предпринята попытка оценки вкладов различных структурных фрагментов ДГК в его АОА с помощью «Тролокс-теста». Для этого были измерены величины АОА модельных соединений. Основным критерием их выбора было наличие в молекуле интересующего нас структурного фрагмента, прежде всего –  $\alpha$ -гидроксикарбонильного, известного своими восстанавливающими свойствами (например, редуцирующие сахара [4]). Результаты этих измерений приведены в таблице 2.

Как видно из табл.2, основной вклад в антиоксидантную активность ДГК вносит пирокатехиновый структурный фрагмент – значение АОА для пирокатехина достигает почти 90 % от АОА ДГК. Вклад гидроксильных заместителей в  $\alpha$ - (2-гидроксиацетон) и  $\beta$ -положении (нарингенин и замещенные в кольце ацетофеноны) к карбонильной группе гораздо меньше и достигает максимума (23 %) в случае 2-гидроксиацетфенона и нарингенина.

Таблица 2. Антиоксидантная активность модельных соединений дигидрокверцетина

Название соединения	Формула соединения	АОА, мкмоль/л
2',4'-дигидрокси-6'-метоксиацетофенон		0.23
2',4'-дигидроксиацетофенон		0.14
2-гидроксиацетофенон		0.37
Пирокатехин		1.43
Нарингенин		0.36

Таким образом, восстанавливающие свойства дигидрокверцетина и его производных связаны прежде всего с полифенольной природой этой молекулы, и, в первую очередь, с пирокатехиновым фрагментом.

**Выводы:**

1. Получена натриевая соль моносукцината дигидрокверцетина, растворимость которой 3.17 г/100 г H<sub>2</sub>O, что в 2 раза превышает растворимость моносукцината и в 80 раз – дигидрокверцетина.

2. Измерена антиоксидантная активность производных дигидрокверцетина и соединений, моделирующих структурные фрагменты его молекулы.

3. Показано, что структурным фрагментом, определяющим антиоксидантную активность дигидрокверцетина, является пирокатехиновый фрагмент.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюкавкина Н.А. Биофлаваноиды: химия, пища, лекарства, здоровье – М.: 2002.- 56 с.
2. Pat. 2, 167, 414 A Reinhard Braatz, Klaus Gorler, Gunter Halbach, Silibinin derivatives // UK Patent Application.- 1986.
3. Re R., Pellegrini N., Proteggente A. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assays // Free Rad Biol & Med.- 1999.- vol.26.-No. 9/10.- P. 1231-1237.
4. Общая органическая химия, т.11, Липиды, углеводы, макромолекулы, биосинтез / пер. с англ. под ред. акад. Н.К.Кочеткова – М.: Химия, 1986.

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

Дмитриев Ю.А.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского  
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, speedfire@info.sgu.ru

Одним из эффективных методов получения нетканых волокнистых материалов, состоящих из волокон диаметром от 50 нм до 10 мкм, является метод электроформования из растворов полимеров. Диаметр получаемого волокна зависит от природы полимера, физико-химических характеристик растворителя, технологических параметров процесса [1, 2]. Основными характеристиками нетканых волокнистых материалов, полученных методом электроформования, являются: средний диаметр волокон, спектр диаметров волокон, наличие и характеристика дефектов волокнистой структуры.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес исследователей к методу электроформования как к высокопроизводительному, технологически простому и энергетически эффективному методу получения нановолокон и нановолокнистых функциональных материалов [3]. К основным направлениям использования нетканых волокнистых материалов, полученных методом электроформования, относятся: фильтрация газов, жидкостей, создание индивидуальных средств защиты кожных покровов и органов дыхания, создание сенсоров, применение в химических источниках тока и получение биodeградируемых, биосовместимых покрытий обладающих комплексом полезных свойств для медицинских целей. Одним из методов решения задачи получения функциональных покрытий является электроформование нановолокнистых материалов из полимеров обладающих необходимыми физико-химическими свойствами. Благодаря совокупности полезных свойств наиболее перспективным полимером для решения медицинских задач является хитозан [4].

Целью данной работы является исследование влияния технологических параметров процесса и свойств прядильного раствора на спектр получаемых волокон и возможность получения бездефектных нановолокон.

Объектом исследования выбраны растворы хитозана (средневязкостная молекулярная масса 200 кДа, степень дезацетилирования ~ 80 мольн.%, ЗАО «Биопрогресс») в 70% уксусной кислоте с добавкой полиэтиленоксида.

Экспериментальная установка для электроформования волокна включала стальной капилляр через который микронасосом вертикально сверху вниз подавался раствор полимера и квадратный горизонтальный приемный электрод (рис.1). На капилляр подавалось регулируемое постоянное напряжение, под действием которого полимерный раствор образовывал первичную струю.

Одним из важнейших технологических параметров, влияющих на диаметр получаемого волокна, является объемный расход прядильного раствора. Для получения нановолокон необходимо осуществлять стабильный процесс электроформования при малых расходах прядильного раствора и максимальном напряжении не нарушающем стабильность процесса.

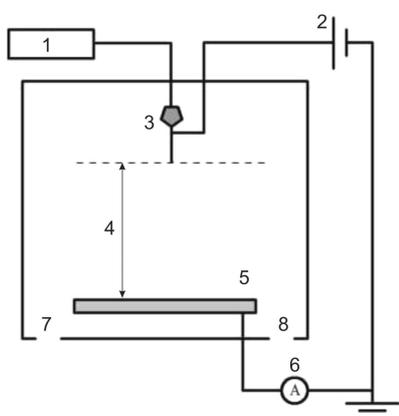


Рис.1. Схема экспериментальной установки для электроформования волокна:

- 1 – микронасос
- 2 – источник напряжения
- 3 – капилляр
- 4 – межэлектродное расстояние
- 5 – приемный электрод
- 6 – универсальный электрометр
- 7, 8 – вентиляционные отверстия

Для определения зависимости спектра диаметров получаемых волокон от напряжения, подаваемого на капилляр, были проведены серии экспериментов. Напряжение, подаваемое на капилляр варьировалось от 20кВ до 40кВ, объемный расход прядильного раствора составлял  $8.3 \cdot 10^{-3}$  см<sup>3</sup>/мин, межэлектродное расстояние 20 см (рис.2).

Анализ результатов проведенных экспериментов позволил сделать следующие выводы: при увеличении напряжения, подаваемого на капилляр, уменьшается средний диаметр волокна до 181 нм, сужается спектр получаемых волокон (рис. 2а, рис. 2б), однако при дальнейшем увеличении напряжения средний диаметр волокна не уменьшается (рис. 2в), расширяется спектр получаемых волокон. Последнее можно объяснить нарушением стабильности процесса электроформования и перехода в пульсационный режим формования. Дальнейшее увеличение напряжения, подаваемого на капилляр, приводит к возникновению коронного разряда у кончика капилляра.

Уменьшение объемного расхода прядильного раствора приводит к дестабилизации процесса электроформования в диапазоне от 20кВ до 40кВ напряжения, подаваемого на капилляр, при межэлектродном расстоянии 20 см.

Наблюдения показали, что к снижению диаметра получаемых волокон, наряду с варьированием технологических параметров, приводит и изменение физико-химических характеристик прядильного раствора.

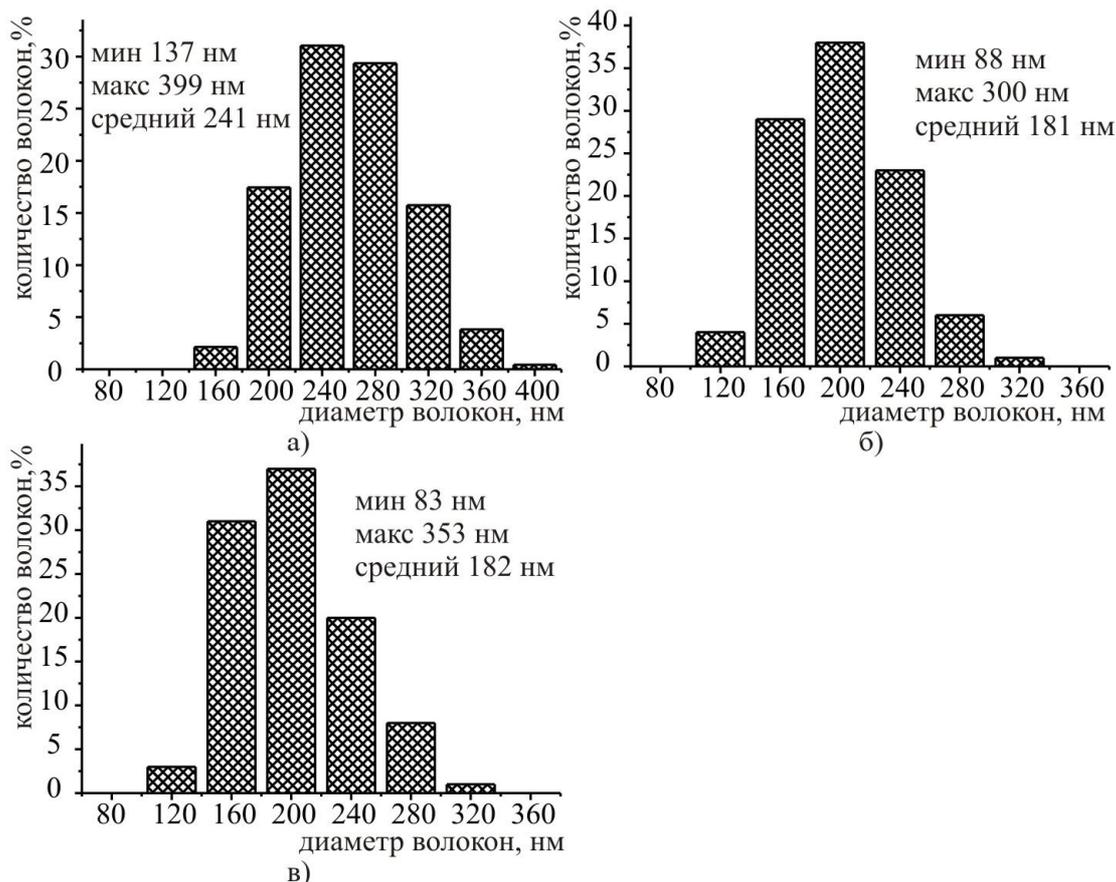


Рис.2 Зависимость спектра получаемых волокон от напряжения, подаваемого на капилляр, а) напряжение составляло 20кВ, б) 30кВ и в) 40кВ. Вязкость прядильного раствора 0.8 Па·с.

Снижение вязкости прядильного раствора за счет уменьшения концентрации полимера в растворе позволяет сокращать энергетические потери на преодоление внутреннего трения в струе. В качестве прядильного раствора был взят раствор хитозана в 70% уксусной кислоте с вязкостью 0.24 Па·с с сохранением концентрации полиэтиленоксида в сухом веществе.

Для определения влияния технологических параметров на прядильный раствор (вязкость 0.24 Па·с) были проведены серии экспериментов по электроформованию нановолокон на экспериментальной установке с межэлектродной геометрией капилляр/плоскость при изменении напряжения, подаваемого на капилляр от 20кВ до 40кВ. Объемный расход прядильного раствора составлял  $8.3 \cdot 10^{-3}$  см<sup>3</sup>/мин, межэлектродное расстояние 20 см, (рис.1).

Выявлено, что при уменьшении вязкости прядильного раствора диаметр, получаемого волокна, при неизменных технологических параметрах, уменьшается (рис. 3). При увеличении напряжения, подаваемого на капилляр, средний диаметр волокна уменьшается до 145 нм, спектр получаемых диаметров волокон узкий, дальнейшее увеличение напряжения приводит к нарушению стабильности процесса электроформования.

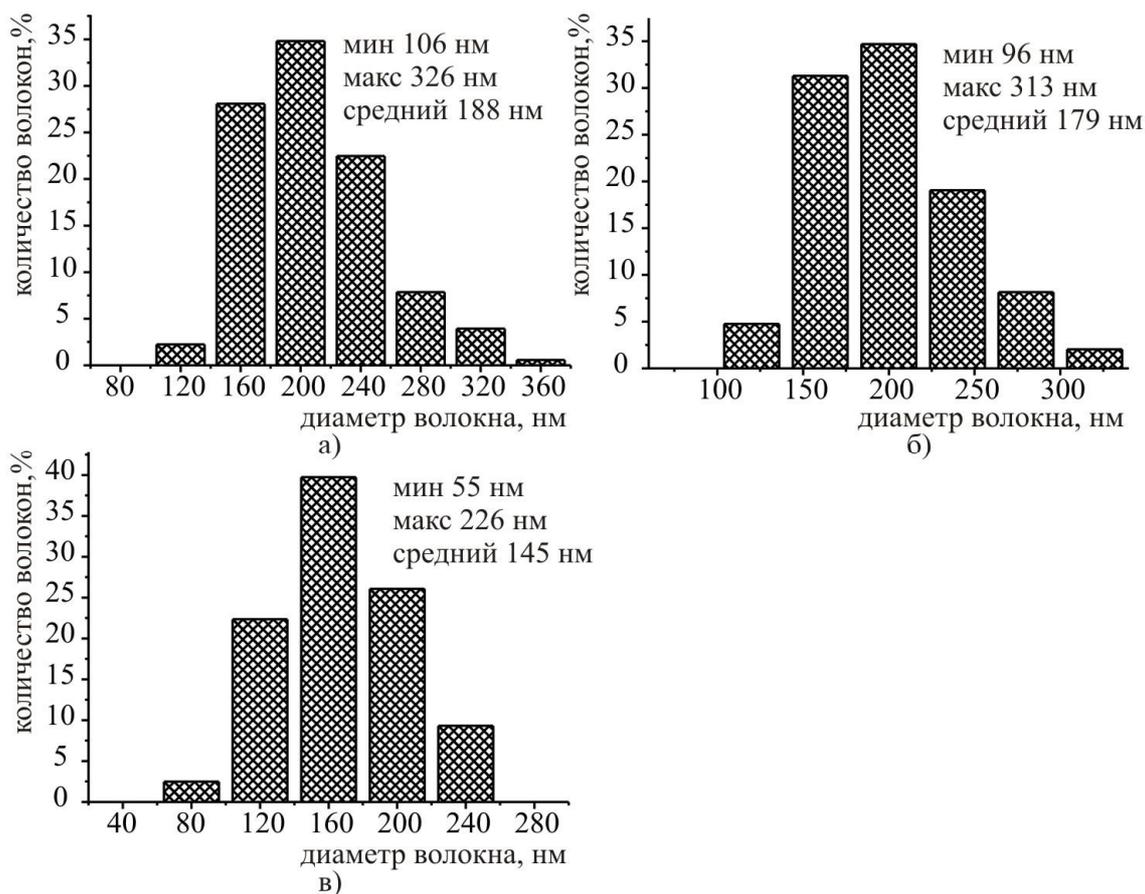


Рис.3 Зависимость спектра получаемых волокон от напряжения, подаваемого на капилляр а) напряжение составляло 20кВ, б) 30кВ и в) 40кВ. Вязкость прядильного раствора 0.24 Па·с.

#### Выводы:

1. Установлено, что для прядильных растворов с вязкостью 0.8 Па·с и 0.24 Па·с минимальный средний диаметр получаемого волокна равен 181 нм и 145 нм, соответственно.

2. Установлены диапазоны значений напряжения, подаваемого на капилляр, для осуществления стабильного процесса электроформования исследуемых прядильных растворов.

3. Установлено, что уменьшение вязкости прядильного раствора приводит к уменьшению среднего диаметра волокна при сохранении узкого спектра, получаемых волокон.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П.И. Басманов, В.Н. Кириченко, Ю.Н. Филатов, Ю.Л. Юров. Высокоэффективная очистка газов от аэрозолей фильтрами Петрянова. Монография. М.: Наука, 2003 г.

2. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). М.: Нефть и Газ. 1997. 297 с.

3. Huanga Z.-M., Zhang Y.-Z., Kotaki M., Ramakrishna S. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites //

Composites Science and Technology. V.63. 2003. P.2223-2253.

4. Jessica D. Schiffman, Laura A. Stulga, Caroline L. Schauer, Chitin and Chitosan: Transformations Due to the Electrospinning Process // Polymer engineering and science—V. 49. 2009. P: 1918–1928.

## **ПРОЦЕСС ДЕКСТРИНИЗАЦИИ КРАХМАЛА ЗЕРНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОРОСЯТ**

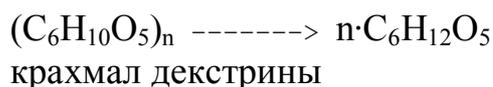
Антонов Н. М., Искуснов Ю. В., Макевнина Е. И., Антонова Н.К.

ФГОУ ВПО Волгоградская государственная  
сельскохозяйственная академия,

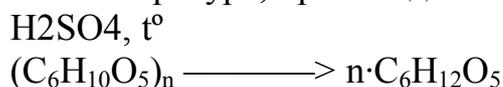
г.Волгоград, проспект Университетский, 26, makewn@mail.ru

Зерно злаковых культур наряду с другими видами питательных веществ содержит много крахмала, усвоение которого при кормлении животных и птицы происходит медленно и при этом продуктивно используются только определенные формы в небольшом количестве.

По данным ряда исследований, усвояемость питательного потенциала крахмала в созданной природной форме не превышает 20...25 % в зависимости от вида культур. Поэтому задача новых технологий переработки зерна и состоит во внедрении таких способов обработки исходного сырья, которые позволили бы перевести крахмал в удобную для усвоения организмом животных форму. Это возможно при разрушении зернистой структуры крахмала на клеточном уровне, что способствует разрыву природных связей между отдельными составляющими частями и переводу его в более простые углеводы в виде декстринов и сахаров, то есть происходит желатинизация крахмала или декстринизация его на более простые составляющие.



Декстринизация в присутствии катализатора – серной кислоты, и при высокой температуре, происходит быстрее.



Без специальной обработки трудноусвояемой является также и клетчатка, которая содержится в большом количестве в зерне, особенно в их верхних защитных слоях и оболочках. Поэтому разрабатываемые способы углубленной переработки исходного зернового сырья должны способствовать деструкции части целлюлозно-лигнинных образований клетчатки в природных формах в более простые виды моносахаров и аминокислот [1].

Многочисленными научными исследованиями, а также широкой производственной проверкой установлено, что отрицательное действие этих

барьеров, предусмотренных природой для защиты, прежде всего семян, как биологического источника постоянного воспроизводства самих злаковых и бобовых культур, может быть устранено полностью или в значительной степени подавлено. На клеточном и молекулярном уровне, за счет температуры, осмоса, статических и динамических воздействий внешнего и внутреннего давлений на защитные мембраны, и других факторов наблюдаются: денатурация белка; инактивация антипитательных веществ; декстринизация крахмала; деструкция целлюлозо-лигниновых образований; практически полная стерилизация конечной продукции от микроорганизмов и бактерий; создание микропористой структуры в готовом продукте; наиболее благоприятной воздействию желудочного сока. Все это приводит к более полному усвоению питательных веществ организмом животного.

Зерновые корма и продукты их переработки являются основными источниками углеводов для свиней. Однако поросята до 2...3-недельного возраста слабо переваривают крахмал и даже обычный сахар. Поэтому в первую неделю жизни им рекомендуется скармливать корма, содержащие лактозу и глюкозу.

Наилучшими кормами для маленьких поросят являются овес без пленки, ячмень, несколько хуже – пшеница и кукуруза, из жмыхов и шротов – соевые и подсолнечные.

Для повышения усвояемости и вкусовых качеств кормов, их обезвреживания и лучшей адаптации поросят к комбикорму в подсосный и стартовый период зерновые компоненты комбикорма для них обрабатывают различными способами (плющение, поджаривание, микронизация, экструдирование и т.д.). Переваримость органического вещества у овса при этом повышается до 81 %, а крахмала – до 99 %.

В стартерных рационах поросят в течение 25 дней после отъема рекомендуется использовать поджаренные зерна, что способствует значительному повышению скорости роста [3]. Поджаривание приводит к вспучиванию зерен ячменя, повышению степени желатинизации и декстринизации крахмала, увеличивает усвояемость и вкусовые качества. Одним из способов повышения питательной ценности зерна является микронизация. При этом зерно нагревается, крахмальные зерна набухают, дробятся и декстринизируются. В результате данного способа обработки у 23-дневных поросят значительно увеличивается доступность незаменимых аминокислот в тонком кишечнике.

У молодняка животных недостаточно развита ферментативная система. Крахмал злаковых культур для них труднопереварим, поскольку активность амилолитических ферментов еще слаба. Для повышения переваримости зерновых культур, входящих в состав комбикорма, их целесообразно подвергать влаготепловой обработке. При этом часть крахмала превращается в менее сложные углеводы – декстрины, мальтозу.

Исследователи скармливали поросятам комбикорма с экструдированным ячменём, а также ячменём прошедшим влаготепловую обработку различной

степени декстринизации крахмала (38,7; 52,7; 64,4 и 89,3 %) и с необработанным ячменём (степень декстринизации – 14,5 %) и выявили зависимость между среднесуточными привесами и содержанием декстринов.

Для определения эффективности использования зерна, подвергнутого влаготепловой обработке, были проведены научно-хозяйственные опыты на поросятах раннего отъема. Комбикорм включал 53 % ячменя: необработанного (контроль), поджаренного без увлажнения и поджаренного с предварительным увлажнением (табл.1) [2].

Таблица 1. Данные научно-хозяйственного опыта

Рацион	Содержание декстринов в ячмене, %	Среднесуточные привесы, г	Затраты корма на ед. привеса, (кг к.е.)/кг
Контроль	1,4	503	2,26
С поджаренным ячменём	3,0	506	2,29
С пропаренным и поджаренным ячменём (влаготепловая обработка)	10,8	527	2,04

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, В.П. Специальная обработка зерна [Текст] //Учебное пособие. В.П.Афанасьев- М.:Колос, 2002, -35с.
- 2.Черняев, Н.П. Технология комбикормового производства [Текст] //Учебник для вузов. Н.П.Черняев- М.: Колос, 1992, -367с.
3. <http://vetko.com.ua/articles> (дата просмотра 20.05.2010).

### ***СЕКЦИЯ «Пищевые и биологически активные добавки из растительного сырья»***

#### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

Шарова Н.Ю., Выборнова Т.В., Каменькова Н.В.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых ароматизаторов, кислот и красителей Российской академии сельскохозяйственных наук,

191104, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 55, [vniipakk@peterlink.ru](mailto:vniipakk@peterlink.ru)

До настоящего времени основным сырьем в производстве пищевой лимонной кислоты остается меласса, несмотря на ряд факторов: непостоянство состава, сравнительно невысокое содержание ферментируемых углеводов, необходимость использования токсичных химических реагентов для удаления

примесей, отрицательно влияющих на биосинтетическую способность продуцента лимонной кислоты. В связи с актуальностью проблемы экологизации пищевых производств и получаемых продуктов, а также повышенными требованиями к охране окружающей среды необходим поиск доступных и безопасных источников сырья для микробиологического синтеза целевых продуктов, в том числе и лимонной кислоты.

Сотрудниками ГНУ ВНИИПАКК Россельхозакадемии исследована возможность использования для биосинтеза лимонной кислоты природных полисахаридов, входящих в состав зерна различных злаковых, а именно ржи, овса, ячменя, пшеницы, риса, кукурузы, а также клубней картофеля. Оценка микробиологической обсемененности различных образцов новых видов сырья показала, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, представленных в основном кокковой и бактериальной микрофлорой, соответствует требованиям для производства лимонной кислоты. Однако зерно злаковых содержат значительное количество белковых веществ, клетчатки, сахаров, образующих гликопептидные комплексы и трудно усвояемых продуцентами лимонной кислоты – штаммами микромицета *Aspergillus niger* [1]. Несмотря на активную собственную ферментную систему аспергиллов, включающую и амилолитические ферменты, для полного расщепления полисахаридов до моносахаров необходимо их перевести в более доступную для микроорганизмов форму. С этой целью проводили ферментативный гидролиз помолов зерна, муки и крахмалов с использованием препаратов Целлюлазы, Протеиназы, Амилосубтилина.

По совокупности полученных результатов, а именно, по уровню таких показателей процесса ферментации, как конверсия сахаров в лимонную кислоту, массовая доля лимонной кислоты в сумме органических кислот, а также по расходному коэффициенту сырья сделан вывод о том, что по значимости и перспективности в биотехнологическом аспекте и с экономической точки зрения исследуемые виды сырья можно расположить в следующем порядке: крахмалы – кукурузный, картофельный, ржаной; мука – рисовая, ржаная; зерно – пшеница, рожь, ячмень, овес. Сравнительный анализ полученных данных показал, что достигнутые показатели процесса выше, чем для мелассы, традиционно используемой в производстве лимонной кислоты, за исключением зерна овса и ячменя. Следует отметить, что изучаемые виды сырья имеют ряд преимуществ перед мелассой и вследствие их химического состава [2]. Поскольку зерно и продукты его переработки не содержат примеси, которые составляют значительный процент в составе мелассы – отходе производства сахара, то исключается необходимость использования токсичных химических реагентов (гексоцианоферрат калия и оксалат аммония) для их подготовки к ферментации [3,4]. Появляется возможность снижения отходов производства и сточных вод. Так, с использованием гидролизатов различных видов крахмала, ржаной и рисовой муки в ГНУ ВНИИПАКК Россельхозакадемии разработаны новые технологии лимонной кислоты, позволяющие получать кристаллическую лимонную кислоту по мембранной

технологии. Отсутствие побочных кислот в составе культуральных жидкостей, полученных при ферментации гидролизатов крахмалов, создает перспективу выделения целевого продукта бесцитратным способом, что исключает проблему утилизации таких отходов классического производства лимонной кислоты, как фильтрата цитрата кальция и гипсового шлама. В итоге значительно снизится экологическая нагрузка, а потенциальным отходом производства станет только мицелий гриба-продуцента, который может быть применен в качестве белковой добавки к корму для животных или источника получения хитинглюканового комплекса.

Таким образом, существует перспектива расширения сырьевой базы для профильных предприятий по производству лимонной кислоты, востребованной в пищевой промышленности и др. отраслях АПК России, и обеспечения возможности выбора экологически безопасного сырья в условиях колебания цен на продовольственном рынке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Римарева Л.В. Совершенствование биотехнологических процессов в спиртовом производстве с использованием ферментативного катализа/ Микробные биокатализаторы и перспективы развития ферментных технологий в перерабатывающих отраслях АПК под ред. В.П. Полякова - М: Пищепромиздат, 2004, с. 195-208.

2. Андреев Н.Р., Карпов В.Г. Структура, химический состав и технологические признаки основных видов крахмалсодержащего сырья// Хранение и переработка сельхозсырья, 1999, № 7, с. 30-33.

3. Мушникова Л.Н., Никифорова Т.А., Шарова Н.Ю., Позднякова Т.А. Физико-химический и микробиологический состав углеводовсодержащего сырья - субстрата для биосинтеза лимонной кислоты// Хранение и переработка сельхозсырья. - 2001.- №7.- с. 7-9.

4. Авчиева П.Б. Направленный биосинтез лимонной кислоты при периодической и непрерывной ферментации гриба *Aspergillus niger*./ П.Б. Авчиева, В.П. Козлов - М.: Наука, 2001. – 237 с.

#### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

Малков Ю.А., Медведева Е.Н., Бабкин В.А.

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского,1, woodemed@irioch.irk.ru

Водорастворимый растительный полисахарид арабиногалактан (АГ) обладает широким спектром биологической активности, благодаря этому он чрезвычайно перспективен для использования в медицине, ветеринарии, пищевой и косметической промышленности [1].

Сырьем для получения арабиногалактана служит древесина

лиственницы, содержащая до 15 % этого ценного полисахарида.

В США АГ производится из древесины лиственницы западной и лиственницы американской уже более 40 лет. На его основе разработаны эффективные иммуномодулирующие и пребиотические биологически активные добавки к пище и кормовые добавки для животных, а также лечебно-профилактические пищевые продукты и напитки [2].

В России до настоящего времени промышленного производства АГ нет.

Способы получения АГ основаны на экстракции его из измельченной древесины лиственницы (щепа, стружки, опилки) водой при комнатной или повышенной температуре [1].

Процесс экстракции можно существенно интенсифицировать, используя механохимическую активацию древесного сырья, обработку перегретым водяным паром, а также микроволновое или ударно-акустическое воздействие [3]. Однако практическое внедрение этих способов в настоящее время маловероятно, т.к. их реализация требует значительных капиталовложений.

При водной экстракции из древесины лиственницы одновременно с АГ извлекаются различные фенольные соединения [4]. Кроме того, экстракты могут содержать растворенные неорганические соли. Очистка водных экстрактов от сопутствующих арабиногалактану примесей представляет серьезную проблему. Предложенные ранее способы очистки АГ характеризуются низкой производительностью и не удовлетворяют экологическим и токсикологическим требованиям.

Создание отечественной промышленной технологии выделения арабиногалактана высокой степени чистоты из древесины лиственницы сибирской и лиственницы Гмелина позволит получать на его основе новые доступные лекарственные препараты для человека и животных, БАД к пище, кормовые добавки, а также функциональные продукты питания.

Основой для создания такой технологии послужил предложенный нами технологичный, экономически эффективный и экологически безопасный способ получения из древесины лиственницы сухого АГ с содержанием основного вещества 95-97 % [5, 6]. Принципиальная схема выделения АГ из лиственничной щепы состоит из следующих стадий: получение качественного экстракта АГ, очистка его от примесей и выделение сухого продукта. При разработке технологии для каждой стадии были проведены лабораторные исследования и дано теоретическое обоснование протекающих процессов.

При исследовании кинетики процесса экстракции очень важным является определение времени контакта взаимодействующих фаз, необходимого для достижения заданной степени извлечения экстрагируемых веществ. Данные о кинетике экстракции позволили определить геометрические размеры аппарата.

Установлено, что экстракция арабиногалактана водой протекает в две стадии: первая - быстрая, вторая - медленная.

Ход экстракции, очевидно, определяется диффузией АГ, а также связан с пропиткой древесного сырья. Эффективность процесса экстракции существенно зависит от степени измельчения сырья. Исследования показали,

что, если из опилок АГ извлекается практически полностью за 30 мин, то для извлечения его основного количества в тех же условиях из щепы требуется несколько суток. На качественные характеристики АГ и других водорастворимых компонентов степень измельчения древесины влияния не оказывает.

На основе экспериментальных данных были рассчитаны коэффициенты диффузии, массопередачи и диффузионный критерий Био –  $Bi$ , характеризующий влияние гидродинамических условий на скорость извлечения арабиногалактана.

Полученные результаты позволили разработать математическую модель, рассчитать материальный баланс и определить оптимальные параметры процесса экстракции. Предложенная математическая модель использовалась для оптимизации технологического процесса и синтеза технологической схемы.

Согласно разработанному способу экстракция измельченной технологической щепы древесины лиственницы после извлечения из нее дигидрокверцетина (ДКВ) и других фенольных экстрактивных веществ органическим растворителем осуществляется водой при 60-80 °С в режиме непрерывной циркуляции в течение 2-3 ч. Обработка полученного экстракта раствором катионного флокулянта позволяет удалить из него механические и коллоидные примеси. Осветленный экстракт пригоден для концентрирования и дополнительной очистки ультрафильтрацией.

Ультрафильтрация экстрактов АГ осуществляется с использованием ацетатцеллюлозных мембран УАМ-500П. Исследование динамики ультрафильтрации осветленных экстрактов АГ на этих мембранах показало, что скорость фильтрации обратно пропорциональна исходной концентрации экстракта. Использование крупнопористой мембраны позволяет проводить ультрафильтрацию без предварительной обработки экстрактов АГ флокулянтом. Экспериментально установлено, что этот процесс имеет производительность, сопоставимую с таковой для осветленного флокуляцией экстракта. Следовательно, для мембраны УАМ 500П процесс блокировки пор на начальной стадии не является лимитирующим, в отличие от ранее используемой мембраны УАМ 150П. Определены оптимальные условия ультрафильтрации, позволяющие сделать технологию рентабельной [7-9].

В результате ультрафильтрации одновременно с концентрированием экстрактов АГ происходит их очистка от низкомолекулярных фенольных примесей, которые практически полностью переходят в фильтрат. Эффективность очистки зависит от состава исходного экстракта, характеристик мембран и условий фильтрации, а также от степени концентрирования.

Данные ИК спектроскопии и гельпроникающей хроматографии свидетельствуют о том, что, наряду с фенольными веществами из экстракта в фильтрат переходят олигомерные фракции АГ. Кроме того, методами атомно-абсорбционного и рентгено-флуоресцентного анализа установлено, что в результате ультрафильтрации происходит очистка АГ от катионов металлов [7].

Суммарное содержание сухих веществ в фильтратах не превышает 1-2,5 %.

Прошедший через ультрафильтрационную мембрану фильтрат без дополнительной обработки смешивается со свежей водой и повторно используется для экстракции ДКВ.

Полученный ультрафильтрацией концентрат поступает на сушильную установку.

Дополнительная очистка АГ от высокомолекулярных фенольных примесей осуществляется обработкой водных экстрактов экологически безопасным окислителем - пероксидом водорода [6]. Найдены оптимальные условия, при которых окисление сопутствующих арабиногалактану примесей не сопровождается деструкцией макромолекул полисахарида.

Для выделения из концентрата товарного продукта можно использовать распылительную, лиофильную сушку или сушку в «кипящем» слое.

Экспериментально установлено, что по технико-экономическим показателям оптимальной является распылительная сушка. При наработке опытных партий были исследованы различные режимы распылительной сушки АГ; варьировались концентрация исходного раствора АГ, температура воздуха на входе в сушилку, температура воздуха на выходе из сушилки, а также давление сжатого воздуха, подаваемого на распыление.

Показано, что необходимая влажность конечного продукта менее 7 % достигается при температуре воздуха выше 100 °С; при концентрации АГ более 30 % нарушается равномерность распыления продукта, в результате чего происходит налипание крупных частиц АГ на стенках сушильной камеры и в выходном патрубке.

С помощью дерева вариантов [10] проведена оптимизация технологической схемы получения АГ, заключающаяся в выборе наиболее рациональной последовательности технологических операций.

Разработанный способ по сравнению с известными техническими решениями имеет ряд существенных преимуществ:

- экстракция АГ осуществляется из древесины лиственницы после извлечения из нее ДКВ и смолистых веществ, что позволяет получать экстракт достаточно высокой степени чистоты;
- позволяет сократить количество стадий, отказаться от дорогостоящего оборудования и снизить энергетические затраты;
- исключает использование дорогостоящих сорбентов, а также токсичных и легковоспламеняющихся органических растворителей;
- позволяет получать концентраты с содержанием сухих веществ до 40 %;
- позволяет осуществить замкнутый водооборот, что приводит к снижению расхода воды и значительному сокращению количества стоков.

Разработанная технологическая схема реализована на опытно-промышленной установке ООО "Химия древесины" (г. Иркутск), выпущены опытные партии продукта. Выпускаемый фирмой арабиногалактан под названием «ФиброларС» разрешен в качестве сырья для производства БАД к пище [11].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Химия растит. сырья. 2003. № 1. С.27-37.
2. [www.lonzanutrition.com](http://www.lonzanutrition.com).
3. Кузнецова С.А., Михайлов А.Г., Скворцова Г.П. и др. Химия растит. сырья. 2005. № 1. С. 53-58.
4. Антонова Г.Ф. Химия древесины. 1977. № 4. С. 97-100.
5. Бабкин В.А., Колзунова Л.Г., Медведева Е.Н., Малков Ю.А., Остроухова Л.А. Патент РФ № 2 256 668. Бюлл. изобр. № 20, 2005.
6. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Макаренко О.А. и др. Химия растит. сырья, 2004. № 4. С. 17-23.
7. Бабкин В.А., Малков Ю.А., Медведева Е.Н., и др. Матер. IX Междунар. съезда «Phytopharm 2005», СПб, 2005, с. 165-168.
8. Бабкин В.А., Малков Ю.А., Медведева Е.Н. и др. Матер. III Всеросс. конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул. 2007. Т.3. С.51-55.
9. Колзунова Л.Г., Бабкин В.А., Медведева Е.Н. и др. Матер. Всеросс. конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул. 2005. Т. 2. С. 610-615.
10. Кафаров В.В., Ветехин В.Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств, М.: Наука, 1987, 624 с.
11. ТУ 9363-021-39094141-08. «ФиброларС» (Сырьё для изготовления биологически активных добавок к пище).

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ВИДОВ ХЛЕБА С АРАБИНОГАЛАКТАНОМ

Суюнчева Б.О., Данилова Д.О., Таций А.А.

ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет»,

г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2; [eia@ncstu.ru](mailto:eia@ncstu.ru)

Медведева Е.Н., Бабкин В.А.

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,

г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; [woodemed@irioch.irk.ru](mailto:woodemed@irioch.irk.ru)

Известно, что с хлебом население получает более 30 % необходимых ему калорий, углеводов, белков, витаминов и минеральных веществ, без которых удовлетворить потребность организма в реальных условиях жизни практически невозможно.

Диетологи и нутрициологи в последние годы все больше уделяют внимания обогащению продуктов питания, в том числе традиционных сортов хлеба, различными пищевыми и минеральными добавками с целью повышения пищевой и биологической ценности продукта [1, 2]. Однако по-прежнему актуальной проблемой хлебопечения в современных условиях является разработка технологий, предусматривающих обогащение хлеба пищевыми

волокнами [3].

Источником таких волокон может являться арабиногалактан (АГ) – природный полисахарид, полученный из древесины лиственницы сибирской. Он обладает низкой токсичностью и высокой биологической активностью, проявляя иммуномодулирующие, гастро- и гепатопротективные, митогенные, антимуtagenные и пребиотические свойства [4, 5].

Арабиногалактан обладает диспергирующей способностью, не имеет вкуса и запаха, устойчив при температурной обработке, хорошо растворяется в холодной воде, способен связывать жир и удерживать влагу, обладает низкой калорийностью, что позволяет использовать его в пищевой промышленности [5].

Уже изучено влияние АГ, выделенного из древесины лиственницы сибирской, на хлебопекарные достоинства муки мягкой пшеницы и качество хлеба [6, 7]. Отмечено значительное снижение содержания арабиногалактана в готовых изделиях вследствие его утилизации хлебопекарными дрожжами в ходе технологического процесса. Также имеются данные о незначительном снижении органолептических и физико-химических показателей качества выпеченного хлеба с арабиногалактаном [8].

Представляет интерес разработка технологии и производство новых видов ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с арабиногалактаном. Ввиду того, что технология ржаного и ржано-пшеничного хлеба предполагает использование сброженных полуфабрикатов – заквасок, сокращается время брожения теста, а, следовательно, и воздействие на АГ.

В работе было изучено влияние арабиногалактана на качество полуфабрикатов и готовых изделий из смеси ржаной и пшеничной муки в соотношении 50:50, 60:40 и 40:60.

В результате проведенных исследований установлено, что кислотность и подъемная сила теста с увеличением дозировки АГ возрастает. Повышение начальной кислотности объясняется кислотностью самого препарата. А моно- и дисахара, образующиеся при деструкции арабиногалактана и являющиеся питательными веществами для дрожжей, способствуют увеличению газообразования. В результате более интенсивного брожения происходит накопление кислот, которое обуславливает повышение кислотности и увеличение подъемной силы теста.

В тесте с АГ момент начала расстойки наступает раньше на 30 минут, поэтому продолжительность брожения необходимо сократить на 30 минут в зависимости от дозировки арабиногалактана.

Исследовали пористость, кислотность, сжимаемость мякиша и органолептические показатели готовых изделий (рис. 1). С увеличением дозировки арабиногалактана пористость, кислотность и сжимаемость готовых изделий увеличивается.

Вкус, цвет и запах хлебобулочных изделий, приготовленных с добавлением АГ в количестве 1, 3 и 5 % к массе муки не отличаются от контрольного образца.

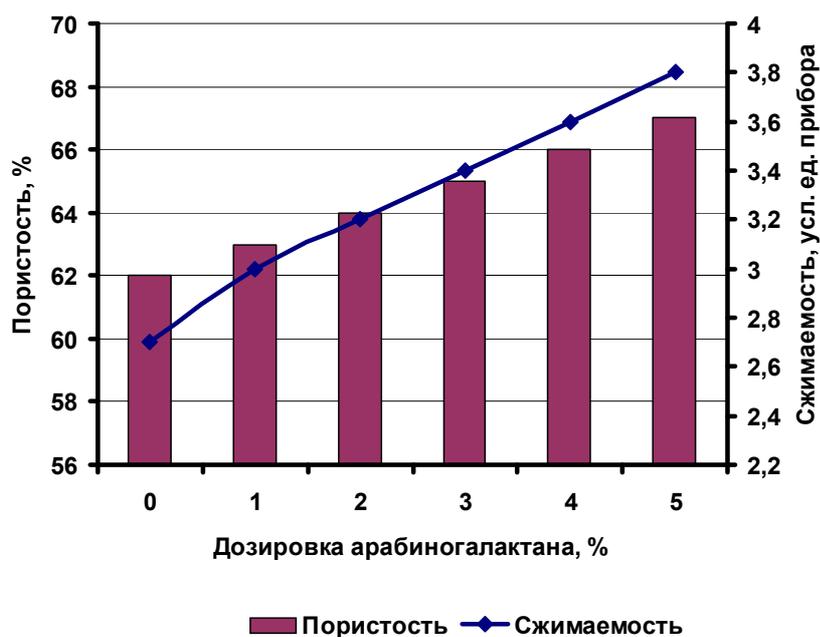


Рисунок 1. Зависимость пористости и сжимаемости мякиша от дозировки арабиногалактана

В результате проведенных исследований было установлено, что хлебопекарные свойства полуфабрикатов и готовых изделий с дозировкой арабиногалактана 1 – 5 % улучшаются. Сокращается продолжительность брожения теста. Пористость, кислотность, сжимаемость мякиша увеличиваются. Следовательно, добавку АГ в дозировке 1 % можно рекомендовать для повышения качества хлеба без придания лечебно-профилактических свойств, так как опыты по установлению влияния арабиногалактана на рост дрожжей показали, что через 3 суток культивирования дрожжей с 1 % арабиногалактана в культуральных фильтрах не обнаруживается даже следовых количеств полисахарида [6]. С другой стороны, при добавлении 2 – 5 % арабиногалактана хлебопекарные свойства муки также улучшаются, однако в выпеченном хлебе сохраняется около половины внесенного АГ, что оказывает лечебно-профилактический эффект на потребителя. Однако по данным американских исследователей, физиологически полезные эффекты у человека проявляются при уровне потребления арабиногалактана 1,5 г/день. Исходя из этого, в разрабатываемые рецептуры хлеба лечебно-профилактического назначения рекомендуется добавлять не менее 3 % пищевого волокна к массе муки.

Также установлено, что с увеличением доли пшеничной муки в смеси и дозировки АГ такие показатели как удельный объем, сжимаемость мякиша, пористость увеличиваются. Это объясняется тем, что пшеничная мука образует клейковину, необходимую для получения изделия с хорошим объемом, ржаная мука – прочный гель, а добавление арабиногалактана способствует укреплению и улучшению этой структуры.

Исследовали способы внесения АГ: в сухом виде и в виде раствора. Предпочтительнее вносить его в сухом виде, предварительно смешивая с

мукой. Объем и пористость хлеба при этом повышаются. Это дает дополнительные предпосылки для создания сухих мучных или злаковых продуктов, обогащенных арабиногалактаном.

В результате исследований было установлено, что наилучшее соотношение пшеничной и ржаной муки 60:40 и дозировка арабиногалактана 3 – 5 %. Такое изделие превосходит по показателям продукт без добавки.

В ходе исследований установлено, что для получения готового изделия с высоким качеством оптимальная продолжительность брожения составляет 60 – 80 мин. В пшенично-ржаном тесте к моменту начала расстойки брожение будет происходить в достаточной степени, чтобы обеспечить разрыхленность мякиша хлеба, а к моменту выпечки в тесте будет содержаться достаточное количество летучих кислот, обеспечивающих хлебу характерный вкус и аромат.

Разработаны технология, аппаратурно-технологическое оформление и проект технической документации на ржано-пшеничные виды хлеба с арабиногалактаном «Линия жизни».

Физико-химические показатели качества новых изделий представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели хлебобулочных изделий с арабиногалактаном «Линия жизни»

Наименование показателей	Норма, %
Влажность мякиша, % не более	49,0
Кислотность мякиша, град., не более	9
Пористость мякиша, % не менее	50,0
Содержание арабиногалактана, % не менее	1,5

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чубенко, Н. Т. Хлеб в профилактике заболеваний населения / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2008. – № 5. – С. 4 – 5.
2. Шлеленко, Л. А. Современный ассортимент хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания / Л. А. Шлеленко // Хлебопечение России. – 2004. – № 2. – С. 17 – 18.
3. Ипатова, Л. Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, О. Г. Шубина, Т. А. Духу, М. А. Левачева // Пищевые ингредиенты. – 2004. – № 1. – С. 16 – 19.
4. Ильина, О. А. Пищевые волокна в производстве хлебобулочных изделий для функционального питания / О. А. Ильина, Т. Б. Цыганова // Материалы 3-й Международной конференции «Современное хлебопечение - 2003». – М.: Пищепромиздат, 2003. – С. 78 – 82.
5. Медведева, Е. Н. Арабиногалактан лиственницы - свойства и перспективы использования (обзор) / Е. Н. Медведева, В. А. Бабкин, Л. А. Остроухова // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 27 – 37.
6. Ермакова, М. Ф. Влияние арабиногалактана, выделенного из древесины

лиственницы сибирской, на хлебопекарные достоинства муки мягкой пшеницы и качество хлеба / М. Ф. Ермакова, А. К. Чистякова, Л. В. Щукина, Т. А. Пшеничникова, Е. Н. Медведева, Н. А. Неверова, Л. А. Беловежец, В. А. Бабкин // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. С. 161 – 166.

7. Медведева, Е. Н. Применение арабиногалактана в производстве хлебобулочных изделий / Е. Н. Медведева, О. В. Неретина, Е. В. Давыдова / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Пищевые технологии, качество и безопасность продуктов питания». – Иркутск. – 2008. – С. 48 – 49.

8. Таций А. А. Влияние арабиногалактана на показатели качества хлебобулочных изделий / А. А. Таций, А. Д. Лодыгин, Б. О. Суюнчева // Сборник научных трудов СевКавГТУ, серия «Продовольствие», – Ставрополь: СевКавГТУ, – № 6, – 2010. – с. 43 – 47.

## **ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАМЕНТЕЛЕЙ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Самофалова Л.А., Сафронова О.В.

Орловский государственный технический университет

Россия, 302020 г. Орел, Наугорское шоссе, 29, oksana-orel@mail.ru

Одним из эффективных путей решения текущих проблем предприятий молочной промышленности является производство комбинированных продуктов, предусматривающих использование традиционного молочного и растительного сырья.

Исследования убедили в целесообразности использования в комбинированных напитках основы из прорастающих бобов сои в диетическом, функциональном питании. Нередко такие продукты оказываются более богатыми по химическому составу и содержанию биологически активных веществ [1].

Пищевые достоинства напитков обусловлены присутствием соевой основы, в состав которой входят сбалансированный по аминокислотному составу легко усваиваемый белок, растворимые сахара, витамины, макро- и микроэлементы, органические соединения, а также энзимы, фитогормоны и другие биологически активные вещества [2].

Целью работы являлось получение заменителей молочных продуктов пробиотической направленности, которые, по своим органолептическим характеристикам не уступают традиционным молочным продуктам [3].

При изготовлении напитков использовали поликомпонентную закваску, состоящую из йогуртовых культур *Streptococcus thermophilus*, лактобактерий *Lactobacterium bulgaricus* и бифидобактерий.

В качестве наполнителей применялись персиковый нектар, морковное пюре, фруктоза, ванилин.

Органолептическая оценка качества проводилась в соответствии с

требованиями разработанных ТУ 9226-190-02069036-2005 на дегустационном совещании в Орловском государственном техническом университете и осуществлялась дегустационной комиссией, в состав которой входили специалисты кафедры ТиТПП и предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Балловая оценка проводилась на основании разработанной 5-ти балльной шкале с использованием дегустационной карты.

Результаты дегустационной оценки качества комбинированных напитков представлены в таблице 1. В знаменателе приведена оценка в баллах с учетом коэффициента весомости.

Полученные напитки имеют высокие органолептические характеристики: вкус чистый кисломолочный, со свежим привкусом проростков и вводимого наполнителя, цвет – белый с оттенком, соответствующим вносимому наполнителю, равномерный по всей массе, консистенция однородная, допускается незначительное отделение сыворотки.

Таблица 1. Результаты дегустационной оценки качества напитков в процессе хранения

Показатели качества	Коэффициент весомости	Название напитков		
		"Айболит"	"Дарина"	"Витамин"
Внешний вид и консистенция	0,5	4,2/2,1	4,3/2,15	4,6/2,3
Цвет	0,1	4,3/0,43	4,4/0,44	4,5/0,45
Вкус и аромат	0,4	4,7/1,88	4,6/1,84	4,8/1,92
Сумма баллов		13,2	13,3	13,9

Категория качества напитков при органолептической оценке представлена в таблице 2.

Таблица 2. Категория качества напитков

Категория качества	Сумма баллов
Отличное	15-13
Хорошее	12-10
Удовлетворительное	9-7
Неудовлетворительное	6 и ниже

Из напитков этого ряда наиболее высоко был оценен напиток «Витамин», обладающий приятным морковным привкусом и ароматом, и белым с оттенком оранжевого цветом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Основа из прорастающих бобов сои // Информационный листок № 53 – 181 – 06. Орел: ЦНТИ, 2006. 3с.

2. Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Возможности расширения ассортимента пробиотических продуктов на основе прорастающих семян сои / Сб. тез. 2-го междунар. конгр. «ЕвразияБио – 2010». (Москва, 13-15 апреля 2010 г.); под. ред. Р.Г. Василова. М. 2010. С. 158–160.

3. Способ получения растительного напитка: пат. 2312506, РФ, № 2006138773/13, заявл 02.11.2006, опубл. 20.11.2008, Бюл. № 32.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕЙ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ**

Баженова Б.А., Балыкина О.А., Миронов К.М.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет» 670042, г. Улан-Удэ ул.Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

Для увеличения объемов колбасного производства, повышения, сохранения и стабилизации качества продукта, наряду с основным сырьем, применяют добавки, в том числе белковые, по своим функциональным свойствам приближающиеся к мышечным белкам.

Особое место в рецептурах мясопродуктов занимают микроэлементы, например селен, в связи с его высокой биологической значимостью. Селен является эссенциальным микроэлементом, входит в состав таких ферментов как глутатионпероксидаза, форматдегидрогеназа, пероксидаза и др. Спектр его действия в организме довольно широк, Он выполняет каталитическую, структурную и регуляторную функции, участвует в окислительно-восстановительных процессах, обмене жиров, белков и углеводов. Согласно данным эпидемиологических исследований более 80 % населения России обеспечены селеном ниже оптимального уровня.

В связи с этим целью работы явилось создание селенсодержащей белково-жировой эмульсии, оптимизация ее состава для обогащения мясопродуктов селеном.

Белковая часть белково-жировой эмульсии представлена соевым белковым изолятом, сухим обезжиренным молоком, жировая часть - растительным маслом, а также в состав эмульсии включена полисахаридсодержащая составляющая – это селенированная биотехнологическим способом пшеничная мука.

Белково-жировые эмульсии представляют многокомпонентные сложные дисперсные системы, свойства которых определяются прежде всего функциональными свойствами, характером взаимодействия и структурной совместимостью основных компонентов и, прежде всего, белков и жиров.

Разработка рецептуры белково-жировой эмульсии предусматривала обоснование и выбор вида компонентов и их соотношения с целью получения эмульсии, обогащенной селеном с максимальными функциональными свойствами и сбалансированными пищевыми компонентами.

Для проведения расчета рецептур эмульсий была составлена экономико-

математическая модель. Исходными данными служили содержание белка, жира, влаги, углеводов, а также функциональные свойства – водосвязывающая способность, соотношение белка и жира. Выходная информация представляла количественное соотношение всех компонентов и оптимальные значения свойств эмульсии.

Критериями оптимальности являлись основные функциональные свойства белково-жировой эмульсии (водоудерживающая способность => max), соотношение коэффициентов белок:жир, белок:вода. При использовании в качестве функции цели того или иного критерия оптимальности соответствующее ограничение исключалось из модели.

Условия оптимального состава белково-жировой эмульсии в математической модели описывались в виде системы неравенств, в которые введены следующие обозначения:

- $x_1$  – мука селенированная;
- $x_2$  – соевый белковый изолят;
- $x_3$  – сухое обезжиренное молоко;
- $x_4$  – растительное масло
- $x_5$  – вода.

При составлении математической модели рецептурной задачи учитывался химический состав, соотношения белок:жир, белок:вода, функционально-технологические свойства компонентов эмульсии. Ограничения системы неравенств представлены в таблице 1

Таблица 1. Ограничения математической модели рецептур белково-жировой эмульсии

Показатели	Содержание	
	min	max
1.Массовая доля белка, %	8,0	11,0
2.Массовая доля жира, %	40,0	45,0
3.Массовая доля влаги, %	40,0	45,0
4.Массовая доля золы, %	0,5	1,0
5.Массовая доля углеводов, %	4,0	10,0
6.Водосвязывающая способность, %	80,0	100,0
Коэффициент:		
7.Белок:жир	4,0	5,0

Комплексная модель рецептуры белково-жировой эмульсии представлена следующей системой неравенств:

1.  $8,0 \leq 15,3 x_1 + 92 x_2 + 40 x_3 \leq 11,0$
2.  $40,0 \leq 0,8 x_1 + 0,3 x_2 + 1,2 x_3 + 99,9 x_4 \leq 45,0$
3.  $40,0 \leq 14,5 x_1 + 6,0 x_2 + 4,0 x_3 + 0,1 x_4 \leq 45,0$
4.  $0,5 \leq 2,0 x_1 + 1,6 x_2 + 2,8 x_3 \leq 1,0$
5.  $4,0 \leq 67,3 x_1 + 0,1 x_2 + 52,0 x_3 \leq 10,0$
6.  $80,0 \leq 200 x_1 + 600 x_2 + 80 x_3 + 100 x_5 \leq 100$
7.  $4,0 \leq 19,1 x_1 + 306,0 x_2 + 33,3 x_3 \leq 5,0$

Для упрощения неравенств были введены обозначения:

$$x = x_i/100 \quad i = 1 \div 5$$

В результате чего имеем следующее условие получения единицы продукции:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 1,0$$

Функции цели для белково-жировой эмульсии будут иметь следующий вид:

$$F_{ц1} (\text{белок:влага}) = 1,06 x_1 + 15,33 x_2 + 10 x_3 \Rightarrow \max$$

$$F_{ц2} (\text{стабильность}) = 62,3 x_1 + 87,8 x_2 + 83,8 x_3 \Rightarrow \max$$

При решении математической модели с помощью компьютерной программы получены оптимальные варианты рецептов белково-жировой эмульсии с селенированной мукой, которые удовлетворяют критериям оптимальности, поставленным в задаче (табл.2).

Таблица 2. Рецептуры белково-жировой эмульсии с селенированной мукой

Наименование компонентов	Содержание, кг на 100 кг белково-жировой эмульсии	
	Вариант 1	Вариант 2
Селенированная мука	9,1	8,7
Изолят соевого белка	5,5	5,9
Сухое обезжиренное молоко	5,6	5,8
Растительное масло	40,5	40,3
Вода	39,3	39,3
Итого	100	100

Для экспериментального подтверждения полученных результатов исследовали функционально-технологические показатели двух вариантов белково-жировых эмульсий с селенированной мукой, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3. Функционально-технологические показатели вариантов белково-жировых эмульсий с селенированной мукой

Белково-жировая эмульсия	Мас-совая доля белка, %	Мас-совая доля жира, %	Мас-совая доля влаги, %	Стабильность, %	Коэф-фициент белок: жир	Содержание селена, мг %
Вариант 1	8,5±0,4	41,6±0,5	40,4±0,6	95,3±0,5	1,0:4,9	4,2
Вариант 2	8,9±0,3	40,5±0,4	41,2±0,3	94,8±0,5	1,0:4,6	4,0

Результаты исследований показали, что полученные модели белково-жировых эмульсий при оптимальных соотношениях белка, жира и влаги обладают высокой стабильностью 95,3 и 94,8 %. Данный показатель в

наибольшей степени определяет качество эмульсии и способствует одновременному достижению оптимальных значений их как водосвязывающей, так и водоудерживающей и жирудерживающей способностей. Кроме того белково-жировые эмульсии содержат биодоступный селен в количестве 4,0-4,2 мг %. Таким образом, полученные варианты белково-жировой эмульсии с селенированной мукой обладают высокими функционально-технологическими показателями и могут быть использованы для производства вареных колбас функционального назначения с высокими потребительскими характеристиками.

## **РОЛЬ ГЛУТАТИОНА В МЕТАБОЛИЗМЕ СЕЛЕНА ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

Баженова Б.А., Аслалиев А.Д., Данилов М.Б.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет», 670042, г. Улан-Удэ ул. Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

В современных условиях особую актуальность приобретают вопросы оптимизации рационов питания. Одним из основных проблем, которые предстоит решить является снижение поступления с пищей ряда эссенциальных компонентов. Это, прежде всего, относится к незаменимому микроэлементу селену. В организме животного и человека может возникнуть ряд заболеваний, связанных как с избытком, так и недостатком этого химического элемента. Поэтому при решении проблемы дефицита селена в организме важно решить две основные задачи – это, во первых, обеспечить высокую биодоступность микроэлемента и, во-вторых, обеспечить строгий контроль его поступления в организм.

Зерновые и кормовые культуры превращают селен преимущественно в селенометионин, который включается в белки вместо метионина, так как т-РНК Met не способна различить эти два соединения. Количество селенометионина растений определяется не столько потребностью самого растения, сколько количеством биологически доступного селена из окружающей среды.

Ключевой формой селена при его метаболизме в основных организмах является селеноводород, который выступает в качестве общей регулируемой формой элемента в организме. Как известно, при метаболизме селена в растениях селенид образуется в результате взаимодействия неорганического селена с глутатионом.

В этой связи представляло интерес изучение изменения содержания глутатиона в процессе проращивания зерна пшеницы с использованием селенированной воды.

Данные, представленные на рис. 1 показывают, что в процессе проращивания пшеницы содержание глутатиона увеличивается.

Известно, что глутатионин является сильным восстановителем и очень легко окисляется. Поэтому биосинтез селенида происходит при взаимодействии селенит-аниона с окисленной формой глутатиона с образованием

селенодиглутатиона, а затем – с восстановленной с образованием глутатион селеноперсульфида.

Поэтому важным условием синтеза глутатион селеноперсульфида является наличие в среде достаточного количества восстановленной формы глутатиона.

Для восстановления окисленной формы глутатиона необходимо действие сильных восстановителей. Ферментативным путем глутатион может быть восстановлен за счет НАДН и НАДРН (особенно за счет последнего) в присутствии глутатионредуктазы.

Как показали экспериментальные исследования (рис. 1), в процессе проращивания пшеницы глутатионредуктаза накапливается лишь в течение трех суток и его активность увеличивается всего на 0,47 мкМ/мин. На 6-7 –е сутки активность фермента уменьшается в 2 раза. Вероятно, поэтому в процессе прорастания семян для восстановления окисленной формы глутатиона в зерне предусмотрен биосинтез аскорбиновой кислоты – сильного восстановителя.

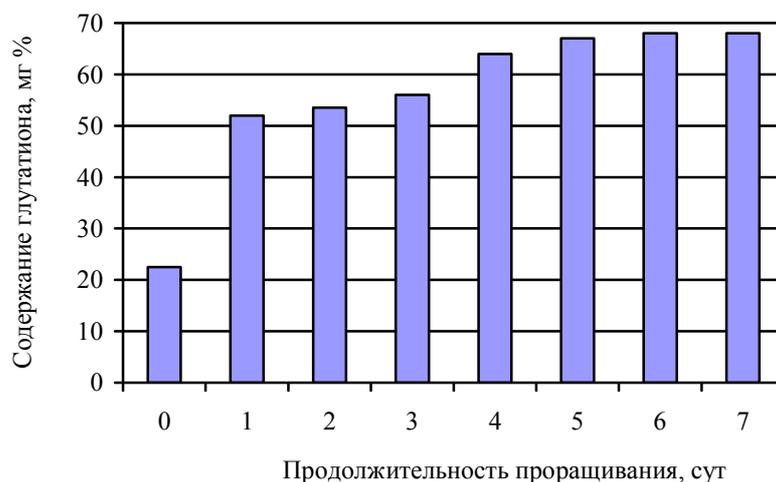


Рис. 1. Изменение содержания глутатиона в процессе проращивания пшеницы

Так, если в непророщенной пшенице аскорбиновая кислота отсутствовала, то в процессе ее прорастания содержание витамина увеличивается до 167 мкг/г (рис. 1).

Анализ данных, представленных на рис. 1 и 2, указывает, что в процессе проращивания зерна пшеницы с использованием селенированной воды создаются необходимые условия для биосинтеза органической формы селена. Однако, как известно из схемы метаболизма селена растениями, образование восстановленной формы глутатиона выступает в качестве ключевой реакции. Поэтому на следующем этапе экспериментальных исследований необходимо было изучить накопление восстановленной формы глутатиона, которая с высокой степенью активности участвует в тиол-дисульфидном обмене прорастающего зерна. Количественно данный процесс косвенно

характеризуется соотношением S-S- связей (характерно для окисленного глутатиона) к -SH - группе (характерно для восстановленного глутатиона).

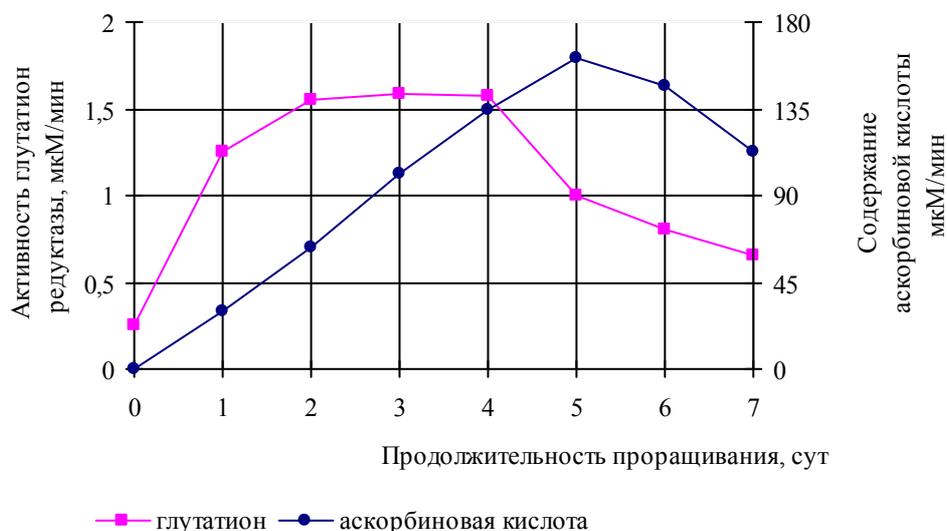


Рис. 2. Изменение активности глутатионредуктазы (—■—) и содержания аскорбиновой кислоты (—●—)

Данные, представленные в таблице, показывают, что в процессе проращивания пшеницы количество сульфгидрильных групп увеличивается. Так, в течение первых суток проращивания общее содержание сульфгидрильных групп увеличилось почти на 28 %. Наибольшее увеличение количества сульфгидрильных групп отмечено на третьи сутки проращивания – почти на 60 %, по сравнению с исходным зерном.

Таблица. Изменение соотношения количества дисульфидных связей и сульфгидрильных групп

Продолжительность проращивания	Содержание в белке, мг. экв/г		Соотношение Г-S-S-Г/Г-SH
	SH - групп	S-S - связей	
Исходное зерно	4,60	160	34,8
1	5,88±0,41	126±3,6	21,4
2	6,55±0,44	96±4,9	14,7
3	7,33±0,56	44±2,1	6,0
4	6,72±0,61	43±2,0	6,4
5	6,48±0,59	46±2,6	7,1
6	6,44±0,53	49±2,7	7,6
7	6,46±0,50	53±2,3	8,2

Сульфгидрильная группа восстановленного глутатиона легко подвергается окислению и из двух молекул восстановленного глутатиона образуется селенодиглутатион: G-S-Se-S-G.

Анализ данных, представленных в таблице показывает, что содержание восстановленной формы глутатиона остается на достаточно высоком уровне в

течение всего периода проращивания. Так, на 7-е сутки проращивания концентрация -SH – групп уменьшается лишь на 12,3 %, что указывает на высокую эффективность синтеза селенодиглутатиона. Далее, селендиглутатион последовательно восстанавливается до глутатион селенаперсульфида (G-S-Se-H) и селеноводорода (H<sub>2</sub> Se). Таким образом, при метаболизме селена в проращиваемой пшенице на первом этапе при участии различных форм глутатиона осуществляется последовательное восстановление селенита в селенид. Показано, что ключевым процессом синтеза селенида является образование восстановленной формы глутатиона при непосредственном участии аскорбиновой кислоты.

## **ПОЛИСАХАРИДСОДЕРЖАЩАЯ БЕЛКОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ЙОДИРОВАНИЯ ВАРЕННЫХ КОЛБАС**

Лескова С.Ю.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет» 670042, г. Улан-Удэ ул.Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

Забайкалье относится к биохимической провинции с острой йодной недостаточностью. Так, человек, проживающий в Бурятии, потребляет в сутки 0,086 мг йода. Учитывая суточную потребность в данном биологически активном элементе, дефицит его составляет 43 %, без учета потерь при приготовлении пищи. Для нормального функционирования щитовидной железы суточное потребление йода должно составлять 100-200 мкг. При снижении поступления в организм йода нарушается функция щитовидной железы, что приводит к йоддефицитным заболеваниям.

Решение данной проблемы возможно через реализацию программ искусственного обогащения йодом продуктов питания массового спроса. Среди таких продуктов мясные изделия занимают доминирующее место. Это обусловлено тем, что в соответствии с требованиями науки о питании мясные продукты являются обязательной частью рациона питания современного человека. Поэтому обогащение мясopодуков йодом представляется актуальным.

В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование пищевой добавки «Оптимикс RM» как основы для йодирования мясного сырья для производства вареных колбас.

Пищевая добавка «Оптимикс RM» в настоящее время быстро и широко внедряется в колбасное производство. Она имеет многокомпонентный состав и включает в себя следующие составные части: молочный белок, сахара, пищевые фосфаты, мальтодекстрины, каррагинан, моно- и диглицериды жирных кислот, глутамат натрия, эриторбат натрия.

В работе была изучена степень связывания йода добавкой «Оптимикс RM», говядиной 1 сорта и свининой полужирной. Йодирование проводили водным раствором йодида калия.

При выполнении работы использовали титрометрический метод определения йода. Согласно поставленной в работе задаче, контроль содержания йода вели через 6 и 24 часа выдержки в посоле, а также после тепловой обработки. Результаты исследований представлены в таблице.

Анализ показал, что с добавкой «Оптимикс RM» йод связывается практически сразу и сохраняется в течение суток на уровне 90%.

На основании литературных данных можно предполагать, что часть йода связалась химически с молочным белком, в котором, как известно, высокое содержание аминокислот - тирозина и фенилаланина.

По данным многих исследователей именно с этими аминокислотами хорошо связывается йод. Кроме того, в составе «Оптимикс RM» имеются жирные кислоты с ненасыщенными связями, а также значительная доля приходится на полисахариды (каррагинан и мальтодекстрины), которые при тепловой обработке образуют прочные гели, удерживающие йод.

Таблица. Содержание йода в исследуемых образцах

Способ йодирования	Время выдержки в посоле				После тепловой обработки	
	6 час		24 час		%	мкг
	%	мкг	%	мкг		
«Оптимикс RM» + KI	89	222,5	92	230,0	-	-
Говядина + KI	22	55,0	34	85,0	18	45,0
Свинина + KI	26	65,0	35	87,5	21	52,5
(Говядина +KI) + «ОптимиксRM»	34	85,0	56	140,0	25	62,5
(Свинина +KI) + «Оптимикс RM»	38	95,0	62	155,0	30	75,0
Говядина +(KI + «ОптимиксRM»)	37	92,5	61	152,5	41	102,5
Свинина +(KI + «Оптимикс RM»)	43	107,5	72	180,0	44	110,0

В отличие от пищевой добавки говядина 1 сорта связывает лишь 22-34%, а свинина полужирная 26-34%, т.е. почти в три раза меньше. Это можно объяснить более низкой концентрацией сухих веществ в мясе и отсутствием углеводной составляющей, которая, вероятно, способствует связыванию йода с белковым компонентом.

Из табличных данных, видно что при введение в рецептуру йодированной говядины и свинины добавки «Оптимикс RM» количество связанного йода увеличивается на 30%. При этом выдержка в течение суток способствует увеличению связанного йода на 22-25 %.

В третьем варианте в говядину и свинину вводили предварительно йодированную добавку «Оптимикс RM». Оказалось, что в этом случае содержание йода в соленом фарше через 24 часа выдержки в посоле достигает: в говядине 61%, в свинине 72%, т.е. практически в два раза больше, чем в случае введения просто йодида калия. Причем разница в содержании йода в образцах говядины и свинины значительна и составляет 11%. Это может быть связано с различиями в химическом составе говядины и свинины, в частности,

количеством ненасыщенных связей в мясе, особенно в его жировой фракции.

После тепловой обработки потери йода в модельных образцах из йодированного фарша с добавкой и без нее составили 50-60%. Однако, в случае использования йодированной добавки потери йода в образцах мяса не превысили 30%, т.е. в 100 г готового продукта содержание йода составило около 100 мкг. Полученные данные могут быть приняты за основу при расчете дозы йодида калия, которую необходимо ввести в смесь «Оптимикс RM» с тем, чтобы обеспечить заданное количество йода в готовом продукте.

Таким образом, доказано, что смесь «Оптимикс RM» является перспективным объектом для йодирования и дальнейшего использования ее в производстве вареных колбас.

## **АРАБИНОГАЛАКТАН КАК СЫРЬЁ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ОБЛАДАЮЩИХ НАНОКОМПОЗИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Баженов Б.Н., Финкельштейн Б.Л., Сайботалов М.Ю.\*

Иркутский государственный университет, \*ООО «Флавир», dikvertin@mail.ru

Значительную часть биомассы древесины лиственницы (по некоторым данным [1] – от 15 до 35 %) составляет арабиногалактан (АГ) – водорастворимый полисахарид, проявляющий наряду с низкой токсичностью высокую биологическую активность (гастро- и гепатопротекторную, мембранотропную, иммуностимулирующую, гиполипидемическую и др.). Кроме того, АГ является пребиотиком, т.е. избирательно стимулирует рост и активность нормальной микрофлоры кишечника [2]. Благодаря эмульгирующей способности АГ, его высокой растворимости в холодной воде (до 60 %), низкой вязкости даже высококонцентрированных растворов, возможно его самое широкое применение: в пищевой, кондитерской (эмульгатор, связующий и структурирующий материал, производство съедобных пленок), фармацевтической (кроме собственной биологической активности – в качестве связующего, наполнителя, стабилизатора эмульсий, кремов и мазей), текстильной (загуститель при крашении и аппретировании тканей), деревообрабатывающей (производство карандашей, спичек), полиграфической промышленности (офсетная печать), в переплетном деле, производстве гуашевых и акварельных красок, а также в качестве ПАВ в строительстве и в металлургической промышленности [1,3,4].

Несмотря на то, что ряд зарубежных фирм (таких как «Colloids Naturels International» - Франция) производят разнообразные добавки к пищевым продуктам на основе АГ, в 1964 г. АГ в качестве пищевой добавки разрешен Управлением по пищевым продуктам и лекарственным средствам США (FDA USA), в нашей стране нет его промышленного производства, и такие крупнейшие отечественные производители, как компания «Вимм-Билль-Данн» выпускают продукцию с использованием АГ импортного производства [4].

Строение и свойства арабиногалактана изучаются более чем в течение полувека (достаточно подробные обзоры [2,4]). АГ имеет высокоразветвленную молекулу с главной цепью, построенной из звеньев галактозы, соединенных связями  $\beta$  - (1 $\rightarrow$ 3), и боковых цепей со связями  $\beta$  - (1 $\rightarrow$ 6) из звеньев галактозы и арабинозы, а также – из единичных звеньев арабинозы. Концевыми невосстанавливаемыми остатками являются  $\beta$  - Дгалактопираноза,  $\beta$  - Дарабинофураноза и  $\beta$  -L-арабинопираноза. Соотношение звеньев галактозы и арабинозы примерно 6 : 1; молекулярная масса арабиногалактанов из различных видов лиственницы варьирует от 30 000 до 60 000, причем, даже в пределах одного вида в зависимости от места произрастания и времени заготовки сырья может колебаться как молекулярная масса, так и соотношение галактозы и арабинозы.

В последнее десятилетие интенсифицировались исследования биологической активности АГ, на его основе разработан ряд нанобиокмозитов с некоторыми металлами (в том числе – благородными), которые обладают широким спектром разнообразной биологической активности [5-7]. Для создания подобных композитов чрезвычайно важно стандартизовать сырье, полученное из разных источников, знать подробные характеристики конкретного исходного сырья.

Нами исследован АГ лиственницы сибирской, выделенный из биомассы дерева возрастом 160 лет, время и место заготовки сырья – ноябрь месяц, граница Нижнеудинского и Чунского районов Иркутской области.

Экстракты АГ получали тремя разными способами: двойная последовательная экстракция горячей (А1 и А2) или холодной (В1 и В2) водой без предварительного обессмоливания и с предварительным обессмоливанием ацетоном с последующей также двойной экстракцией горячей водой (С1 и С2). Водные экстракты объединяли и аликвоту подвергали гидролизу 5 %-ной HCl, гидролизаты нейтрализовали и анализировали методом ВЭЖХ. Кроме арабинозы и галактозы, других продуктов гидролиза не обнаружено. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Состав водных экстрактов арабиногалактана

№	Условия экстракции	Содержание АГ, % от абс.сухой древесины
Без обессмоливания		
<b>А1</b>	1 час, $t_{кип.}$	16.1
<b>А2</b>	- " -	4.1
<b>В1</b>	1 сут, $t_{комн.}$	16.7
<b>В2</b>	- " -	5.1
С обессмоливанием		
<b>С1</b>	1 час, $t_{кип.}$	12.1
<b>С2</b>	- " -	11.1

Выход АГ определялся исходя из суммарного содержания арабинозы и

галактозы, с учетом поправочных коэффициентов (соответственно, 0.88 и 0.90, как отношение молекулярных масс структурного звена и мономера).

Для выделения АГ из упаренных водных растворов использовали 2 варианта:

а) 10 мл водного раствора АГ медленно приливали к пятикратному объему ацетона при интенсивном перемешивании. АГ отделяли от раствора декантацией, его перерастворяли в воде и повторяли операцию до трех раз;

б) Пятикратный объем ацетона приливали к 10 мл водного раствора АГ при перемешивании. Выпавший АГ также перерастворяли в воде и операцию также повторяли до трех раз.

1 %-ные растворы полученных препаратов использовали для определения восстанавливающих (в данном случае – альдегидных) группировок - редуцирующих веществ (РВ). Далее растворы подвергали кислотному гидролизу и также определяли содержание РВ. В таблице 2 приведены полученные результаты.

Таблица 2. Состав препаратов арабиногалактана

Вариант выделения АГ	Выход, %		РВ, % от исх. препарата		Содержание галактозы в гидролизате, % от исх. препарата
	от содержания в растворе	от а.с.д.	до гидролиза	после гидролиза	
а	65-75	10-12	0,42	94,5	99,5
б	80-85	12-13	0,85	88,5	77,5

Содержание РВ после гидролиза, возрастающее более чем в 100 раз, может характеризовать степень полимеризации исследуемого полимера. Низкое содержание РВ в негидролизованных препаратах свидетельствует, по крайней мере, о чистоте препаратов относительно содержания в них моносахаров, а достаточно высокое содержание в растворах после гидролиза о чистоте полученного полисахарида. Более высокое отношение РВ, полученное в препаратах после гидролиза, к РВ в исходных растворах АГ, полученного способом **а** (240) вполне согласуется с литературными данными [2,4] о степени полимеризации АГ (180-360). Это также может служить подтверждением более высокой чистоты препарата **а**. Содержание РВ в гидролизатах растворов препаратов, а также содержание галактозы, определенное методом ВЭЖХ (табл.2) позволяют оценить содержание АГ в препарате **а** не менее 95 %, в препарате **б** – около 80 %. Далее для исследований использовали АГ, полученный именно способом **а**.

Результаты изучения динамики кислотного гидролиза хлороводородной кислотой приведены на рис 1.

Из графиков видно, что максимальное содержание арабинозы достигалось уже через 25-30 мин, через 80 мин содержание галактозы также стало постоянным, что свидетельствует о практически полном протекании

гидролиза.

Интересно изменение отношения концентраций арабинозы и галактозы во времени. На начальных этапах гидролиза наблюдается преимущественное отщепление арабинозы, накопление галактозы происходит медленнее. Очевидно, что согласуется с литературными данными о строении АГ [2-5], это происходит вследствие более легкого отщепления доступных боковых цепей полимера, которые представлены фрагментами арабинозы, затем происходит расщепление основной цепи и увеличение содержания галактозы.

Наиболее интересные результаты получены с использованием мембранных технологий очистки и концентрирования. Однопроцентные растворы АГ фильтровали через мембраны фирмы Millipore с порами 450 нм и УПМ-20 отечественного производства — 20 нм.

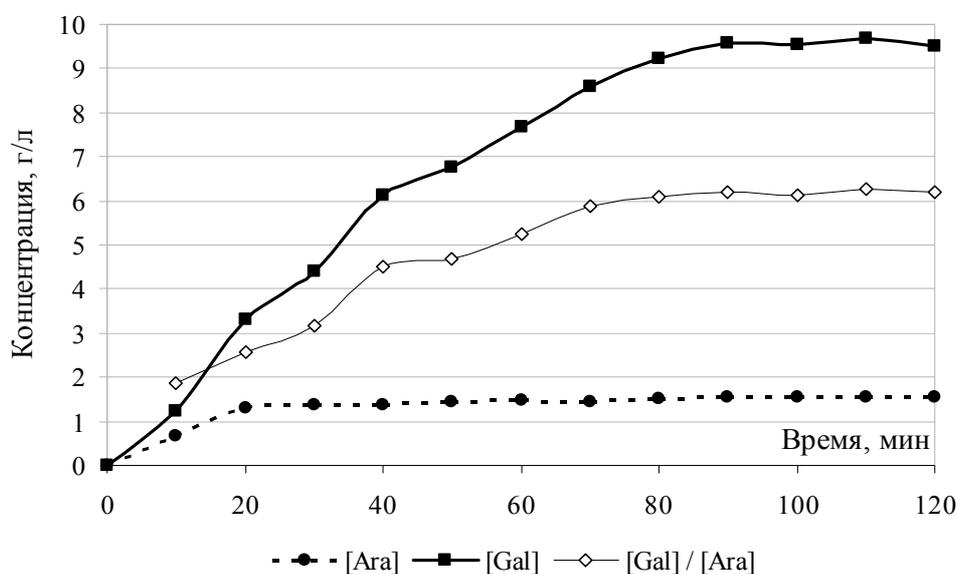


Рис.1. Динамика гидролиза АГ хлороводородной кислотой

Анализировали состав растворов после мембраны (фильтрат) и до мембраны (пермеат). Анализ проводили несколькими методами: гравиметрическим, определением содержания РВ до и после гидролиза и методом ВЭЖХ на содержание моносахаров в полученных гидролизатах.

Полученные результаты приведены в табл.3.

Таблица 3. Анализ растворов АГ до и после мембраны\*

Тип мембраны	РВ, г/л		Содержание Gal в гидролизате, г/л
	Раствор	Гидролизат	
Millipore	0.045-0.055/0.15-0.17	3.5-7.0/5.5-9.5	11.5-12.5/11.9-12.5
УПМ-20	0.010-0.020/0.14-0.17	0.58-0.85/16.2-18.4	следы/12.6 – 14.9
	0.082/150	2.5/260	2.6/250

\*В числителе приведены данные, относящиеся к фильтрату, в знаменателе к пермеату

При использовании мембраны Millipore, как и ожидалось, содержание АГ в фильтратах и пермеатах было сравнимым. Полученный фильтрат оказался более прозрачным и менее окрашенным, что свидетельствует о возможности использования мембран для очистки АГ, что обсуждалось в работе [8].

При использовании мембраны УПМ-20 на начальных этапах фильтрования, в среднем 20 % от общего объема раствора, в фильтрате отношение редуцирующих веществ до и после гидролиза составляет величины от 30 до 80, а в пермеате — от 120 - 130. Сравнение этих результатов с отношением, равным  $\approx 100$  в исходных препаратах (таблица 2) может свидетельствовать о концентрировании более высокомолекулярной фракции в пермеате, тогда как низкомолекулярная проходит через мембрану. Из таблицы также видно, что концентрация АГ в пермеате, определенная двумя методами, явно выше концентрации исходного раствора (10 гл).

Чтобы более наглядно показать возможность концентрирования, было проведено фильтрование практически всего раствора. Получен вязкий концентрированный раствор, содержащий 25 % АГ. Из данных, приведенных в нижней строчке таблицы, видно, что результаты анализа фильтрата этого опыта практически совпадают с данными анализов предыдущих фильтратов: отношение редуцирующих веществ до и после гидролиза равно 30.

Таким образом, можно сделать вывод о наличии в составе природного полимера АГ двух фракций. При проведении ультрафильтрации, низкомолекулярная фракция практически беспрепятственно проходит через мембрану, содержание ее мало меняется в зависимости от степени фильтрования и, по-видимому, соответствует содержанию этой фракции в исходном препарате – около 20-25 %.

Высокомолекулярная фракция концентрируется в пермеате, что наглядно показано в последнем эксперименте. Возможность подобного разделения имеет важное значение, т.к. различные фракции, как показано многочисленными исследованиями [2,4,7], могут иметь различное применение в качестве биологически активных веществ.

**Методы и инструменты:** *Экстракция.* Сырье — технологическая щепка древесины лиственницы; экстрагент — дистиллированная вода; настаивание без перемешивания (при комнатной температуре 1 сутки или при слабом кипении 1 час); гидромодуль 2:1 (2 л экстрагента на 1 кг щепы, с учетом влажности сырья).

*Гидролиз.* 1 %-ный раствор АГ обрабатывали 5 % HCl, V = 1 : 1, 2,5 часа при кипячении с обратным холодильником. Гидролизаты нейтрализовали 5 % NaOH и анализировали на содержание моносахаров методом ВЭЖХ.

*Определение редуцирующих веществ.* Использовали модифицированный метод Шомоди-Нельсона [9]. К 1 мл исследуемого раствора приливали 1 мл раствора Шомоди, смесь кипятили 20 минут, после этого к охлажденному раствору приливали 1 мл раствора Нельсона и 7 мл воды. В полученном растворе определяли оптическую плотность при  $\lambda = 590$  нм, толщина кюветы 1 см, по отношению к холостому раствору. В необходимых случаях перед

проведением анализа пробу разбавляли.

*Анализ исследуемых объектов методом ВЭЖХ.* Колонка Ø3×150, сорбент сепарон SGX2NH<sub>2</sub>, эффективность 650 т.т.; элюент ацетонитрил: вода (75 : 25); скорость подачи 0,5 мл в минуту; объем пробы 3 мкл; детектор дифференциальный рефрактометр.

Идентификацию моносахаров проводили по временам удерживания; количественный анализ – посредством сравнения площадей пиков углеводов на хроматограммах исследуемой и стандартной смесей. Предварительно проверяли соблюдение условия пропорциональности между аналитическим параметром - площадью хроматографического пика, и концентрацией определяемого вещества с варьированием как различных концентраций, так и чувствительности детектора. Во всем диапазоне исследуемых концентраций пропорциональность соблюдалась.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Г.П., Беленькая Н.Г., Чочиева М.М., Антоновский С.Д., Терпукова А.Ф. Влияние арабиногалактана на свойства бумаги//Химия древесины.- 1978. № 5.- С 104-109.

2. Дубровина В.И., Медведева С.А., Витязева С.А., Колесникова О.Б., Александрова Г.П., Гуцол Л.О., Грищенко Л.А., Четверякова Т.Д. Структура и иммуномодулирующее действие арабиногалактана лиственницы сибирской и его металлопроизводных.- Иркутск, 2007.- 145 с.

3. Антонова Г.Ф., Тюкавкина Н.А.//Химия древесины.- 1983. №2.- С 89-92.

4. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор)//Химия растительного сырья.- 2003, № 1.- С. 27-37.

5. Александрова Г.П., Суворова Е.В., Грищенко Л.А., Медведева С.А. Получение производных арабиногалактана с некоторыми биогенными металлами//Матер. II Всеросс. конф. "Химия и технология растительных веществ". Казань. 2002. - С. 99.

6. Сухов Б.Г., Александрова Г.П., Грищенко Л.А., Феоктистова Л.П., Сапожников А.Н., Пройдакова О.А., Тьков А.В., Медведева С.А., Трофимов Б.А. Нанобиокомпозиты благородных металлов на основе арабиногалактана: получение и строение//Журнал структурной химии.- 2007, № 5, т. 48.- С. 979-984.

7. Грищенко Л.А. Металлосодержащие нанокompозиты на основе арабиногалактана: дисс. ... канд.хим.наук.- Иркутск, 2007.- 158 с.

8. Драгунский А.В., Малков Ю.А., Медведева Е.Н., Бабкин В.А. Технология очистки арабиногалактана//Пищевые технологии, качество и безопасность продуктов питания: Мат-лы докладов Н.-пр.к.- Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006.- С.54-56.

9. Mandels M., Veber J. Production of cellulases and their application. // Washington D.C.- 1969.-P. 391.

# ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТЫ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СОИ

Ратникова Л.Б., Ануфриев В.П.

Сибирский университет потребительской кооперации,  
630087 Новосибирск пр. К. Маркса, 26, equippit@sibupk.nsk.su

Появляющиеся в СМИ публикации о вредном воздействии трансгенной сои на организм человека формируют в массовом сознании отрицательное отношение ко всему, что с соей связано. Присутствие любых соевых добавок в пищевых продуктах вызывает у большинства потребителей негативную реакцию, поскольку понятия «соевые» и «трансгенные», «опасные» фактически отождествляются. Реагируя на настроения потребителей, стараются дистанцироваться от сои и производители продуктов питания (справедливости ради стоит отметить, что многие лишь декларативно). Вместе с тем, ученым и специалистам давно известны высокие технологические, пищевые и лечебно-профилактические свойства продуктов глубокой переработки сои [1, 2]. Постоянное обновление и расширение ассортимента последних обуславливает необходимость их дальнейшего изучения. Кроме того, базой для формирования у потребителей объективного взгляда на соевые продукты могут служить только новые научные данные.

Вышеизложенное определило цель нашего исследования – изучить влияние соевых белковых продуктов (изоляты, концентраты, мука и их текстурированные формы) на пищевую ценность кулинарной продукции из рубленого мяса

**Объектами исследования** послужили: мясные фарши «Говяжий» и «Домашний» по ТУ 9214-608-00419779-2001; соевые белковые продукты (СБП) – изолят Soymax 900, концентрат Текон 2Н, функциональные концентраты с загустителями Proteccon G и Текон М, текстурированная мука Maxten 120R; модельные образцы полуфабрикатов и изделий из мясных фаршей. Контрольные образцы были приготовлены на основе рецептуры «Бифштекса рубленого» и не содержали СБП. Опытные образцы готовились с добавкой гидратированных СБП путем замены ими 10-30% мясного сырья. Степень гидратации СБП: Soymax 900 – 1:3,7 и 1:4,4; Текон 2Н и Текон М – 1:3,1; Proteccon – 1:3,2; Maxten – 1:2,35. Полуфабрикаты доводили до кулинарной готовности путем варки на пару в течение 25 мин.

В работе использованы общепринятые методы. Статистическая обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием пакета программ SPSS-11,5. Достоверность различий оценивалась с помощью тестов Kruskal-Wallis, Wilcoxon, Mann-Whitney. Принятый уровень значимости –  $p \leq 0,05$ .

**Содержание основных пищевых веществ в изделиях из мясных фаршей с добавкой СБП.** В контрольных изделиях из говяжьего и домашнего фарша содержание белка составляло 22,8 и 20,4%; жира – 29,3 и 34,9%; углеводов – 0; золы – 2,6 и 2,5%; энергетическая ценность (на 100 г) составляла 355 и 396 ккал, соответственно. Величину изменения содержания белка и жира

в изделиях из говяжьего и домашнего фарша при замене в них от 10 до 30% мяса СБП рассчитывали относительно контроля, содержание белка и жира в котором принято за 100%.

Установлено, что, в зависимости от вида СБП, в изделиях из говяжьего фарша содержание белка увеличивалось от 3 до 19%, содержание жира уменьшалось от 11 до 50%. В изделиях из домашнего фарша содержание белка увеличивалось от 4 до 23%, содержание жира уменьшалось от 10 до 34%.

Известно, что количественное соотношение белков и жиров в составе продукта влияет на усвояемость тех и других компонентов. Оптимальным соотношением жира и белка считается 1(0,8):1. В табл. 1 показано отношение количества жира к количеству белка в изделиях с заменой 10...30% мяса СБП.

Таблица 1. Отношение жир/белок в изделиях из мясных фаршей с СБП

Вид СБП	Домашний фарш	Говяжий фарш
Контроль	1,715	1,283
Текон 2Н	1,535...1,184	1,158...0,909
Текон М	1,535...1,184	1,158...0,909
Proteccon G	1,533...1,178	1,156...0,902
Maxten 120 R	1,532...1,177	1,156...0,901
Soymax (1:3,7)	1,509...1,199	1,139...0,917
Soymax (1:4,4)	1,532...1,176	1,156...0,901

Из данных табл. 1 следует, что отношение жира к белку в контрольных изделиях (особенно из домашнего фарша) выше оптимального. По мере увеличения доли СБП в рецептуре соотношение жира и белка становится ближе к оптимуму.

Содержание углеводов при замене от 10 до 30% мяса увеличилось в изделиях с Proteccon, Текон 2Н, Текон М, Maxten от 0,5-1,4 до 1,4-3,5 г/100 г. По содержанию большинства минеральных веществ СБП превосходят мясные фарши, поэтому добавка СБП улучшает минеральный состав изделий из них. Содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР в изделиях из мясных фаршей при замене от 10 до 30% мяса снижалось. Однако, величина снижения невелика и может быть легко компенсирована блюдами из продуктов, являющихся их основными источниками. Энергетическая ценность изделий из говяжьего и домашнего фаршей понижалась от 5 до 29 и от 7 до 29%, соответственно.

Таким образом, установлено, что добавка до 30% СБП положительно влияет на химический состав изделий из мясных фаршей, поскольку в них улучшается соотношение жир - белок, в то время как изменение содержания прочих пищевых веществ не существенно.

**Биологическая ценность белков изделий из мясных фаршей с добавкой СБП** оценивалась по аминокислотному скору и коэффициенту утилитарности аминокислотного состава (U), отражающего сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону.

Известно, что биологическая ценность соевых белков лимитирована

серусодержащими аминокислотами, в то время как белки мяса полноценны. Скоры суммы метионина и цистина у изучаемых СБП следующие (%): Soymax - 73,1; Maxten - 82,9; Proteccon - 85,7; Текон 2Н - 82,9; Текон М - 80,0. Результаты изучения влияния вида и количества добавки СБП на показатели биологической ценности белков мясных фаршей представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели биологической ценности белков контрольных мясных фаршей и с заменой 10...30% мяса СБП

Незаменимые аминокислоты	Скор контроля, %	Скоры белков фаршей с СБП, %					
		Soymax (1:4,4)	Soymax (1:3,7)	Maxten 120R	Proteccon n G	Текон 2Н	Текон М
% Говяжий фарш							
Лизин	155	152...145	151...144	152...144	151...144	152...146	151...143
Треонин	108	107...106	107...105	107...106	108...107	108...107	107...106
Лейцин	114	115...117	115...118	113...113	115...119	114...116	113...113
Изолейцин	105	108...114	109...115	107...110	107...110	108...113	107...110
Валин	111	111...110	111...110	110...108	110...108	111...110	110...108
Триптофан	113	114...116	114...116	114...115	117...124	114...115	114...115
Фенил.+тироз	130	134...140	134...141	132...134	133...137	133...138	131...134
Метион.+цист	108	105...98*	104...97*	106...101	106...101	106...100	105...100
<b>U</b>	0,88	0,87... 0,81	0,86... 0,80	0,88... 0,85	0,88... 0,84	0,88... 0,83	0,88... 0,85
Домашний фарш							
Лизин	156	152...145	152...144	152...144	152...144	153...146	152...143
Треонин	110	109...107	109...107	109...108	110...109	110...109	109...107
Лейцин	111	113...116	113...116	111...112	113...118	112...114	111...111
Изолейцин	112	115...120	115...120	113...115	113...115	114...118	113...115
Валин	113	113...112	113...112	112...110	112...109	113...112	112...109
Триптофан	121	121...122	121...122	121...121	124...130	121...121	121...121
Фенил.+тироз	129	133...140	134...141	131...134	132...137	132...138	131...133
Метион.+цист	107	103...96*	104...99*	104...99*	105...100	104...99*	104...98*
<b>U</b>	0,88	0,85... 0,79	0,85... 0,78	0,87... 0,84	0,86... 0,83	0,86... 0,82	0,86... 0,83

\* – минимальный скор менее 100%

Табличные данные свидетельствуют, что при увеличении доли СБП в мясных фаршах от 10 до 30% показатели биологической ценности белков, с одной стороны, имеют тенденцию к снижению: коэффициенты утилитарности U, а также скоры лизина, треонина, валина и метионина с цистином уменьшаются. С другой стороны, величина снижения U в говяжьем фарше с Maxten, Текон М, Proteccon и Текон 2Н составляет всего от 3,4 до 5,7%; в домашнем – от 4,5 до 6,8%. Самое большое снижение U (9,1-11,4%) наблюдается в фаршах с Soymax (1:3,7). Скоры лизина, треонина, валина, хотя и снижаются, составляют больше

100%; скор суммы метионина с цистином близок к этому уровню – от 96 до 101%, в зависимости от вида СБП. Кроме того, как было показано выше, содержание белка в изделиях по мере увеличения добавки СБП повышается, что компенсирует снижение его качества.

Таким образом, в целом, изменение биологической ценности белков мясных фаршей вследствие добавки до 30% СБП невелико. В частности же, величина изменения зависит от вида СБП.

**Безопасность кулинарной продукции из мясных фаршей с добавкой СБП.** Ранее нами было установлено, что оптимальное количество замены мяса СБП – 15%, причем, преимущество перед прочими СБП имеют концентрат Текон 2Н и текстурат Махтен 120R [3]. В связи с этим, микробиологические показатели безопасности были определены для кулинарной продукции с добавкой 15% названных СБП. Результаты исследования приведены в табл.3.

Таблица 3. Показатели микробиологической безопасности кулинарной продукции из мясных фаршей с СБП

Срок хранения при $t=4\pm 2^{\circ}\text{C}$	Фарш говяжий с Махтен 120R				Фарш домашний с Текон 2Н			
	полуфабрикат		готовое изделие		полуфабрикат		готовое изделие	
	норматив	факт	норматив	факт	норматив	факт	норматив	факт
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более							
0 час	$5,0 \times 10^6$	$4,2 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	$0,8 \times 10^1$	$5,0 \times 10^6$	$3,8 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	$0,7 \times 10^1$
24 час	$5,0 \times 10^6$	$5,1 \times 10^5$	$1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$	$5,0 \times 10^6$	$4,4 \times 10^5$	$1 \times 10^3$	$1,6 \times 10^2$
БГКП (колиформы), патогенные (в т.ч. сальмонеллы) в полуфабрикатах и готовых изделиях, а также <i>S. aureus</i> , <i>Proteus</i> в готовых изделиях не обнаружены								

Данные табл. 3 свидетельствуют, что добавка СБП в мясные фарши не ухудшила микробиологические показатели изделий из них – как непосредственно после приготовления, так и в пределах срока годности (СанПиН 2.3.2.1324-03). Показатели санитарно-показательных микроорганизмов не превышают значений СанПиН 2.3.2.1078-01, патогенные и условно-патогенные микроорганизмы не обнаружены.

Таким образом, в исследовании установлено, что добавка 10-30% СБП в мясные фарши не снижает пищевую ценность и показатели безопасности изделий из них. В связи с этим, использование СБП при разработке новой кулинарной продукции целесообразно и обосновано.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доморощенкова М.Л. Особенности современного этапа производства и развития рынка пищевых соевых белков в России // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 10, 11.
2. Лусас Э., Ки Чун Ри Производство и использование соевых белков. – М.: Колос, 2002.

3. Ануфриев В.П., Ратникова Л.Б. Влияние соевых белковых продуктов на качество кулинарной продукции из рубленого мяса // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 10.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА**

Темникова О.Е., Егорцев Н.А., Зимичев А.В.

ГОУ ВПО «Самарский Государственный Технический Университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, mionagreya@mail.ru

Постоянный стресс и неблагоприятная экологическая ситуация значительно снижают уровень здоровья населения. Важным фактором в поддержании иммунитета является здоровая и полноценная пища. Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к традиционным и важнейшим продуктам питания человека. Современное общество предъявляет определенные требования к ассортименту и качеству хлебобулочных изделий. В связи с чем, особым спросом пользуются продукты питания, имеющие профилактическую направленность. К подобным продуктам в частности относятся хлебобулочные изделия с использованием нетрадиционного сырья. Примером может служить различное плодово-ягодное и овощное сырье и продукты его переработки, а также продукты переработки зерна.

Гречка славится своей мягкостью, молочностью, отличным вкусом, калорийностью, является полноценной заменой мяса – и все благодаря хорошо растворимым и усваиваемым белкам. Среди других зерновых культур гречка выделяется своей питательной ценностью, диетическими качествами, высоким содержанием железа, калия, фосфора, меди, цинка, бора, йода, никеля, кобальта и других микроэлементов. В ее состав входят органические кислоты: лимонная, щавелевая, малеиновая, яблочная, витамины группы В, РР, Р (рутин), причем в более сбалансированном соотношении, нежели в других зерновых. Много в гречихе фолиевой кислоты (она стимулирует кроветворение, повышает выносливость и сопротивляемость организма ко многим болезням). По содержанию жира из всех круп, употребляемых в пищу, гречневая уступает только овсяной крупе и пшенице, а по содержанию белка превышает все зерновые и уступает лишь бобовым культурам (сое, гороху) [1].

На кафедре «Технология пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов» СамГТУ проводились исследования по разработке технологии выработки хлебобулочных изделий с использованием гречевого сырья, в частности гречневой крупы [2].

В работе использовали пшеничную муку I сорта, гречневую крупу, соль поваренную пищевую, дрожжи сухие «Ракмауа».

За основу был взят хлеб формой из пшеничной муки I сорта с добавлением 30 % гречневой муки [2].

Цель данного исследования – установить оптимальное соотношение крупы и воды для получения хлебобулочных изделий с высокими показателями

качества.

Исследования проводились путем проведения пробных лабораторных выпечек с последующим анализом основных физико-химических (кислотность, влажность) и органолептических (цвет, вкус, аромат, структура мякиша) показателей качества [3].

За основу была взята разработанная кафедрой технология хлеба пшеничного с добавлением 30 % гречневой муки, которая включает опарный способ тестоведения с использованием закваски из пшеничной муки и осахаренной белым солодом заварки из гречневой муки. Вместо осахаренной белым солодом заварки, использовали разваренную при 80°C гречневую крупу. Всю массу гречневой крупы вносили на стадии приготовления опары. Соотношение крупы и воды изменяли от 1:2 до 1:4. Расстойка тестовых заготовок проводилась в течение 55-60 минут при 30-35°C, а выпечка – в течение 30-35 минут при 180°C.

При соотношении крупы и воды 1:2 и 1:3 гречневая крупа получается недостаточно разваренной, что отрицательно сказывается на качестве готовых изделий. В структуре мякиша таких образцов, а также при прожевывании четко выделяются жесткие частицы гречневой крупы.

Установлено, что наилучшие по качеству и внешнему виду образцы хлеба с добавлением гречневой крупы получаются при соотношении крупы и воды 1:4. Основные физико-химические показатели качества полученных образцов хлеба приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные физико-химические показатели качества

Соотношение крупы и воды	Влажность, %	Кислотность, град
1:2	38	2,0
1:3	42	2,0
1:4	46	2,0

Полученные образцы хлеба обладают приятным специфическим вкусом и ароматом, характерным для гречневой крупы. За счет достаточного количества воды при разваривании гречневой крупы в структуре мякиша практически неразличимы отдельные частицы крупы. Дальнейшее исследование будет направлено на совершенствование данной технологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://mshealthy.com.ua/diet-grechka.htm>
2. Использование гречевого сырья при выработке хлебобулочных изделий/Темникова О.Е., Егорцев Н.А., Зимичев А.В.//Хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия XXI века//Материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2009. – 317 с.
3. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Ч. I. Технология хлеба. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНАНТРОПНЫХ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК**

Белых О.А., Петров А.Н. \*, Калинович С.Е., Матосова Е.А.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирская академия образования»,  
г. Иркутск, Нижняя набережная, 6

\*ГОУ ВПО «Иркутский Государственный Университет»,  
664003, Иркутск, Сухе Батора, 5, petrov@mail2k.ru

Одной из обозначенных Президентом и Правительством РФ первоочередных задач обеспечения здоровья россиян является замещение импортных лекарств высокоэффективными препаратами и БАДами отечественного производства. Огромным резервом в расширении ассортимента БАДов являются лекарственные растения и грибы [1, 2,3], в том числе и синантропные виды. В действующую сегодня XI Фармакопею СССР внесено 187 видов лекарственных растений [4], в то время, как только для Иркутской области рекомендованы в качестве лекарственного сырья 605 видов сосудистых растений и 18 видов грибов-макромицетов [5]. Одной из причин столь значительных расхождений является крайне слабая изученность большинства видов, что не соответствует требованиям современных технологий.

Для практического применения растительного сырья необходимы знание химического состава растения и свойств вида в культуре. Основное назначение первичного интродукционного испытания - получение жизнеспособного посадочного или посевного материала своей репродукции растений-интродуцентов, предварительное выявление их адаптационных возможностей и разработка примерной схемы агротехнических мероприятий их дальнейшего культивирования. На протяжении всего первичного интродукционного испытания должен осуществляться целенаправленный искусственный отбор. Одним из проявлений такого отбора является температурная стратегия, при которой регулирование температуры в холодное время года должно быть направлено на приближение ее к сложившимся температурным параметрам пункта интродукции [6, 7]. Такая стратегия не даст погибнуть перспективным интродуцентам, не сделает их изнеженными и позволит еще на начальной стадии первичного интродукционного испытания приблизительно оценить их потенциальную перспективность.

Другим проявлением искусственного отбора при первичном интродукционном испытании является планомерное сокращение численности экземпляров образца за счет удаления более слабых особей. При этом за основу принимается так называемое "коллекционное число". Здесь мы сталкиваемся с одним из специфических противоречий интродукции растений, когда менее пластичные в условиях культуры виды растений представлены в ботанических коллекциях и питомниках меньшим числом экземпляров, тогда как более пластичные травянистые растения - большим числом.

Научные наблюдения за мобилизованными растениями начинаются на

стадии селекции полученного исходного материала. Именно наблюдения, поскольку научное изучение подразумевает четкую методичность процесса, а разработка такой методики на этапе первичного интродукционного испытания в большинстве случаев затруднительна. На завершающей стадии первичного интродукционного испытания проводится научное исследование интродуцентов, включающее в себя элементы эксперимента. В ходе таких наблюдений и исследований выявляется реакция растений-интродуцентов конкретного образца на условия культивирования в конкретном пункте интродукции.

Территория Ботанического Сада ИГУ расположена на юго-западном склоне Кайской горы в реликтовой сосновой роще. Высота над уровнем моря 468 метров. Согласно данным метеостанции г. Иркутска климатическая характеристика района интродукции определяется следующими метеоусловиями: средняя годовая температура отрицательна  $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  и очень изменчива по месяцам. Сумма активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  составляет  $1727^{\circ}$ . Вегетационный период начинается в конце первой декады мая и заканчивается в начале сентября. Почвы светло-серые лесные среднеспособные. Комплексная оценка первичной интродукции проводилась по ряду критериев: успешности перезимовки, полноте и скорости прохождения фаз онтогенеза, семенной продуктивности и возобновлению вида в условиях культуры, ускоренному прохождению фенологических фаз. Полный список растений коллекции БС ИГУ содержит 445 видов из 44 семейств, все растения представлены на экспозиции и проходят интродукционные испытания, а, следовательно, уже испытывают постоянный антропогенный пресс. Более того, в антропогенно нарушенных лесах Приангарья (*Anemone crinita* Juz., *Anemone reflexa* Stephan., *Atragene sibirica* Lam., *Cimicifuga foetida* L., *Delphinium elatum* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pulsatilla turczaninowii* Kryl. & Serg., *Thalictrum minus* L., *Trollius chinensis* Bunge auct.).

Иркутские коллекции чистых культур растений и грибов гораздо беднее [8, 9], но в них уже появились штаммы редких видов, выделенных в синантропных местообитаниях (*Ganoderma lucidum*, *Laricifomes officinalis*, *Lentinus sulcatus*, *Dictyophora duplicata*, *Mutinus caninus*, *Langermannia gigantea*, *Mycenastrum corium*, *Endoptychum agaricoides*). Очевидно, для реликтов степной, неморальной или аркто-альпийской микобиоты само существование в антропогенно нарушенных ценозах уже является мощным стрессовым фактором, который стимулирует метаболизм соответствующих антидепрессантов.

Использование методов культуры клеток растений *in vitro* является не только одним из важным путей сохранения генофонда лекарственных растений, но и альтернативным источником получения биологически активных веществ (БАВ), для применения в медицине, косметологии, пищевой промышленности. Для практического применения растительного сырья необходимо знание химического состава как интактного растения, так и каллусной ткани. Как правило, содержание биологически активных веществ имеет максимальные

значения у растений, собранных в дикой природе. Меньшее содержание, в частности алкалоидов, отмечено в интродуцированных растениях. В каллусной ткани содержание алкалоидов было еще ниже. Аналогичные закономерности наблюдались и при введении в культуру большинства изученных нами штаммов грибов – количественные показатели биологически-активных веществ в мицелии и в культуральной жидкости по сравнению с лекарственным сырьем, заготовленным традиционными методами, обычно существенно снижались. Однако этот недостаток компенсируется стабильностью всех технологических показателей и более того, вполне устраним современными методами клеточной инженерии.

Огромный интерес к нашим лекарственным растениям и грибам – а последние изучены значительно слабее растений! - проявляют фармацевтические фирмы стран Юго-Восточной Азии. Через «дыры» в таможне из страны тоннами вывозится лекарственное сырье, в том числе и «краснокнижные» виды, причина та же – нет информации. В итоге может сложиться ситуация, когда иностранными фирмами на основе нашего сырья будут созданы и запатентованы новые препараты. Мы же, как всегда, будем закупать импортные средства. Данная задача не может быть решена усилиями отдельных энтузиастов и требует консолидации усилий многих специалистов.

В настоящее время целесообразность создания государственной программы регионального - а лучше, межрегионального! - уровня по комплексному изучению лекарственных растений и грибов, как основы для создания новых фармацевтических производств, стала очевидной. При этом необходима координация усилий не только медиков, фармацевтов и биохимиков, но и флористов, систематиков, геоботаников. При оценке перспективности того или иного вида для внедрения в производство клеточных культур необходимо учитывать не только биохимические, но и эколого-ценотические характеристики изучаемых дикоросов. И в этом отношении такой показатель, как экологическая пластичность вида или штамма, его способность к внедрению в суб-, квази- и артеприродную среду может оказаться одним из решающих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильина Т.Н., Семенова Е.А., Ильичева Т.Н., Проняева Т.Р., Покровский А.Г., Шульц Э.Э., Толстиков Г.А. Ингибирование обратной транскриптазы ВИЧ-1 фенольными соединениями солодки уральской (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) // Химия в интересах устойчивого развития, 2001, т. 9. - С. 575-581.
2. Mishra B.B., Kale R.R., Singh R.K., Tiwari V.K. Alkaloids: future prospective to combat leishmaniasis// *Fitoterapia*. 2009. - V.80, №2. - P.81-90.
3. Kishore N., Mishra B.B, Tripathi V., Tiwari V.K. Alkaloids as potential anti-tubercular agents // *Fitoterapia*. 2009. - V.80, №3. - P.149-63.
4. Жученко А.А.-мл. Мобилизация мировых генетических ресурсов и средоулучшающие фитотехнологии. - М., 2007. – 149 с.

5. Белых О.А., Петров А.Н. Рекомендации по определению ресурсов полезных растений и грибов. – Иркутск, 2004. – 18 с.

6. Скворцов А.К., Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. и др. Формирование устойчивых интродукционных популяций. Москва, 2005. – Изд-во: Наука. – 186 с.

7. Белых О.А., Розанов С.Е. Изучение химического состава некоторых представителей семейства лютиковых (Ranunculaceae) Прибайкалья // Растительный покров Байкальской Сибири. – Иркутск, 2003. – С. 30-34.

8. Волчатова И.В., Медведева С.А., Петров А.Н. Дереворазрушающие грибы – возможные продуценты новых лекарственных препаратов // Успехи медицинской микологии: Матер. 2-го Всеросс. Конгресса по медицинской микологии. Т. 3. - М., 2004.- С.183-184.

9. Петров А.Н., Еникеев А.Г., Розанов С.Е. Региональные коллекции чистых культур как источник перспективных для фармакологии штаммов высших базидиомицетов // Успехи медицинской микологии: Матер. 1-го Всеросс. Конгресса по медицинской микологии. Т. 1. - М., 2003.- С.292-293.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *ALLIUM VICTORIALIS L.* ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПЛОТНОСТИ**

Кузнецова Е.Г.

Сибирский университет потребительской кооперации,  
г. Новосибирск, проспект Карла Маркса 26, [equip@sibupk.nsk.su](mailto:equip@sibupk.nsk.su)

Среди основных задач, стоящих перед современным обществом, можно выделить одну из самых важных и сложных: обеспечение населения земного шара безопасными продуктами питания. Состояние питания является важнейшим фактором, определяющим здоровье нации. Пища должна не только удовлетворять потребности человека в основных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции.

В настоящее время российский рынок заполнили продукты с синтетическими добавками, признанные мутагенами для организма человека, которые нарушают естественную микрофлору кишечника. В сложной экологической обстановке становится актуальным использование в рационе традиционных растительных продуктов питания, богатых биологически активными веществами. Человеку они необходимы для поддержания общего тонуса организма, ускорения обмена веществ, повышения иммунитета и увеличения продолжительности жизни.

Использование местного дикорастущего сырья позволит расширить ассортимент и повысить качество готовой продукции, разнообразить и естественным путем обогатить рацион населения Сибири минеральными веществами и витаминами.

Лук победный *Allium victorialis L.* (черемша) является источником

витамина С и  $\beta$ -каротина, по количеству которых данный вид сопоставим с черной смородиной и морковью. В 20-е годы коренное население Сибири спасалось от цинги, употребляя это ранневесеннее растение в пищу.

Одной из целей нашей работы явилось изучение потребительских свойств лука победного, произрастающего на территории Сибири.

В данном растении в достаточном количестве содержатся зольные элементы (таблица 1), необходимые для пищевого рациона человека, проживающего в регионе с суровыми климатическими условиями.

Таблица 1. Массовая доля микро- и макроэлементов в луке победном, на сухую массу

Фенологическое состояние растения	%						мг%			
	Зола	К	Са	Na	Mg	P	Mn	Co	Cu	Fe
Побеги (апрель)	10,8	4,52	1,20	1,96	0,30	0,41	3,78	0,03	1,84	4,40
Листья (май)	12,5	5,03	1,32	2,28	0,37	0,48	3,06	0,01	1,68	3,83
Цветочная стрелка (июнь)	8,44	4,09	0,71	1,81	0,09	0,31	0,68	0,09	0,06	1,26

Из макроэлементов в луке победном преобладает калий (41,9% массы золы). Магний составляет 3,0%, фосфор – 3,9% массы золы. Из микроэлементов наиболее высоким количеством характеризуется железо и марганец. В листьях, по сравнению с побегами, находится большее количество макроэлементов, и меньшее – микроэлементов. Цветочные стрелки лука беднее минеральными веществами по сравнению с листьями и побегами. Лук победный характеризуется высоким содержанием пектиновых веществ, каротина и витамина С (таблица 2).

В листьях лука, по сравнению с побегами, находится в 1,6 раза больше пектиновых веществ и вдвое больше аскорбиновой кислоты и каротина.

Количество эфирных масел в луке изменяется в процессе развития растения. Максимальное количество их накапливается в побегах апрельского сбора, минимальное – в цветочных стрелках июньского сбора. Луковицы, листья и цветочные стрелки лука победного употребляют в сыром, соленом и маринованном виде. Однако в Сборниках рецептов блюда с луком победным встречаются крайне редко.

Согласно действующим санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, все продукты, употребляемые в пищу должны быть безопасны. Следовательно, с целью решения задачи исследования безопасности данного продукта, нами проводились опыты по определению токсичных металлов и нитратов в луке победном свежем (таблица 3).

По результатам таблицы 3 очевидно, что исследуемое нами сырье пригодно к употреблению и переработке, так как содержание токсичных элементов и нитратов в луке не превышает предельно допустимых норм, следовательно, продукт безопасен для здоровья потребителя.

Таблица 2. Химический состав лука победного (на сырой вес), %

Химические вещества	Фенологическое состояние растения			
	Молодые побеги (начало апреля)	Побеги (апрель)	Листья (май)	Цветочные стрелки (июнь)
Вода	89,2	86,89	86,48	95,40
Сухие вещества	10,8	13,11	13,52	4,60
Титруемая кислотность	0,12	0,12	0,14	0
Сахара	1,34	0,63	0,89	1,93
в том числе: инвертный сахар	0,82	0,31	0,35	0,64
сахароза	0,52	0,32	0,54	1,29
Пектиновые вещества	1,84	2,02	2,94	0
в том числе: пектин	0,94	0,61	1,36	0
протопектин	0,9	1,41	1,58	0
Азотистые вещества	3,14	3,23	3,54	0
Белки	2,5	2,34	2,00	0
Клетчатка	1,92	2,12	2,48	0
Лигнин	0,12	0,11	0,10	0
Зола	0,91	0,98	1,25	0,39
Эфирные масла	0,05	0,06	0,03	0,02
Витамин С, мг%	19,54	25,10	39,07	25,04
Каротин, мг%	1,23	1,65	2,34	2,10

Таблица 3. Массовая доля токсичных элементов в луке победном свежем

Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг, не более, по СанПиН	Фактическое содержание, мг/кг, при исследовании
Содержание токсичных элементов, мг/кг, не более:		
-свинец	0,5	0,011±0,0021
-кадмий	0,03	следы
-мышьяк	0,2	следы
-ртуть	0,02	следы
Содержание пестицидов, мг/кг, не более:		
-гексахлорциклопесан, (α,γ,β-изомеры)	0,5	следы
ДДТ и его метаболиты	0,1	следы
Содержание нитратов, мг/кг, не более:	600	18,27±0,0202
Содержание радионуклидов, Бк/кг, не более:		
-цезий-137	120	следы
-стронций-90	40	следы

Таким образом, по результатам проведенных нами (в Сибирском университете потребительской кооперации) комплексных исследований разработаны и утверждены технические условия ТУ 9765-017-01597959-06 «Лук победный (черемша) свежий», технико-технологические карты на «Салат победный», «Фарш из лука победного с яйцом», «Пирожки весенние».

Кроме того, доказана возможность безопасного использования свежего и мороженого полуфабриката лука победного для производства кулинарной продукции повышенной пищевой плотности.

По своему потенциалу *ALLIUM VICTORIALIS L.* (лук победный) может стать одним из наиболее полноценных источников качественного и безопасного питания для населения Сибири, что имеет немалый оздоровительный, социальный и экономический эффект.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ САПОНИНОВ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Тошев А.Д., Бобылева А.В.

ГОУ ВПО «Южно – Уральский государственный университет»,  
454080. г. Челябинск пр.Ленина,85, bobyleva\_alyona@mail.ru

Сапонины – безазотистые гликозиды растительного происхождения с поверхностно-активными свойствами, благодаря которым они, при взбалтывании с водой, образуют густую стойкую пену. Название происходит от латинского *sapo* (род. падеж *saponis*) – мыло. Бесцветные или желтоватые кристаллические или аморфные вещества с высокой температурой плавления. Хорошо растворяются в воде, плохо – в холодном этаноле, лучше – в метаноле, не растворяются в бензоле, хлороформе, эфире. Молекулы содержат углеводную и неуглеводную (стероид или тритерпен) части. Стероидными сапонинами богаты растения семейства амариллисовых, лилейных, диоскорейных; а тритерпеновыми сапонинами – бахчевые культуры [1].

Ранее сапонины, наряду с растительными и животными белками, использовались в качестве натуральных пищевых эмульгаторов, но затем были вытеснены синтетическими или полусинтетическими эмульгаторами, промышленное производство которых интенсивно стало развиваться в середине прошлого века. Кроме того, в силу некоторых негативных свойств в России введено ограничение на использование растительных сапонинов в пищевой промышленности.

Однако проводимые на протяжении последних десятилетий многочисленные исследования *in vitro* и *in vivo* убедительно доказали, что сапонины не только теряют токсичность в желудочно-кишечном тракте за счет связывания с жировыми компонентами пищи [5], но и обладают широким спектром биологического действия, что позволяет рассматривать их как комплексные пищевые добавки [6].

В последние годы все более возрастает интерес к нетрадиционному

сырью, содержащему сапонины, а также изучению их химического состава, фармакологических свойств, методов глубокой переработки этого сырья.

Сапонины в пищевой промышленности применяют при производстве шипучих напитков, пива, некоторых кондитерских изделий.

Тритерпеновые сапонины обладают адаптогенным действием. Стимуляция иммунитета (наряду с повышением неспецифической резистентности к инфекциям) представляет большой практический интерес при инфекционных заболеваниях, а также при проявлении других гипоиммунных и дисиммунных состояний [2].

Противоопухолевая активность выявлена у ряда сапониновых гликозидов. Выдвигаются гипотезы о том, что сапониновые гликозиды вызывают фрагментацию мембран митохондрий, выполняющих функцию главного генератора энергии как в нормальных, так и в опухолевых клетках. С ними связаны ферменты, регулирующие окислительное фосфорилирование, а нарушение этой системы приводит к гибели клетки [3]. Установлено, что основной частью молекулы, ответственной за цитостатическую активность сапониновых гликозидов, являются стероидный агликон и его полярность. Углеводная часть оказывает влияние на растворимость и, по-видимому, лишь содействует транспорту стероидных гликозидов через клеточные мембраны. Стероидные сапонины влияют на развитие атеросклероза, некоторые из них понижают артериальное давление, нормализуют учащенный ритм сердечных сокращений, замедляют и углубляют дыхание. Особенно важным эффектом стероидных сапонинов является их влияние на содержание холестерина в крови.

Одним из возможных растений – источников сапонинов является алоэ вера. В листе алоэ вера содержится около 3% сапонинов, а также целый ряд других гликозидов, витаминов, минеральных веществ и органических кислот. Исходя из многообразия полезных веществ, содержащихся в алоэ, можно сделать вывод о возможном его применении в качестве пищевой добавки. Наиболее удачным для проявления пенообразующих свойств сапонинов является бисквитный полуфабрикат. По структуре бисквитное тесто можно отнести к пенам. Бисквитное тесто готовят путем насыщения воздухом сахарояичной смеси, которую затем соединяют с мукой и замешивают тесто. Так как в алоэ содержится достаточное количество сапонинов, то оно будет способствовать формированию структуры бисквитного теста[4].

Таким образом, применяя алоэ вера в качестве пищевой добавки в производстве мучных кондитерских изделий, мы можем не только повысить их пищевую ценность, но и улучшить структурно-реологические свойства теста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенова, Н.Н. Исследование синтетических и природных антиоксидантов *in vitro* и *in vivo* I Сб. науч. ст. Московское общество испытателей природы. Институт химической физики им./ Н.Н.Семенова. - М: Наука, 1992. - 110с.

2. Ловякова, М.Я. Избирательное накопление элементов растениями, синтезирующими сапонины / М.Я. Ловкова и др. // Прикладная биохимия и микробиология. -1997. - Т. 33, № 6: с. 635-642.

3. Турова А.Д. Экспериментальная и клиническая фармакология сапонинов / А.Д. Турова, А.С. Гладких // Фармакология и токсикология. - 1969, Т.29, № 2. - С . 242-249.

4. Ратушный А.С. , Баранов, Б.А., Ковалев, Н.И. и др. Технология продукции общественного питания. Технология блюд, закусок, мучных кулинарных, кондитерских и булочных изделий. Том 2./ А.С. Ратушный. – М.: «Мир», - 2003, Т. 2. – С. 323-326

5. Gee J.M. Interactions between hemolytic saponins, bile salts and small intestinal mucosa in the rat / J M Gee, I.T. Johnson//J.Nutr.-1988.-Vol. 118.-P. 1391.

6. Rao A.V. Saponins as anticarcinogens / A.V. Rao, M.K. Sung // J Nutr. - 1995. - Vol. 125 (Suppl. 3). - P. 717-724.

### **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИИ МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ГРИБА-КСИЛОТРОФА *TRAMETES PUBESCENS* (SHUM.:FR.) PILAT.**

Чхенкели В.А., Горяева Н.А., Чхенкели Л.Г., Дядькина А.С., Калинович А.Е.  
ФГОУ ВПО Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
664038, Иркутская область, п. Молодёжный, chkhenkeli@rambler.ru

Изучение теоретических проблем, а именно: физиологических и биохимических аспектов направленного синтеза биологически активных веществ (БАВ), синтезируемых продуцентом *T. pubescens*, - даёт возможность как теоретического, так и практического обоснования и разработки способов его культивирования, эффективных методов выделения и очистки вторичных метаболитов. Основная цель таких исследований заключается в получении новых лекарственных средств медицинского и ветеринарного назначения, технологических ингредиентов для применения на бродильных производствах, стимуляторов роста сельскохозяйственных животных и т.д. На сегодняшний день особо острыми представляются и проблемы утилизации промышленных отходов, в том числе и биотехнологических производств. В связи с этим весьма актуальным является решение вопроса об использовании биомассы продуцента. В этом контексте могут быть рассмотрены схемы безотходного производства антимикробных препаратов и технологических ингредиентов, а также производства полисахаридов и иммуностимулирующих препаратов на их основе, стимуляторов роста животных. Разработка основных принципов технологической схемы получения препаратов, характеризующихся выраженным фармакологическим действием, и технологических ингредиентов является неотъемлемой частью и данной работы.

Технологические схемы получения лекарственных препаратов на основе базидиомицетов в самых разнообразных вариантах широко используются

американской компанией Garuda International Inc. Для получения препаратов используются методы экстракции этиловым спиртом – Corext (на основе *T. versicolor*), горячей водой и этиловым спиртом – Cormext (*T. versicolor*), Shiext (*L. edodes*), Prext 4 (*G. lucidum*), Lemext (*L. edodes*), Cordmyxcext (*Cordiceps sinensis*), водой при температуре 60 °С (*L. edodes*). Технология некоторых лекарственных средств ограничивается высушиванием биомассы вместе с культуральной жидкостью без отделения биомассы и её сушки в воздушном потоке. На таком принципе основано получение биологически активной мицелиальной массы *T. pubescens*, обладающей противоопухолевым и иммуностимулирующим действием, превосходящим крестин, выпускаемый японской биотехнологической фирмой Sankyo Co Ltd и новая биологически активная добавка Трамелан на основе биомассы базидиального гриба *Trametes (Coriolus) pubescens* [2].

Поиск оптимальных условий и режимов культивирования продуцента осуществляли с использованием методов математического планирования эксперимента, а именно: полного факторного эксперимента (ПФЭ) [1]. В результате оптимизации были выбраны питательные среды для жидкофазного культивирования продуцента. В зависимости от конечного продукта используются различные источники углерода (сахароза, глюкоза) в разных концентрациях с добавлением микрокристаллической целлюлозы для поддержания природной целлюлазной активности продуцента.

В табл. 1 представлены оптимальные концентрации источника углерода в среде для получения антимикробных препаратов (Леван –1, Леван –2) и технологического ингредиента Леван–1.

Следует отметить, что состав питательных сред подбирался не только с учётом физиологических потребностей продуцента, но и с учётом того, что культивирование продуцента проводится с целью получения лекарственных средств медицинского и ветеринарного назначения, технологического ингредиента для пищевой промышленности, а, следовательно, с учётом жёстких требований по критериям безопасности. На этом моменте делается акцент, поскольку наши исследования показали, что различные партии мелассы, используемой на микробиологических производствах, в частности, на ОАО «Иркутский дрожжевой завод», могут быть источником тяжёлых металлов [7]. В свою очередь дрожжи, низшие мицелиальные и высшие грибы обладают способностью к сорбции тяжёлых металлов, что показано как в наших исследованиях [6], так и в работах других авторов [5].

На среде, которая была определена как оптимальная для культивирования продуцента при получении технологического ингредиента Леван–1, процесс осуществлялся в дифференциальном режиме. С целью интенсификации процесса в стадии логарифмического роста продуцента осуществляли регуляцию уровня рН среды, подпитку субстратом. При этом продолжительность культивирования в периодическом режиме при 26 – 28° С составляла 48 – 50 ч при отъёмно – доливном – 28 – 30 ч. Концентрация

биомассы в зависимости от содержания редуцирующих веществ составляла от 10 до 25 г/л а.с.б.

На среде, которая была определена как оптимальная для культивирования продуцента при получении технологического ингредиента Леван-1, процесс осуществлялся в дифференциальном режиме. С целью интенсификации процесса в стадии логарифмического роста продуцента осуществляли регуляцию уровня рН среды, подпитку субстратом. При этом продолжительность культивирования в периодическом режиме при 26 – 28<sup>0</sup> С составляла 48 – 50 ч при отъёмно – доливном – 28 – 30 ч. Концентрация биомассы в зависимости от содержания редуцирующих веществ составляла от 10 до 25 г/л а.с.б.

Таблица 1. Содержание источника углерода в среде при получении антимикробных препаратов, технологического ингредиента и экономический коэффициент использования субстрата (Y)

Препарат, ингредиент	Содержание источника углерода в среде, %		Выход биомассы г/л по а.с.в.	Y, %
	Сахароза	Глюкоза		
Антимикробный препарат Леван – 1	-	10,0	6,0±0,2	60
Антимикробный препарат Леван – 2	12,5	-	8,9±0,1	71
Технологический ингредиент Леван – 1	-	20,0	6,8±0,3	68

Примечание: Y – экономический коэффициент использования субстрата для образования биомассы;  $Y = dX/dS \times 100\%$ , где X- концентрация биомассы в среде, S – концентрация субстрата в среде.

Углеводы грибов можно разделить на несколько групп в зависимости от способа их экстракции растворителями: спирторастворимые – моно – ди, трисахара; водорастворимые – коллоидные полисахарады, декстрины, инулин, слизи, часть пектиновых веществ; экстрагируемые щелочными растворами – пектиновые вещества, гемицеллюлозы; экстрагируемые кислотами – целлюлоза, хитин, хитозаны; не поддающийся гидролизу остаток – лигноподобные вещества. При изучении фракционного состава углеводов мицелия *T. pubescens* установлено, что спирторастворимая фракция представлена двумя мономерами – фруктозой и глюкозой, соответственно, 24,9 и 76,1%. Спирторастворимая фракция представлена сахароспиртами: маннитом (45,8%), сорбитом (48,0%) и эритритом (6,2%). Водорастворимая фракция присутствовала в следовых количествах, а содержание пектиновых веществ составляло 0,18% от сухого веса мицелия. Основная часть углеводов биомассы составляли трудногидролизуемые полимеры: целлюлоза, гемицеллюлозы и хитин. Исследование качественного состава гемицеллюлоз показало, что основным мономером в обеих фракциях является глюкоза, составившая 86,56% (фракция А) и 71,52% (фракция Б). В составе гемицеллюлоз *T. pubescens* была

обнаружена также ксилоза (9,94% - фракция А; 26,23% – фракция Б), фруктоза (3,50 и 2,15% , фракции А и Б, соответственно. Галактоза была обнаружена в следовых количествах. Таким образом, наши данные перекликаются с данными, полученными другими авторами [3,4].

Состав мицелия значительной степени зависит как от состава питательной среды, так и от условий культивирования продуцента. Химический состав мицелия *T. pubescens*, полученного при культивировании на оптимизированной глюкозо – пептонной среде представлен в табл. 2.

Таблица 2. Химический состав мицелия *T. pubescens*, полученного при культивировании на оптимизированной глюкозо – пептонной среде

Выход биомассы, г/л а.с.б.	Y, %	Протеин, %	Истинный белок, %	Жир, %	Зола, %
8,9	44,5	46,3	34,2	5,3	6,2

Примечание: Y- экономический коэффициент.

Аминокислотный состав белка представлен в табл. 3. Отношение суммы незаменимых аминокислот к сумме заменимых (Е/н) характеризует биологическую ценность белков и для биомассы *T. pubescens* составляет 0,65, что ниже этого показателя для казеина молока (0,75). Для оценки белка важным показателем является его перевариваемость, которая зависит от соотношения легко – и трудно гидролизуемых аминокислот, входящих в состав белков. Показателем высокой перевариваемости может служить отношение суммы аргинина и лизина к пролину. Так, для белка риса этот показатель составляет 4, для соевой муки – 2,1, для зерновых культур – ниже 1. Для белка исследуемого продуцента это соотношение составляет 1,67 и характеризует его как высокоперевариваемый. Биологическую ценность белков характеризует не только аминокислотный профиль, но и его фракционный состав. Установлено, что водосолерастворимые белки (альбумины и глобулины) преобладают в биомассе гриба и составляют 62,0 и 5,53%, соответственно. Эти белки перевариваются быстрее и легче, глютелины, т.к. доступность действию ферментов желудочно – кишечного тракта в значительной мере зависит от растворимости в солевых растворах подобно рубцовой жидкости. Проламины составляли 1,45%, а глютелины 31,02% общего белка продуцента биомассы продуцента. Таким образом, показано, что белок биомассы исследуемого гриба является полноценным, сбалансированным и хорошо доступным для переваривания с преобладанием цитоплазматических фракций. Всё это позволяет считать, что исследуемый грибной белок является продуктом высокой биологической ценности.

Анализ липидной фракции продуцента показал, что она включает жирные кислоты, стерины, триглицериды, воска, фосфолипиды и углеводороды. Содержание жирных кислот составляет 52,45%, триглицеридов – 0, 85% от фракции неполярных липидов. Фракция жирных кислот отличается высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (более 61%) - олеиновой и линолевой, эргостерина (табл. 4).

Физиологически активные фосфолипиды в основном содержат фосфатидилсерин (60,0%), а также фосфатидилэтаноламин (21,9%) и фосфатидилхолин (18,1%). Биомасса гриба содержит также витамины группы В, значительные количества калия, кальция, фосфора, железа, цинка, меди. По содержанию токсичных элементов биомасса удовлетворяет жёстким требованиям СанПиН 2.3.2. 1078 -01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 3. Аминокислотный состав белка биомассы *T. pubescens*

Аминокислота	Норма ФАО	Содержание, г/100г белка
<i>Незаменимые:</i>		
Изолейцин	4,0	4,5
Лейцин	4,0	11,4
Лизин	7,0	3,1
Метионин + цистин	5,5	1,9
Фенилаланин+тирозин	6,0+6,0	3,8+4,0
Триптофан		0,85
Треонин	4,0	4,7
Валин	4,0	5,7
<i>Заменимые:</i>		
Гистидин	5,5	3,4
Аргинин	5,5	7,6
Аспарагиновая кислота	5,5	9,7
Серин	4,0	4,5
Глутаминовая кислота	4,0	16,3
Пролин	4,0	6,4
Глицин	4,0	5,7
Аланин	4,0	7,2
Сумма незаменимых		39,6
Сумма заменимых		60,8
<i>Незаменимые/заменимые</i>		0,65

Таблица 4. Жирнокислотный состав липидной фракции, выделенной из биомассы *T. pubescens*

Жирная кислота	Содержание, %
<i>Ненасыщенные кислоты:</i>	
Пальмитиновая (C <sub>16:0</sub> )	33,9
Стеариновая (C <sub>18:0</sub> )	5,2
Всего ненасыщенных кислот	39,1
<i>Насыщенные кислоты:</i>	
Олеиновая (C <sub>18:1</sub> )	34,1
Пальмитоолеиновая (C <sub>16:1</sub> )	1,3
Линоленовая (C <sub>18:3</sub> )	0,1
Линолевая (C <sub>18:2</sub> )	25,4
Всего насыщенных кислот	60,9

Полученные данные свидетельствуют о том, что по питательным свойствам мицелиальная масса *T. pubescens* близка к питательным свойствам грибов, традиционно употребляемым в пищу.

При изучении динамики накопления биомассы продуцента в периодическом режиме без долива на глюкозо – пептонной среде (при РВ=10%) в аппарате Marubishi при регулировании уровня рН (4,2) установлено, что концентрация сухой мицелиальной массы через 72 ч культивирования составила 8,9 г/л. Отделение биомассы проводили фильтрацией. На производстве отделение биомассы может проводиться на стандартном промышленном фильтрационном оборудовании под давлением или вакуумом (пресс- фильтр, вакуум – фильтр). Установлено, что для сохранения активности фильтрата оптимальным режимом является его автоклавирование при 0,5 атм в течение 20 мин. При изменении условий стерилизации происходит резкое снижение активности фильтрата. Фильтрат разливали в стерильную тару объёмом 3 л с целью удобства использования в условиях промышленного производства.

Таблица 5. Содержание микро-, макроэлементов, витаминов в мицелиальной массе *T. pubescens*

Микро – и макроэлементы, витамины	Содержание, мг / кг а.с.б.	Микро – и макроэлементы, витамины	Содержание, мг / кг а.с.б.
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,300	Натрий	310
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	0,156	Магний	700
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	2,7	Фосфор	90
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,08	Железо	5300
Кобаламины (В <sub>12</sub> )	0,1	Цинк	7,533
Фолиевая кислота	40,0	Йод	25
Никотиновая кислота (РР)	225,0	Медь	230
Биотин	0,9	Кадмий	1,145
Кальций	1530	Свинец	-
Калий	475	Ртуть	-
		Мышьяк	-

Таким образом, аппаратно – технологическая схема производства технологического ингредиента Леван – 1 является типовой для микробиологического производства и включает стадию подготовки посевного материала, выращивание продуцента в лаборатории с последовательной цепочкой ферментационных аппаратов от инокулятора до рабочего ферментёра. Учитывая особенности физиологии продуцента, следует существенное внимание уделять массообменным возможностям оборудования. Конструкция аэратора в ферментёре должна обеспечивать объёмный коэффициент массопередачи кислорода 0,9 – 1,5 мин<sup>-1</sup> при окружной скорости мешалки не выше 0,5 м/с, чтобы механически не нарушить растущий мицелий.



Рис. 1. Принципиальная схема продуктов биотехнологии на основе гриба *Coriolus pubescens* (Shum.:Fr.)Quel.

Экономическая эффективность производства технологического ингредиента Леван – 1 показана в разработанном В.А. Чхенкели бизнес – плане предпринимательского проекта «Производство технологического ингредиента для бродильных производств» и защищённого автором в ЗАО «Иркутский бизнес – парк». Цена реализации технологического ингредиента была задана в соответствии со спросом и составила 850 руб. за 1 л. Суммарные прямые издержки на единицу продукции составили 615, 46 руб. Курс валюты на момент разработки бизнес- плана составлял 1\$ US =29,930 руб. План сбыта был составлен, исходя из объёмов производства ОАО «Иркутский дрожжевой завод» с учетом инфляционных коэффициентов на сбыт, прямые и общие издержки. В валовом объёме реализации доля рассчитанной валовой себестоимости составила 67,58%. При ставке дисконтирования 25% проект имеет показатели эффективности, представленные в табл. 6.

Примечание: период расчёта интегральных показателей – 12 месяцев. Полученные финансовые показатели свидетельствуют о достаточной ликвидности, платёжеспособности и рентабельности проекта. Анализ рынка сбыта, выбор целевого сегмента потребителей в Иркутской области был проведён Г.Д. Чхенкели и нашёл отражение в бизнес – плане предпринимательского проекта

«Реализация технологического ингредиента, производимого для нужд бродильных производств». Финансовые показатели проекта свидетельствуют об его рентабельности и перспективности реализации в регионе. Биомасса гриба может быть высушена в градиенте температур от 30-110 °С для дальнейшего выделения из неё полисахаридов и получения иммуностимулирующих, противоопухолевых препаратов.

Таблица 6. Интегральные показатели проекта «Производство технологического ингредиента для бродильных производств»

Показатель	Величина
Ставка дисконтирования	25%
Период окупаемости	10 месяцев
Дисконтированный период окупаемости	10 месяцев
Средняя норма рентабельности	127, 62%
Индекс прибыльности	1, 17
Внутренняя норма рентабельности	90,11%

Примечание: период расчёта интегральных показателей – 12 месяцев.

Возможен вариант получения биологически активной ценной субстанции, лиофильно высушенной вместе с культуральной жидкостью биомассой, которая может быть использована для получения пищевых добавок, стимуляторов роста животных.

Таким образом, весь технологический процесс безотходного производства продуктов биотехнологии с использованием дереворазрушающего гриба *T. pubescens* может быть представлен в виде обобщённой технологической схемы, которая представлена на рис. 1.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, Е.В. Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1971. – 283 с.
2. Горшина Е.С. Русинова Т.В. Жаворонков В.А. и др. Биотехнологические препараты лекарственных грибов рода *Trametes*// Успехи современного естествознания. – 2004. – т. 1. – № 6. – С. 117-118
3. Олешко В.С., Бабицкая В.Г. Аминокислотный и фракционный состав белков грибного происхождения // Миколог. и фитопатолог. – 1991. – Т. 25. – Вып.3. – С. 233-239.
4. Олешко В.С., Бабицкая В.Г., Щерба В.В. Углеводный состав некоторых мицелиальных грибов // Миколог. и фитопатолог. – 1994. – Т. 24. – Вып.5. – С. 430-434.
5. Феофилова Е.П., Терёшина В.М., Меморская А.С. Хитин мицелиальных грибов: методы выделения, идентификации и свойства // Микробиол. - 1995. - Т.64. - №1. - С.27-31.
6. Чхенкели В.А., Чхенкели Г.Д. К оценке безопасности использования продуктов биоконверсии лигноцеллюлозных отходов базидиомицетами //Тез. докл. IV Российско – Японского междунар. симпозиума, Иркутск, 1996. – С. 346.
7. Чхенкели В.А., Чхенкели Г.Д. Сорбция тяжёлых металлов мицелиальными грибами//Тез. докл. VI Российско – Японского междунар. симпозиума, Хабаровск, 1998. – С. 75 – 76

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАМИФАРЭНА В СОСТАВЕ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ**

Баженова Б.А., Колесникова И.С., Бадмаева Т.М.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет», 670042, г. Улан-Удэ ул.Ключевская 40в, [tmkr@mail.ru](mailto:tmkr@mail.ru)

Актуальным в пищевой перерабатывающей промышленности является разработка продуктов с измененным химическим составом, которые будут способствовать снижению существующего дефицита витаминов, макро- и микроэлементов, в первую очередь, в экологически неблагополучных регионах, таких как Дальний Восток, Забайкальский край, Республика Бурятия, Якутия и др.

Анализ заболеваемости населения этих регионов показал, что лидирующее место занимают болезни, которые вызывают снижение трудоспособности и продолжительности жизни россиян. Одной из причин заболеваний человека является дефицит таких элементов, как железо кальций, йод, фтор, селен и др.

Йод единственный из известных микроэлементов, который участвует в образовании гормонов, в частности гормонов щитовидной железы. Являясь

активным компонентом гормонов, йод взаимодействует с другими железами внутренней секреции, оказывает выраженное влияние на обмен белков, жиров, углеводов, водно-солевое равновесие. Недостаточность йода в организме приводит к угнетению функций щитовидной железы, что характеризуется развитием заболевания – эндемического зоба (базедова болезнь, кретинизм). Длительный дефицит йода является фактором риска для возникновения рака щитовидной и молочной желез. Поэтому крайне необходимо не допустить или снизить дефицит данного микроэлемента.

Селен является эссенциальным микроэлементом, входит в состав таких ферментов как глутатионпероксидаза, формиадегидрогеназа, пероксидаза и др. Спектр его действия в организме довольно широк. Он выполняет каталитическую, структурную и регуляторную функции, участвует в окислительно-восстановительных процессах, обмене жиров, белков и углеводов.

Одним из путей решения вопроса дефицита микроэлементов является создание обогащенных мясопродуктов. Для увеличения объемов колбасного производства, повышения и стабилизации качества продукта, а также рационального использования основного сырья применяют добавки растительного и животного происхождения.

Одним из перспективных видов растительной добавки является натуральный пищевой продукт «Ламифарэн», предназначенный для диетического, лечебного и профилактического питания. Сырьем для производства «Ламифарэна» служат бурые морские водоросли Ламинария Ангулата и Ламинария Японская, произрастающие на Сахалине, в Охотском море и Татарском проливе. Продукт не имеет аналогов в России и за рубежом. В нем содержится большое количество йода, селена, витаминов А, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, Д, полисахаридов. Пищевой гель «Ламифарэн» способствует нормализации обмена веществ (белкового, углеводного и липидного) на уровне органов, тканей и клеток человека. Гель используется в восстановительной медицине для поддержания здоровья человека и профилактике заболеваний (онкология, сахарный диабет, заболевания щитовидной железы, йоддефицитные состояния, ишемическая болезнь сердца, заболевания желудочно-кишечного тракта и др.). Гель прошел клиническую апробацию, который дал положительный результат.

Для выбора рецептуры белково-жировой эмульсии с ламифарэном за основу брали состав белково-жировой эмульсии с соевым изолятом по методу ВНИИМПа, в которой 20% воды заменяли ламифарэном с учетом содержания в нем 94,3% воды и на один процент увеличивали содержание соевого белкового изолята.

Количество «Ламифарэна» в составе белково-жировой эмульсии обосновали оптимальным соотношением в ней белка к жиру и влаге, затем сравнили функционально-технологические свойства опытной белково-жировой эмульсии со свойствами традиционной эмульсии.

Известно, что при получении эмульсий на основе соевых изолятов

наивысшую стабильность обеспечивает соотношение белка, жира и воды 1:5:5.

Экспериментальным путем установленное соотношение белок : жир : влага в традиционной белково-жировой эмульсии с соевым белковым изолятом составило 1:5,52:5,60, а в опытной белково-жировой эмульсии с ламифарэном - 1:4,81:4,92, что максимально приближается к оптимальному значению данных коэффициентов, поэтому подобранная рецептура белково-жировой эмульсии должна обеспечивать высокие функционально-технологические свойства.

Функционально-технологические свойства традиционной белково-жировой эмульсии несколько ниже таковых опытной эмульсии. Вероятно это связано с тем, что ламифарэн обладает хорошей гелеобразующей способностью, а незначительное повышение доли соевого белкового изолята способствует повышению функционально-технологических показателей белково-жировой эмульсии, т.к. соевые изоляты способны хорошо удерживать влагу, образовывать гели, структурированные матрицы и стабилизировать эмульсии.

Таким образом, введение ламифарэна в рецептуру белково-жировой эмульсии при подготовке мясных систем позволит создать продукт, обогащенный компонентами «Ламифарэна» с высокими функционально-технологическими показателями.

## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЕВОГО БЕЛКОВОГО ИЗОЛЯТА В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Чойбонова Л.Г., Забалуева Ю.Ю., Гомбожапова Н.И.,  
Колесникова Н.В., Будаева А.Е.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет», 670042, г. Улан-Удэ ул.Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

Консервы – это пищевой продукт в герметичной таре, способный храниться без порчи длительное время при обычных температурных условиях.

В течение трех последних десятилетий основные группы рыбных консервов занимали 80-85 % общего выпуска, при этом натуральные консервы составляли его большую часть [1].

Современные представления о правильном питании и функционально-технологических свойствах сырья, новые технологии и тара, экономические и экологические аспекты производства сделали актуальными разработку и производство новых видов рыбных консервов.

В настоящее время основные задачи производства рыбных консервов состоят в расширении ассортимента и увеличении объема выпуска, а также в повышении их качества по органолептическим свойствам. При этом уровень производства готовых изделий должен обеспечивать безопасность, высокие питательные свойства и стойкость консервов при хранении.

В связи с этим одним из перспективных направлений признано приготовление рыбного фарша. Производство различных видов фаршевых

изделий отвечает требованиям комплексного и полного использования сырья, особенно рыбы с механическими повреждениями, с дефектами разделки, нестандартные по размерам и деформированные. Создание комбинированных рыбных продуктов с соей, позволяющих увеличить объемы производства белоксодержащей продукции и обеспечить более высокую экономическую эффективность производства фаршевых изделий высокого качества, является актуальным.

Цель работы заключалась в разработке технологии рыбных фаршевых консервов, выработанных из омуля байкальского с добавлением белковых препаратов.

Объектами исследований были опытные образцы фаршевых консервов, изготовленные в лабораторных условиях. Для приготовления рыбных колбасных фаршей использовали размороженный омуль байкальский, мясо которого характеризуется высокой эластичностью и содержит значительное количество белка ( $15,9 \pm 0,3\%$ ) и незначительное жира ( $4,7 \pm 0,2\%$ ).

В целях повышения технологических свойств, качества и пищевой ценности рыбного колбасного фарша в рецептуру вместо основного сырья была введена белково-жировая эмульсия (БЖЭ), приготовленная холодным способом [2]. Основными компонентами эмульсии были соевый белковый изолят, свиной шпик и вода в соотношении 1:5:5.

Функционально-технологические свойства (ФТС) эмульсии определялись эмульгирующей, жиродерживающей и водоудерживающей способностями, стабильностью и устойчивостью. Результаты изучения ФТС эмульсии представлены в таблице 1.

Таблица 1. Функционально-технологические свойства эмульсии

ПОКАЗАТЕЛИ	Белково-жировая эмульсия
Стабильность эмульсии, %	$96,6 \pm 0,1$
Эмульгирующая способность, %	$98,6 \pm 0,6$
Жиродерживающая способность, %	$95,3 \pm 0,6$
Водоудерживающая способность, %	$96,5 \pm 1,2$

Из таблицы 1 видно, что эмульсия обладала высокими функционально-технологическими свойствами, по которым можно предположить, что использование эмульсии в производстве фаршевых рыбных консервов будет способствовать повышению устойчивости фаршевой системы и исключить образование бульонно-жировых отеков, а также снижению потерь при тепловой обработке.

Исследованиями было установлено, что оптимальная доза введения БЖЭ в фарш взамен основного сырья составила 15 %. Рецептура колбасного рыбного фарша представлена в таблице 2. Отличительной особенностью разработанной рецептуры является использование в качестве ее ингредиентов рыб местных пород, в частности омуля байкальского и БЖЭ, взамен основного сырья, которую вводили на стадии приготовления фарша.

Таблица 2. Рецептúra рыбного фарша

Сырье	Количество, кг на 100 кг несоленого сырья
Основное сырье:	
омуль	85
белково-жировая эмульсия	15
Итого	100
Вспомогательное сырье:	
соль поваренная	1,5
чеснок свежий	0,2
перец черный молотый	0,2
укроп сушеный	0,2

Готовые рыбные фаршевые консервы характеризовались высокими потребительскими характеристиками. Энергетическая ценность нового продукта составила 151,7 ккал. Технологическая схема фаршевых консервов представлена на рисунке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев В.Н. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов/ В.Н. Голубев, О.И. Кутина. – СПб: ГИОРД, 2003. – 408 с.
2. Салаватулина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве/ Р.М. Салаватулина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

Павлова С.Н., Федорова Т.Ц., Хамаганова И.В.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет», 670042, г. Улан-Удэ ул. Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

Сегодня российский рынок замороженных полуфабрикатов – один из самых молодых и динамично развивающихся в пищевой отрасли. Доля замороженных полуфабрикатов в общем объеме продовольственного рынка России незначительна, но этот сегмент продолжает расти. Производители работают над новыми технологиями обработки продуктов, разрабатывают оригинальные рецептуры, упаковку, расширяют ассортимент продукции, продумывают вопросы хранения и транспортировки товаров.

Основные причины потребления полуфабрикатов – это удобство приготовления. В настоящее время вполне целесообразно расширять ассортимент рубленых полуфабрикатов, с учетом снижения себестоимости продукции, за счет применения растительного сырья, произрастающего на территории республики Бурятия и не только, а также за счет применения пищевых добавок.

В связи с этим в данной работе исследована возможность внедрения

новой технологии производства рубленых полуфабрикатов с применением растительного сырья.

Целью работы является совершенствование рецептуры и технологии рубленых полуфабрикатов с использованием растительных компонентов, таких как соленого папоротника орляка и морской капусты и многофункциональной добавки Митпро 1600.

Цель достигается решением следующих задач:

- изучить химический состав фарша и готового продукта
- исследовать функционально-технологические свойства (ФТС) мясной системы;
- провести качественную оценку готового продукта.

Объектами исследований являлись зразы, изготовленные по традиционной рецептуре (контроль), зразы с добавлением папоротника орляка и многофункциональной добавки Митпро 1600 (опыт 1), зразы с добавлением морской капусты и многофункциональной добавки Митпро 1600 (опыт2).

Для оценки химического состава и свойств исследуемых объектов определяли следующие показатели: функционально-технологические характеристики фаршевой системы, химический состав, органолептическая оценка готового продукта. Схема проведения эксперимента состояла из двух этапов. На первом этапе эксперимента было изучено влияние вносимых растительных компонентов и многофункциональной добавки Митпро 1600 на качество рубленых полуфабрикатов. На втором этапе эксперимента был проведен контроль качества готовых рубленых полуфабрикатов.

Многофункциональная смесь Митпро 1600 обладает высокими водосвязывающими, эмульгирующими и стабилизационными свойствами и представляет собой многофункциональную смесь, состоящую из альгината натрия, пищевого фосфата, сульфата кальция, солей жирных кислот, сахаров.

Митпро 1600 вводилась в фарш в сухом виде в количестве 1,5% при гидратации 1:10, а растительные добавки – в виде начинки в количестве 20% от веса зразы. Выход и качество готовых зраз во многом зависят от влагосвязывающей способности сырого фарша, которая в свою очередь взаимосвязана с количеством мышечной ткани, содержания жира, соединительной ткани и ее состава.

При изучении образцов фарша были получены экспериментальные данные о влагосвязывающей способности, которые показывают, что введение папоротника и Митпро 1600 в фаршевую систему способствует увеличению влагосвязывающей способности на 10,3 % по сравнению с контрольным образцом (фарша с луком и соевым белком); введение морской капусты и Митпро 1600 в фаршевую систему способствует увеличению влагосвязывающей способности на 8,84%.

В первую очередь это можно объяснить тем, что вводимые растительные компоненты имеют в своем составе катионы Na, Mg, P, Fe, которые в свою очередь способны оказывать влияние на заряд белковой молекулы и на ее способность связывать влагу.

Во-вторых, в состав многофункциональной добавки «Митпро 1600» входят пищевые фосфаты. Как, известно, применение фосфатов в мясной промышленности приводит к увеличению ВСС белковых веществ мяса, в результате ускорения распада актомиозина и связывания фосфатными группировками ионов Са и Mg в белковой молекуле. При этом в пептидной цепи освобождаются полярные группы, которые присоединяют по одной молекуле воды.

Влагоудерживающая способность характеризуется разностью между количеством влаги и ее отделившейся частью. Влагоудерживающая способность фаршевых образцов с введением папоротника Орляк и Митпро 1600 на 5,24 % выше влагоудерживающей способности контрольного образца и на 0,98 % выше, чем влагоудерживающая способность фарша с введением морской капусты с Митпро1600; влагоудерживающая способность образцов фарша с морской капустой и Митпро 1600 на 4,26% выше, чем ВУС контрольного образца.

Внесение папоротника Орляк и Митпро 1600 способствует увеличению жирудерживающей способности на 2,66 % по сравнению с ЖУС контрольного образца и на 2,27% по сравнению с ЖУС опытного образца с введением морской капусты и Митпро 1600. Повышение жирудерживающей способности в опытных образцах говорит о том, что внесение растительных компонентов и многофункциональной добавки Митпро 1600 способствует повышению устойчивости фаршевой системы.

Также, в работе исследовали минеральный состав полуфабрикатов, в частности содержание йода после термической обработки. Экспериментальные данные, полученные по потерям йода после тепловой обработке представлены на рисунке 1.

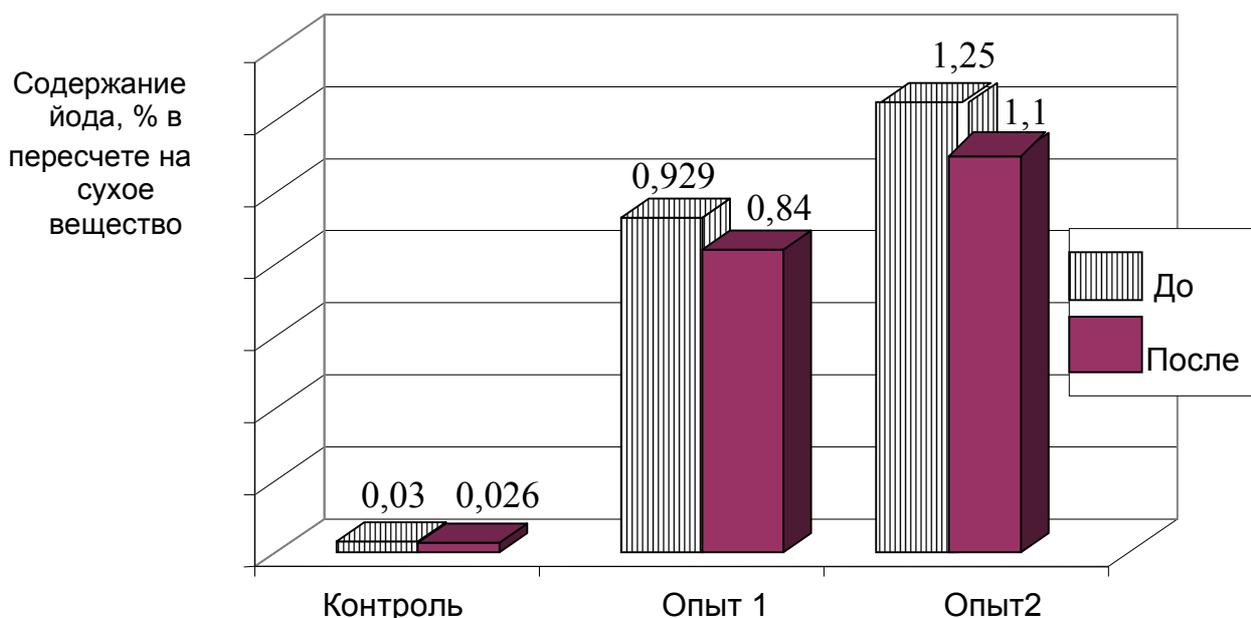


Рисунок 1. Потери йода при тепловой обработке

По данным, представленным на рисунке видно, что наибольшее количество йода содержится в опыте 2, так как в данном образце в качестве растительного компонента использовалась морская капуста, которая богата содержанием йода. Из рисунка видно, что после тепловой обработки содержание йода снизилось. Потери составили: в контроле – 12%; в опыте 1- 10 %; в опыте 2 – 12%. Была проведена органолептическая оценка качества полуфабрикатов, которая проводилась по 5-ти балльной шкале. Наиболее высокий балл получили полуфабрикаты опытных образцов, которые отличались высокой сочностью, ароматом, вкусом.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что применение вносимых добавок не только повышают качество готового продукта, но и причисляют данный продукт к профилактическому при йодно-дефицитном состоянии человека.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ФЕРМЕНТА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ**

Корнеева О.С., Божко О.Ю.

Воронежская государственная технологическая академия  
394036 Россия, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19, olga\_bojko2005@mail.ru

Проблема использования процесса иммобилизации клеток микроорганизмов с целью получения пищевых, биологически активных добавок является актуальной в настоящее время. Хорошо известны основные преимущества иммобилизованных систем перед интактными.

На кафедре микробиологии и биохимии Воронежской государственной технологической академии разработана биотехнология натурального сахарозаменителя изомальтулозы с применением высокоактивной изомальтулозосинтазы бактериального происхождения. Изомальтулоза отличается низкой калорийностью, низким гликемическим индексом, не вызывает кариес зубов, обладает пребиотическим действием. Однако в настоящее время отсутствует отечественная технология получения данного сахарозаменителя с применением способа иммобилизации бактериальных клеток, что позволит увеличить кратность использования иммобилизованного фермента, удешевить себестоимость изомальтулозы, увеличить стабильность фермента.

Целью настоящей работы являлись экспериментальные исследования по оптимизации концентрации иммобилизованного фермента изомальтулозосинтазы с целью получения изомальтулозы – натурального сахарозаменителя с пребиотическим действием.

Иммобилизации подвергали бактерии *Erwinia rhapsodic*. Культивирование бактерий проводили на среде следующего состава (г/дм<sup>3</sup>): пептон – 10, дрожжевой экстракт – 5, NaCl – 10, сахара – 40. Культуру

выращивали в периодических условиях в течение 3 сут при 28-30 °С, рН<sub>исх</sub> 7,0±0,1. Клетки осаждали центрифугированием и суспендировали в растворе фосфатного буфера с рН 6,0.

В качестве носителя в процессе иммобилизации бактериальных клеток использовали предельные циклические N-виниламиды, в ряду которых наибольший интерес представляют N-винилпирролидон. Для проведения иммобилизации клеток были синтезированы полимеры N-винилпирролидона с различной молекулярной массой (500-3000 кДа). Иммобилизации подвергали живые бактериальные клетки. Контроль связывания носителя с бактериальной культурой осуществляли с использованием метода ИК-спектроскопии. Реакцию изомеризации сахарозы в изомальтулозу проводили в течение 3,0-3,5 ч при температуре 30 °С. Продукты ферментативной реакции контролировали по методу Сомоджи-Нельсона, глюкозооксидазным методом, а также с использованием методов тонкослойной хроматографии. В ходе проведения исследования было установлено оптимальное значение молекулярной массы N-винилпирролидона, а также дозировка фермента, используемого для процесса иммобилизации.

Проведенные исследования показали, что оптимальным значением N-винилпирролидона для процесса иммобилизации бактериальных клеток является 500 кДа, при котором выход изомальтулозы составляет 93-95 % (рис. 1).

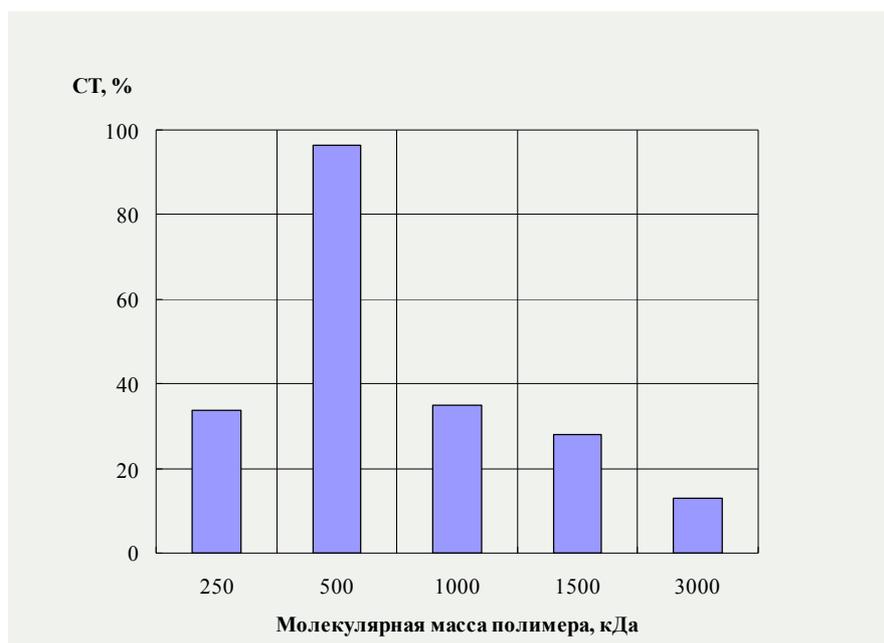


Рис. 1. Влияние молекулярной массы N-винилпирролидона на процесс биотрансформации сахарозы, СТ – степень трансформации

Уменьшение или увеличение молекулярного веса полимера приводило к снижению степени трансформации сахарозы. Так, при использовании полимера с молекулярной массой 1000 кДа наблюдалось снижение концентрации изомальтулозы к 3 ч процесса до 60-70 %.

Для определения оптимальной концентрации иммобилизованного фермента трансформацию сахарозы проводили с различной дозировкой изомальтулозы (1-15 Е/мг сахарозы). Установлено, что оптимальным значением дозировки фермента является 5 Е/мг.

Таким образом максимальный выход изомальтулозы (92-95 %), полученной с применением метода иммобилизации бактериальных клеток, достигается при использовании N-винилпирролидона с молекулярной массой 500 кДа при дозировке фермента 5 Е/мг субстрата.

Работа выполнялась в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, государственный контракт № П1333 от 11.06.2010 г.

## **ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ МИКРОНИЗИРОВАННЫХ ХЛОПЬЕВ ИЗ РЖИ И ЯЧМЕНЯ**

Рыбакова Т.М.

Сибирский университет потребительской кооперации,  
630087, г.Новосибирск, пр.Карла Маркса, 26, equipit@sibupk.nsk.su

Структура питания населения России характеризуется серьезными нарушениями. Прежде всего, определяется дефицит большинства витаминов, минеральных веществ и микроэлементов. Весьма значителен и дефицит пищевых волокон. Все это приводит к развитию ряда хронических и инфекционных заболеваний: сердечно-сосудистых, онкологических, диабета, ожирения. В этой ситуации первостепенное значение приобретает изыскание новых источников пищевых веществ, способных восполнить имеющийся дефицит. Такие продукты должны быть максимально доступны для всех слоев населения и просты в кулинарной обработке [3]. Вопросы производства новых лечебно-профилактических продуктов широко изучаются и в России.

Одним из основных источников пищевых волокон являются зерновые продукты. Физиологическое воздействие балластных веществ, содержащихся в зерне, значительно выше, чем действие балластных веществ плодов и овощей. Пищевые волокна злаков оказывают наиболее выраженное действие на процесс желчевыделения и на снижение уровня артериального давления [2].

Для создания новых зерновых продуктов требуется применение новых прогрессивных методов обработки, которые должны обеспечивать высокие качественные показатели продукции и экономичность процессов. Одним из направлений в развитии технологии переработки зерна является производство новых видов продуктов, не требующих длительной кулинарной обработки и максимально сохраняющих пищевую ценность зерна. В последние годы для получения таких продуктов широко применяется использование ИК-обработки. На выпуск микронизированных зерновых хлопьев перешли многие крупные зерноперерабатывающие предприятия России и небольшие фирмы. В частности, зерноперерабатывающие предприятия стали выпускать новый

продукт – микронизированные хлопья из ржи и ячменя. Данных об изучении физико-химических характеристик этих продуктов в доступной литературе нет. Для широкого внедрения новых продуктов в повседневное и лечебно-профилактическое питание населения перед нами стояла задача определить физико-химические характеристики, определяющие их пищевую ценность при переработке в кулинарную продукцию. Мы исследовали химический состав микронизированных хлопьев из ржи и ячменя, хлопьев, полученных по традиционной технологии (контрольных) и исходного сырья.

Известно, что зерновые продукты являются одним из основных поставщиков углеводов в питании человека. Поэтому первой задачей, стоящей перед нами была задача изучения изменения углеводов ржи и ячменя при переработке в микронизированные хлопья. При микронизации зерна происходит глубокое разрушение углеводного комплекса, главным образом крахмала. Механическая обработка также влияет на степень деструкции крахмала в зависимости от исходной влажности и расстояния между валками плющильного станка [1].

Полученные нами данные об изменении крахмала в микронизированных хлопьях ржи и ячменя в сравнении с исходным сырьем показали, что в процессе производства микронизированных хлопьев ячменя содержание крахмала снизилось в 1,6 раз (от  $56,10 \pm 3,57\%$  до  $35,3 \pm 0,01\%$ ). При производстве микронизированных хлопьев ржи массовая доля крахмала снизилась в 1,8 раза (от  $55,40 \pm 0,62\%$  до  $31,52 \pm 2,10\%$ ). В контрольных хлопьях, полученных по традиционной технологии, так же наблюдалось снижение массовой доли крахмала в сравнении с исходным сырьем, но снижение массовой доли крахмала в контрольных хлопьях было значительно меньше, чем при производстве микронизированных хлопьев. Так при производстве контрольных хлопьев из ржи массовая доля крахмала снизилась в 1,2 раза - до  $45,44 \pm 2,69\%$ , а при производстве контрольных ячменных хлопьев в 1,3 раза - до  $42,22 \pm 0,78\%$ . Степень деструкции крахмала в микронизированных хлопьях ржи составила  $10,48 \pm 0,4\%$ , а в микронизированных хлопьях ячменя –  $17,85 \pm 0,57\%$ . В контрольных хлопьях степень деструкции крахмала была достоверно ниже, чем в микронизированных хлопьях и составила в ржаных хлопьях -  $7,33 \pm 0,17\%$  и в хлопьях из ячменя -  $14,48 \pm 0,63\%$ .

Содержание редуцирующих сахаров в микронизированных хлопьях достоверно увеличилось, что так же является свидетельством глубокого распада крахмала. Массовая доля редуцирующих сахаров возросла в ячменных микронизированных хлопьях в 1,6 раза (с  $3,94 \pm 0,01\%$  до  $6,13 \pm 0,37\%$ ). В микронизированных хлопьях ржи образовалось больше редуцирующих сахаров, чем в микронизированных хлопьях ячменя. Содержание редуцирующих сахаров в них возросло в 2,2 раза (с  $11,40 \pm 0,79\%$  до  $25,44 \pm 2,18\%$ ).

При производстве хлопьев по традиционной технологии также наблюдается возрастание массовой доли редуцирующих сахаров. В контрольных хлопьях ржи в 1,8 раз, что достоверно ниже, чем в

микронизированных хлопьях и составляет  $20,05 \pm 0,87\%$ . В контрольных ячменных хлопьях массовая доля редуцирующих сахаров возросла так же, как и в микронизированных хлопьях. Это связано, вероятно, с особенностями строения крахмала этих зерновых культур. О глубине распада крахмала свидетельствует так же увеличение массовой доли моносахаридов в процессе производства микронизированных и контрольных хлопьев. В микронизированных хлопьях ржи массовая доля моносахаридов увеличилась в 4,2 раза (с  $0,99 \pm 0,01\%$  до  $4,19 \pm 0,54\%$ ). В микронизированных хлопьях ячменя массовая доля моносахаридов возросла в 3,2 раза (с  $1,22 \pm 0,02\%$  до  $3,86 \pm 0,52\%$ ). В контрольных хлопьях ржи массовая доля моносахаридов так же возросла в 3,1 раза до  $3,03 \pm 0,32\%$ , что достоверно не отличается от массовой доли моносахаридов в микронизированных хлопьях. В контрольных хлопьях ячменя образовалось достоверно меньше моносахаридов, чем в микронизированных хлопьях. Массовая доля моносахаридов возросла в 1,4 раза и составила  $1,75 \pm 0,03\%$ . Полученные данные свидетельствуют о том, что в процессе микронизации и последующего плющения ржи и ячменя происходят более глубокие изменения крахмала, чем при производстве хлопьев из этих культур по традиционной технологии.

Содержание водорастворимых веществ в микронизированных хлопьях ржи и ячменя достоверно возросло в сравнении с исходным сырьем. Содержание водорастворимых веществ в микронизированных хлопьях ржи возросло в 1,2 раза (с  $11,41 \pm 0,79\%$  до  $13,76 \pm 0,82\%$ ). В контрольных хлопьях ржи увеличения содержания водорастворимых веществ в сравнении с исходным сырьем не произошло.

В микронизированных хлопьях ячменя содержание водорастворимых веществ увеличилось в 2 раза (с  $4,63 \pm 0,54\%$  до  $9,38 \pm 0,43\%$ ). В контрольных ячменных хлопьях содержание водорастворимых веществ увеличилось так же, как в микронизированных. Это вероятно связано с тем, что в ячменных микронизированных хлопьях деструкция крахмала шла в основном до образования декстринов, а редуцирующих сахаров образовалось сравнительно немного.

Содержание пищевых волокон в исследованных образцах микронизированных и контрольных хлопьев ржи и ячменя не имело достоверных отличий. Увеличения или уменьшения содержания пищевых волокон в процессе микронизации в сравнении с традиционной технологией не произошло.

Термическая обработка зерновых продуктов ИК-облучением или традиционным способом с пропариванием приводит к денатурации белка. Полученные нами данные свидетельствуют о неизменности содержания белка в микронизированных хлопьях в сравнении с исходным сырьем и контрольными хлопьями. Аминокислотный состав микронизированных хлопьев ржи и ячменя так же не имел достоверных отличий от исходного сырья и контрольных хлопьев.

Так же не установлено достоверных изменений содержания сырого жира

в микронизированных хлопьях в сравнении с исходным сырьем и контрольными хлопьями.

Нами исследовалась сохранность витаминов ржи и ячменя при производстве микронизированных хлопьев. Изменения содержания тиамина, рибофлавина и ниацина в микронизированных хлопьях ржи и ячменя по сравнению с исходным сырьем и контрольными хлопьями не установлено. Наблюдались потери витаминов – пиридоксина и пантотеновой кислоты, как наиболее термолабильных. Наши исследования показали полную сохранность микроэлементов в исследованных образцах микронизированных хлопьев ржи и ячменя в сравнении с исходным сырьем. В контрольных хлопьях из ржи и ячменя также не наблюдалось достоверного отличия в содержании исследованных микроэлементов от исходного сырья.

Следовательно, полученные нами данные об изменении физико-химических свойств ржи и ячменя при производстве микронизированных хлопьев подтверждают, что в этих культурах при микронизации максимально сохраняется пищевая ценность. Микронизация зерна – способ переработки, позволяющий практически полностью сохранить пищевую ценность сырья. Этот способ превосходит традиционный способ производства зерновых хлопьев по своей экономичности, так как он требует меньших энергозатрат. Продукция получается более высокого качества по органолептическим показателям, а по пищевой ценности не уступает продукции, полученной по традиционной технологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панфилова И.А. Разработка технологии быстрораствориваемой крупы и хлопьев из целого зерна пшеницы профилактического назначения с использованием ИК-обработки. Автореферат. - М.: МГУПП, 1998. – 30 с.
2. Погожева А.В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании. // Вопросы питания. – 1998. - № 1. - С. 39 –42.
3. Hrdina-Dubsky D.L. Low and light buoyant in Europe. // Food Eng. Int. – 1990. - №7. - P.17.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА НА РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА И СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ**

Неретина<sup>1</sup> О.В., Татарникова<sup>1</sup> Е.А., Медведева<sup>2</sup> Е.Н.

<sup>1</sup>Иркутский государственный технический университет,  
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, rudra@mail.ru

<sup>2</sup>Иркутский институт химии имени А.Е. Фаворского СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1, woodemed@irioch.irk.ru

В последние годы большое значение придается разработке так называемых функциональных пищевых продуктов, т.е. продуктов, обладающих

помимо обычной пищевой ценности, дополнительными лечебно-профилактическими свойствами. Поэтому продукты, обогащенные биологически активными веществами природного происхождения, занимают все большее место в рационе питания населения развитых стран.

Арабиногалактан - природный водорастворимый полисахарид, который входит в состав древесины лиственницы Сибирской и Гмелина и является перспективной функциональной добавкой к пищевым продуктам, так как помогает поддерживать нормальный баланс кишечной микрофлоры и способствует регуляции иммунной системы [1, 2].

Целью научно-исследовательской работы является изучение влияния арабиногалактана на рецептурный состав бисквитного полуфабриката и сырцовых пряников.

Рецептура бисквитного полуфабриката представлена в таблице 1 (ГОСТ - 10 – 060 – 95). Приготовление бисквитного полуфабриката осуществляли холодным способом, расчетное количество арабиногалактана вносили вместе с мукой. Полуфабрикат выпекали в формах в течении 40 – 65 минут при температуре 190 - 220° С. Оптимальная дозировка арабиногалактана в бисквитное тесто составляет 3% к массе муки [3].

Ранее нами установлено, что внесение 3% АГ к массе муки позволяет уменьшить рецептурные доли сахара-песка на 10% [4], а меланжа на 15% [5], в связи с этим проведена выпечка опытного образца бисквитного полуфабриката одновременно с внесением 3% АГ и уменьшением доли меланжа и сахара-песка на фоне контроля (табл. 2, рис. 1).

Таблица 1. Рецепт бисквитного полуфабриката (ГОСТ -10 – 060 – 95)

Наименование сырья и п/ф	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на на 250 г готовой продукции, г	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	66,375	56,75
Сахар - песок	99,85	54,375	54,29
Меланж	27,00	90,75	24,5

Таблица 2. Физико-химические показатели бисквитного полуфабриката с уменьшением рецептурной доли сахара-песка и меланжа по сравнению с контрольным образцом

Показатели	По ГОСТ	Контр. образец	Уменьшение доли рецептурного количества меланжа на 15% и сахара-песка на 10% с добавлением 3% АГ
Влажность, %, не более	25,0	22,8	24,1
Щелочность, град, не более	2,0	0,4	0,4
Массовая доля жира, %, не более	9,0	4,4	4,0
Намокаемость, ед., не более	450,0	445,2	382,1
Массовая доля общего сахара, %, не более	54,37	22,2	22,3
Арабиногалактан, %	-	-	3,2



Рис.1 Разрезы образцов бисквитного полуфабриката с уменьшением рецептурной доли сахара-песка и меланжа на фоне контроля

По органолептическим показателям образец бисквита с 3% арабиногалактана и уменьшенной долей рецептурного количества меланжа и сахара-песка имеют более мягкую текстуру мякиша при этом объем изделий остается на уровне контрольного образца (рис. 1).

Рецептура сырцовых пряников «Симферопольские» представлена в таблице 3 (ГОСТ 15810—96). Замес сырцового пряничного теста проводили на эмульсии. Оптимальная дозировка арабиногалактана в пряничное тесто также составляет 3% к массе муки [4].

Таблица 3. Рецептатура сырцовых пряников «Симферопольские» (ГОСТ 15810—96)

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 250 г готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	117,0	100,5
Сахар – песок	99,85	64,0	64,2
Патока	78,00	14,0	11,0
Меланж	27,00	6,2	1,7
Маргарин	84,00	12,0	10,3
Углеаммонийная соль	-	1,1	-
Сода	50,00	0,4	1,9

Выпекали образцы сырцовых пряников с внесением 3% АГ к массе муки одновременно с уменьшением рецептурной доли сахара-песка на 20, 25, 30% и патоки на 5, 10, 15%. на фоне контрольного образца, органолептические и физико-химические показатели образцов представлены в таблице 4 и рисунках 2, 3.

Таблица 4. Физико-химические показатели качества образцов пряников

Наименование показателя	По ГОСТ	Контрольный образец	Уменьшение доли рецептурного количества сахара-песка и патоки с добавлением 3% АГ					
			сахара-песка (%)			патоки (%)		
			20	25	30	5	10	15
Влажность, %, не более	15,0	9,8	10,4	10,8	11,1	10,4	10,1	10,2
Щелочность, град, не более	2,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Массовая доля жира, %, не более	27,0	3,3	4,8	5,0	5,1	3,5	3,6	3,7
Намокаемость, %	-	204,8	184,8	180,3	173,9	201,1	200,1	197,4
Массовая доля общего сахара, %, не менее	10	32,1	24,7	22,9	22,2	31,1	29,8	27,9
Арабиногалактан, %	-	-	3,1	3,3	3,3	3,0	3,1	3,1

По органолептическим показателям пряники с 3% АГ и уменьшенной рецептурной долей сахара-песка на 20, 25, 30% и патоки на 5% имеют более выраженный сладкий вкус, хотя изделия с уменьшенной долей патоки на 10 и 15% отличаются меньшим объемом и расплывчатой формой

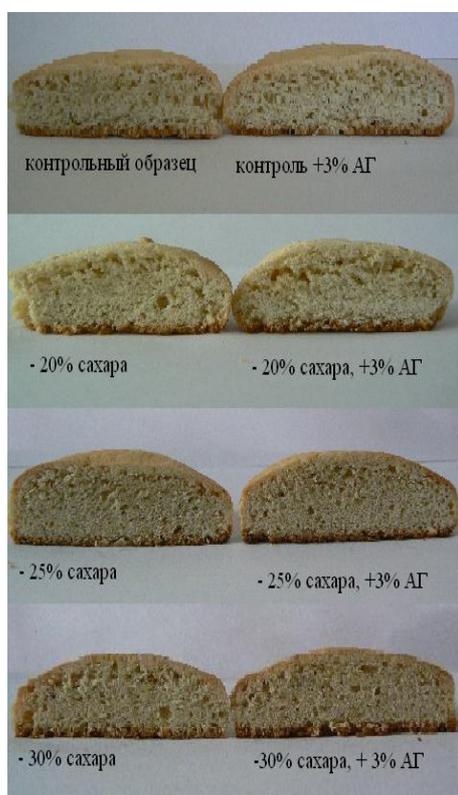


Рис. 2 Разрезы образцов сырцовых пряников с уменьшением рецептурной доли сахара-песка

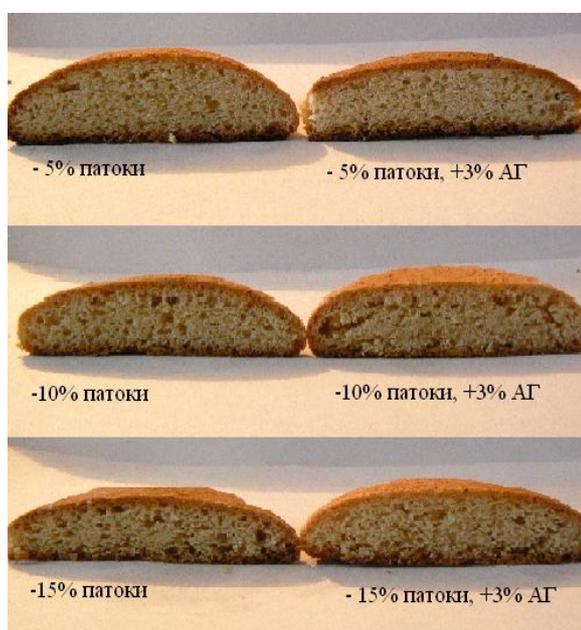


Рис.3 Разрезы образцов сырцовых пряников с уменьшением рецептурной доли патоки

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о том, что при внесении 3 % АГ возможно уменьшение рецептурной доли сахара-песка на 30% и, одновременно, патоки на 5%, что не ухудшает органолептические и физико-химические показатели сырцовых пряничных изделий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведева, Е.Н. Арабиногалактан лиственницы - свойства и перспективы использования (обзор) / Е.Н. Медведева, В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова. - Химия растительного сырья. - 2003. - № 1. - 27-37 с.
2. Дубровина, В.И. Иммуномодулирующие свойства арабиногалактана лиственницы сибирской / В.И. Дубровина, С.А. Медведева, Г.П. Александрова, Н.А. Тюкавкина. – М.: Фармация, 2001. – 57 с.
3. Неретина, О.В. Бисквитный полуфабрикат с добавлением арабиногалактана / О.В. Неретина, Е.Н. Медведева, Е.В. Баранова. - Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств, материалы докладов конференции. – Иркутск, 2008. - 29 – 30 апреля. – 120-123 с.
4. Неретина, О.В. Функциональные мучные кондитерские изделия на основе арабиногалактана / О.В. Неретина, Е.Н. Медведева. – Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания, материалы докл. Всерос. молодежной науч.-практ. конференции. – Иркутск, 2009. - 15 – 17 октября. – 45-47 с.
5. Неретина, О.В. Влияние арабиногалактана на рецептурный состав бисквитного полуфабриката / О.В. Неретина, Е.Н. Медведева, Е.А. Татарникова. - Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств, материалы докладов конференции. – Иркутск, 2010. - 22 – 23 апреля. – 105-108 с.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Тошев А.Д., Курынкина Е.В.

ГОУ ВПО «Южно – Уральский государственный университет»,  
454080. г.Челябинск пр.Ленина,85, lena-kurynkina@yandex.ru

В настоящее время во всем мире широко распространены такие нарушения обмена веществ в организме человека, как диабет, ожирение. Основной профилактический и лечебный фактор для данной группы населения – адекватное питание. При легкой форме диабета профилактическое питание – единственный способ лечения. При средней тяжести заболевания, а также при обостренных формах – профилактическое питание – обязательное дополнение к медикаментозному лечению [1].

При диабете в условиях нарушения обмена веществ из продуктов питания с особой осторожностью следует относиться к продуктам повседневного

использования с высоким содержанием крахмала, таких, как мучные кондитерские изделия, хлеб [2].

Следует отметить, что при диабете в первую очередь ослабевают защитные физиологические механизмы организма (иммунная система), нарушается нервная система, что еще больше усугубляет общее состояние организма.

Диетологи рекомендуют заменять привычный сахар мёдом, коричневым сахаром, сиропами и вареньем. Может, природная фруктоза и расщепляется в нашем организме легче, но почти также калорийна, как и сахароза, к тому же, может быть причиной ожирения. Она блокирует выработку инсулина, который необходим для её же расщепления и провоцирует голод, когда потребности в пище у организма нет. Глюкоза, которая непременно присутствует в этих продуктах, содержится и в обычном сахаре. По калорийности такие замены сахар превосходят.

В условиях диабета для укрепления и активирования защитных функций организма один из реальных путей – использование растительных сахарозаменителей. Одним из таких растений является солодка голая, или лакричник, солодковый корень, травянистый многолетник с развитой корневой системой.

Слово «солодка» греческого происхождения. Еще в I в. н. э. греческий врач Диоскорид назвал ее глицирризой, что означает сладкий корень. Произрастает в южных областях России, а некоторые её виды – на Урале и юге Сибири.

Солодка – одно из древнейших лекарственных растений, особенно популярна она была в медицине Востока. О лекарственном применении солодки говорится в древнейшем памятнике китайской медицины «Книга о травах», написанной более чем за три тысячи лет до новой эры. В течение тысячелетий китайские врачи относили солодковый корень к лекарствам первого класса и старались включить его в состав всех лекарственных смесей, так как он усиливает действие других лекарств и кроме того, способен нейтрализовать действие ядов, попавших в организм. В Тибете считали, что корни солодки «способствуют долголетию и лучшему отпавлению шести чувств». В Китае и странах Средней Азии корень солодки считают по свойствам приближенным к женьшеню. Целительные свойства солодкового корня признает и Европа. Лакричные конфеты и палочки лакрицы очень популярны в европейских странах.

Простые препараты солодки широко применяются в качестве отхаркивающего средства. Сухой экстракт солодкового корня входит в состав грудного эликсира и сбора грудного. За последние годы из корня солодки разработан флавоноидный препарат ликвиритон, который применяется при гастритах, болезнях желудка [3].

Корни солодки содержат в %: глицирризиновую кислоту 8-13, флавоноиды 3-4, стероиды 3,3 (ситостерин, эстриол), сапонины 8, эфирные масла 0,03, белки 8-10, крахмал до 11, клетчатки 34. Степень минерализации

составляет 7,3 г/л. Выход экстрактивных веществ составляет 32-41,6, витамина С до 31,2 мг [4].

Наиболее ценными в компоненте лечебного действия солодки являются гликозиды, глицирризин и ликвиритозид, стероиды и флавоноиды. Корни солодки содержат свыше 20 флавоноидов. Глицирризин представляет собой смесь калиевой и кальциевой солей глицирризиновой кислоты. Эта трехосновная кислота является гликозидом, который при кислотном гидролизе отщепляет в качестве генина тритерпен – глицирретиновую кислоту, а в качестве гликона две молекулы глюкуроновой кислоты. Глицирризин обладает приторно-сладким вкусом, он в 40 раз слаще свекловичного сахара. Поэтому он часто используется в качестве подслащивающего компонента, не влияющего на уровень сахара в крови. Это дало возможность применять глицирризиновую кислоту в лечебном питании больных сахарным диабетом, например, в Японии, где запрещен сахарин. Недавно открыто положительное влияние глицирризина на водно-солевой обмен, что обусловлено его способностью участвовать в механизмах синтеза гормонов коры надпочечников [5].

Корни и корневища растения в технологии мучных кондитерских изделий применяют в виде экстрактов, сиропов, как пенообразователь для лучшего сбивания яичных белков.

Из вышперечисленных лечебных свойств солодки следует, что ее использование в мучных кондитерских изделиях активизирует защитные функции организма и защищает его от дополнительных проблем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравлева Д.А. Фармакогнозия. – М.: Медицина, 1991.
2. Сборник блюд диетических изделий. – М.: Агропромиздат, 1989.
3. Сайт <http://www.narmed.ru/>
4. Сайт <http://www.fito.nnov.ru/>
5. Левкова М.Я. Почему растения лечат. – М.: Наука, 1990.

### **РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

Иванова Г.В., Никулина Е.О., Кольман О.Я., Вагнер Т.В.

ГОУ ВПО КГТЭИ «Красноярский государственный торгово-экономический институт»; 660075 г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2; [ivanova@mail.kgtei.ru](mailto:ivanova@mail.kgtei.ru)

За последние годы снизился объем и изменился ассортимент потребляемой человеком пищи, а также изменилась фактическая обеспеченность человека эссенциальными пищевыми веществами. В связи с этим возникло новое направление в рациональном питании, основанное на учете адекватного уровня биологически активных веществ в составе пищевых рационов. [1]

С целью восполнения дефицита нутриентов в качестве перспективных

компонентов для создания функциональных пищевых продуктов практический интерес представляет растительное сырье и вторичные растительные ресурсы. Использование растительных компонентов позволяет получить комбинированные продукты, разнообразные по составу, что значительно расширяет ассортимент продукции высокого качества и создает возможности проектирования продуктов заданного состава. [1]

Поэтому разработка новых рецептур или совершенствование уже существующих рецептур представляется нам актуальным.

Одним из перспективных видов продуктов функционального направления можно назвать овоще-фруктовые пасты и маринады, основным компонентом которых является в настоящее время томатное пюре, пассерованные овощи, и ряд искусственных добавок, способствующих стабилизации пюреобразной структуры и увеличению сроков годности.

Основным недостатком овощных паст и маринадов является, прежде всего, незначительное содержание в них водорастворимых витаминов, в связи с неоднократной тепловой обработкой овощей в процессе приготовления паст и маринадов.

Цель работы – витаминизировать овощные пасты и маринады и максимально сохранить в них витамин С, исследовать содержание Р-активных веществ в выжимках брусники и клюквы.

Некоторые вещества, содержащиеся в пищевых продуктах, оказывают стабилизирующее действие на витамин С. Одним из естественных стабилизаторов витамина С является прежде всего витамин Р. Витамин Р неоднороден по своему химическому составу и представлен несколькими типами соединений – неокрашенными катехинами и лейкоантоцианами, окрашенными флавонами и антостанами [2]. В сочетании с витамином С эти соединения способствуют укреплению сосудов, нормализации их эластичности и проницаемости. Все вещества, обладающие Р-витаминной активностью, называют также биофлавоноидами. Витамин Р необходим для усвоения и соответствующего действия витамина С в человеческом организме. В присутствии витамина С биофлавоноиды более эффективны. Основным источником витамина Р – культурные и дикорастущие плоды и ягоды, в которых он находится, как правило, в благоприятных сочетаниях с витамином С. Хотя потребность здорового человека не установлена, предполагают, что на каждые 50 мг витамина С необходимо обеспечить поступление от 10 до 25 мг витамина Р. [2] Стабилизирующим действием витамина С также обладают белки, аминокислоты, крахмал, витамины – А, Е, В<sub>1</sub>.

Одним из перспективных источников витаминов и минеральных веществ могут стать выжимки ягод брусники и клюквы. В результате проведенных исследований определено, что в выжимках ягод содержится большое количество сахаров, органических кислот, пектиновых, дубильных, минеральных, красящих и других веществ. Современные технологии переработки ягодного сырья, не позволяют на 100 % извлечь из него основные пищевые компоненты. На основании проведенных исследований можно

предположить, что вторичные ягодные ресурсы могут представлять значительный интерес для предприятий пищевой промышленности и заготовочных предприятий общественного питания как дополнительные источники ценнейших пищевых веществ (витаминов, минеральных веществ, сахаров, органических кислот). Таким образом, за счет выпуска различных продуктов на основе выжимок (замороженные выжимки, порошок из выжимок ягод) промышленные предприятия по производству соков могут повысить экономическую эффективность производства плодово-ягодных соков и расширить ассортимент производимых ими товаров.

Нами разработаны рецептуры и технологические схемы приготовления овощных паст и маринадов с добавлением выжимок ягод брусники или клюквы:

1. Овощная паста (пассерованные овощи (морковь, лук, перец) и пассерованная томатная паста, выжимки ягод (брусники или клюквы), чеснок, сахар, соль, крахмал картофельный);

2. Свекольная паста (пассерованные овощи (свекла, лук) и пассерованная томатная паста, выжимки ягод (брусники или клюквы), чеснок, сахар, соль, крахмал картофельный);

3. Маринад овощной (пассерованные овощи (морковь, лук) и пассерованная томатная паста, выжимки ягод (брусники или клюквы), специи, бульон рыбный, крахмал картофельный);

4. Маринад свекольный (пассерованные овощи (свекла, лук) и пассерованная томатная паста, выжимки ягод (брусники или клюквы), специи, бульон рыбный, крахмал картофельный);

Нами исследовано содержание Р-активных веществ и витамина С в ягодах и выжимках брусники и клюквы. При анализе полученных данных выявлено, что выжимки ягод брусники и клюквы являются хорошим источником Р-активных соединений. По собственным исследованиям, в них обнаружено до 68,5-77,0 % антоцианов, 59,0-68,5 % лейкоантоцианов, 51,5-62,0 % катехинов от содержания в ягодах, что подтверждается литературными данными. Наибольшее количество приходится на долю антоцианов. Их содержание в ягодах клюквы в 2,8 раза превышает содержание катехинов, в 2,4 - содержание лейкоантоцианов. В плодах брусники антоцианов больше, чем катехинов в 2,9 раза и лейкоантоцианов - в 2,5 раза (рис 1).

По собственным исследованиям выявлено, что в ягодах клюквы витамина С в среднем содержится на 13 % больше по сравнению с ягодами брусники. В мороженых выжимках ягод брусники и клюквы содержание витамина С составляет 47,5 % и 53,8 % от содержания в ягодах. В сушеных выжимках ягод брусники и клюквы содержание витамина С составляет 22,99 % и 24,3 % от содержания в ягодах. Это объясняется тем, что витамин С вследствие своей неустойчивости при высушивании и замораживании интенсивно разрушается, и его содержание снижается в 4-4,5 раза при сушке и в 2-2,5 раза при замораживании (рис. 2).

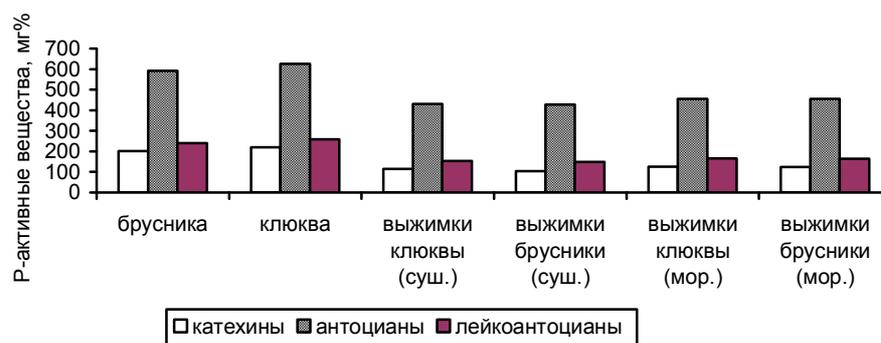


Рисунок 1. Содержание Р-активных веществ в ягодах и выжимках брусники и клюквы

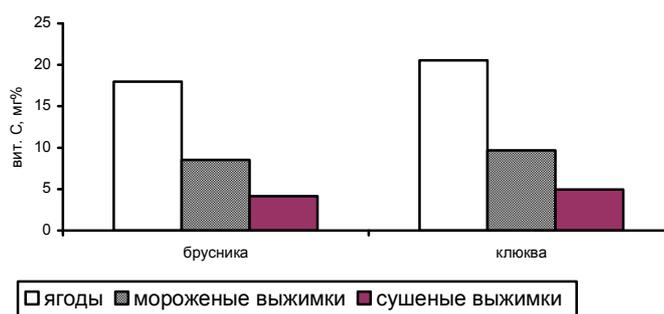


Рисунок 2. Содержание витамина С в ягодах и выжимках брусники и клюквы

Нами были исследованы физико-химические показатели и витамин С в овощных пастах и маринадах. Физико-химические показатели овощных паст и маринадов представлены в таблице 1. Содержание витамина С в овощных пастах и маринадах с мороженными выжимками ягод брусники и клюквы в среднем составляет 13,5 мг %, а с сушенными выжимками ягод брусники и клюквы 7,2 мг % (рис.3).

Таблица 1. Физико-химические показатели овощных паст и маринадов

Наименование рецептуры	Сухие вещества (не менее), %	Содержание жира, г	Активная кислотность, рН	Титруемая кислотность, %
Овощная паста:				
с выж. брусники	29,0	9,15	2,4	2,0
с выж. клюквы	27,1	9,15	2,2	1,9
Свекольная паста:				
с выж. брусники	14,0	9,9	2,6	2,1
с выж. клюквы	14,4	9,9	2,4	1,9
Маринад овощной:				
с выж. брусники	29,0	9,15	2,4	2,0
с выж. клюквы	27,1	9,15	2,2	1,9
Маринад свекольный:				
с выж. брусники	14,0	9,9	2,6	2,1
с выж. клюквы	14,4	9,9	2,4	1,9

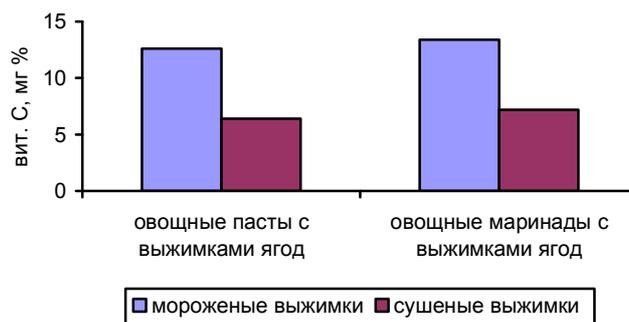


Рисунок 3. Содержание витамина С в овощных пастах и маринадах

На основании полученных результатов можно сделать вывод:

1. Введение в овощные пасты и маринады выжимок ягод брусники и клюквы, картофельного крахмала позволило стабилизировать в них содержание витамина С.
2. Введение выжимок ягод брусники и клюквы позволило обогатить готовый продукт витаминами и минеральными веществами, что способствовало повышению биологической ценности овощных паст и маринадов;
3. Введение выжимок ягод брусники и клюквы позволило увеличить сроки годности овощных паст и маринадов за счет бензойной кислоты содержащейся в выжимках ягод брусники и клюквы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Могильный М.П. Современные подходы к производству функциональных продуктов в общественном питании/ М.П. Могильный//Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. - №4. – С.35-38.
2. Плоды, ягоды и пищевые растения Сибири в детском питании / под ред. Е.И. Прахина. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 77 с.

### **СЕКЦИЯ «Стандартизация, сертификация и безопасность продуктов питания»**

#### **ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И БАД**

Дубинская В.А., Поляков Н.А.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений РАСХН,  
123056 г. Москва, ул. Красина, д. 2, polakov@yandex.ru

Разнообразие биологически активных добавок (БАД) стремительно увеличивается, составляя всё большую конкуренцию лекарственным и гомеопатическим препаратам. БАД получают из растительного, животного, или минерального сырья [1]. Так, биодобавки из растительного сырья люцерны,

участвуют в нейтрализации свободных радикалов, в процессе дезактивации канцерогенов в печени и рекомендуются при острой и хронической интоксикации, лучевой и химиотерапии [2].

Одним из современных подходов к проведению биологических экспериментов в качестве первого этапа скрининга биологически активных веществ является биохимическое тестирование *in vitro*. Для этой цели используют различные ферменты, часто являющиеся первичной мишенью в метаболизме биологически активных веществ и лекарственных средств [4,5,9].

Целью работы являлось использование специфических ферментных тест-систем *in vitro* для определения биологической активности веществ экстрагированных из растительного сырья люцерны, корневища эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*) и БАД Алфалфа, изготовленного на основе люцерны (*Medicago sativa*).

#### *Материала и методы*

Объектами исследования являлись: высушенные травы люцерны дикорастущей и люцерны посевной (семейство бобовых), экстракт из корневища эхинацеи пурпурной, БАД Алфалфа (Alfalfa), капсулированный препарат, изготовленный из люцерны (США, фирма Sunshine Products). Настои люцерны готовили при соотношении сырье : экстрагент 1 : 10. В качестве экстрагента использовали 30° этиловый спирт. Экстракт из корневища эхинацеи пурпурной растворяли в дистиллированной воде. Содержимое капсулы БАД Алфалфа в течение суток экстрагировали в 30 % этиловом спирте. Исследуемые настои вносили в инкубационную пробу в концентрациях: 1, 3, 10, 50, 100 мкг/мл.

Концентрация ферментов в инкубационной пробе составляла 0,3 – 0,5 мкг/мл. Скорость ферментативных реакций определяли с использованием известных методик в нашей модификации [4,5,9]. Для регистрации скорости реакций использовали дулучевой спектрофотометр Shimadzu MPS-2000 с непрерывной автоматической регистрацией. Исследование проводили при комнатной температуре.

#### *Результаты и обсуждения*

Результаты тестирования *in vitro* спиртовых настоев люцерны посевной, люцерны дикорастущей, экстракта из корневища эхинацеи пурпурной и БАД Алфалфа, представлены в табл. 1 в относительных процентах. За 100% принимали скорость реакции ферментов без добавления изучаемых веществ (контроль). В абсолютных значениях скорость контролей составила следующие значения: КАТ -  $4,65 \pm 0,07$  мкмоль/мин\*мг, ГР -  $15,30 \pm 0,02$  мкмоль/мин\*мг, ПК -  $1,35 \pm 0,02$  мкмоль/мин\*мг.

Как следует из полученных данных, КАТ, разрушающая  $H_2O_2$  и являющаяся важным ферментом для поддержания клеточной целостности, в результате воздействия на нее настоя из люцерны посевной, достоверно не изменяет своей активности, имея, однако, тенденцию к небольшому снижению скорости ферментативной реакции при концентрациях люцерны свыше 10 мкг/мл пробы. Некоторое угнетение каталазной реакции свидетельствует о том,

что в спиртовой раствор из люцерны посевной экстрагируются вещества, обладающие небольшим противомикробным действием [4].

Таблица 1. Оценка биологического действия люцерны (посевной и дикорастущей), экстракта из корневищ эхинацеи пурпурной и БАД Алфалфа с помощью ферментных тест-систем *in vitro*.

Концентрация исследуемого образца мкг/мл	Скорость ферментативной реакции, при добавлении исследуемого образца										
	КАТ, %				ГР, %				ПК, %		
	ЛП	ЛД	ЭП	БАД	ЛП	ЛД	ЭП	БАД	ЛП	ЛД	ЭП
Контроль (без добавления экстракта)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	100,2	103,0	-	72,2	100,4	102,6	-	111,2	103,6	100,9	-
3,0	-	-	86,3	-	-	-	117,7	-	-	-	120,3
10,0	94,7	99,9	74,9	117,9	101,8	102,3	112,3	108,1	111,2	105,2	156,9
50,0	93,8	101,4	-	158,4	-	97,4	-	106,4	126,0	124,7	-
100,0	94,4	99,0	-	146,2	99,6	105,9	-	99,6	143,2	78,0	-

Примечание. ЛП - экстракт люцерны посевной; ЛД – экстракт люцерны дикорастущей; ЭП – экстракт эхинацеи пурпурной; БАД - экстракт БАД Алфалфа (Alfalfa).

Настой люцерны дикорастущей практически не влияет на активность КАТ. Интересно отметить, что БАД Алфалфа, изготовленный на основе люцерны, в отличие от спиртовых настоев люцерны дикорастущей и посевной, значительно активизирует КАТ. Как было установлено ранее [5], активация ферментов ГР и КАТ коррелирует с наличием у вещества антиоксидантных свойств. Так как, при концентрации БАД в инкубационной пробе 50 мкг/мл активность КАТ увеличивается на 58,4%, то это свидетельствует о наличии

антиоксидантных свойств исследуемого вещества.

Продукт глутатионредуктазной реакции – восстановленный глутатион является эндогенным антиоксидантом и участвует в большом числе биологических процессов: клеточном делении, биосинтезе белка и ДНК, старении, защите клеток от радиационного поражения, метаболизме лекарственных веществ, избирательном транспорте аминокислот, синтезе лейкотриенов и др. Для опухолевых клеток в большинстве случаев характерно повышенное содержание глутатиона и увеличение активности ферментов его метаболизма. Так, в работе [6] отмечается, что в гепатоме активность ГР в 6,4 раза выше, чем в печеночной ткани.

Поэтому отсутствие у настоев люцерны посевной и дикорастущей активирующего влияния на КАТ и ГР нужно рассматривать как положительный момент, т.к. все больше данных, появляющихся в литературе в последние годы, показывают, что безопасных для онкологии антиоксидантов, практически, нет. Это связано с тем, что, вводя в терапию онкологических больных антиоксидантные препараты, можно свести на нет эффекты противоопухолевого лечения [7].

Значительная активация ПК (до 126,0 % для люцерны дикорастущей и до 143,2 % для люцерны посевной) служит доказательством возможного участия настоев в стимуляции энергетических процессов. Активация энергетического обмена жизненно важна для онкологических больных, которые проходят химиотерапию [8].

В отличие от настоев люцерны, экстракт из корневища эхинацеи пурпурной в условиях *in vitro* статистически достоверно снижает скорость каталазной реакции, значительно активируя, при этом, ГР (до 117,7 %) и ПК (до 156,9 %) реакции. Активация фермента ГР при одновременном снижении скорости каталазной реакции является коррелятом адаптогенного действия изучаемых веществ [9] и в данной работе приведена.

Таким образом, применяя специфические ферментные тест-системы *in vitro* при скрининге новых объектов растительного, синтетического или минерального происхождения можно судить о наличии в них определенной биологической активности. При удовлетворительной оценке, полученной в результате первичного тестирования *in vitro*, далее следует оценка с помощью методов, регламентированных ГФ XI изд. [10] на исследуемый объект.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кортиков В.Н. Лекарственные растения. -М. Айрис пресс.-1998.-450с.
2. Булданов А. Пищевые добавки. Справочник:-С-Пб.:1996.-215с.
3. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ
4. Дубинская В.А., Попова Н.Б., Тадевосян А.Г., Чернышев Р.В., Александрова И.В., Минеева М.Ф., Быков В.А. Использование биотест-систем при поиске фитопрепаратов, обладающих антимикробным действием. // Мат. Третьего междунар. съезда "Актуальные проблемы создания новых

лекарственных препаратов природного происхождения”. - С-П – Пушкин. - 29 июня – 1 июля 1999. - С. 88 – 91.

5. Быков В.А., Дубинская В.А., Минеева М.Ф., Ребров Л.Б., Колхир В.К. Способ выявления веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, *in vitro*. Патент РФ № 2181892. – 2001. - Chtm. Abstr. 137:379959. – 2003.

6. Чернов Н.И., Березов Т.Т. Энзиматические особенности гепатомы. // Вест. АМН СССР. - 1987. - № 7.

7. Немцова Е.Р., Сергеева Т.В., Безбородова О.А., Якубовская Р.И. Антиоксиданты - место и роль в онкологии. // Рос. онкол. ж. - 2003. - № 5. - С. 48 – 52.

8. Хазанов В.А., Смирнова Н.Б. Кинетические характеристики пиридиннуклеотидов, как показатели состояния системы энергопродукции. // Бюлл. эксперим. биол. мед. - 1999. - Т. 127. - № 3. - С. 287 –290.

9. Быков В.А., Минеева М.Ф., Дубинская В.А., Стрелкова Л.Б., Колхир В.К., Ребров Л.Б. Первичный биохимический скрининг *in vitro* веществ с адаптогенной активностью // Биомедицинские технологии. 1997. – В.7 -С.5 - 13.

10. Государственная фармакопея СССР, одиннадцатое изд. - М. - Медицина. - 1990. – В. 2

## **ФЕРМЕНТНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕНОМА И ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСГЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Кондакова Н.В., Минеева М.Ф., Быков В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВИЛАР Россельхозакадемии),

Москва, 123056, ул. Красина, д.2; [kondakova24@mail.ru](mailto:kondakova24@mail.ru)

Проблема безопасности генно-модифицированной (ГМ) продукции возникла почти четверть века тому назад, но до настоящего времени нет аргументированного ответа о полной безвредности применения ГМ продукции для здоровья человека, в том числе и для последующих поколений [1-6]. Мнения ученых по этому вопросу расходятся. Интересы сохранения здоровья человечества здесь сталкиваются с интересами коммерческими.

Потенциальная биологическая опасность ГМ-продукции может заключаться не только в провоцировании повреждения генома, но и в изменении регуляции его функционирования. Поэтому разработка и применение новых эффективных методов для выявления изменений функционирования генома, в целях оценки безопасности ГМ-продукции, является актуальной. В качестве маркеров изменений функционирования генома могут быть использованы изоформы ферментов, состоящих из гетерогенных субъединиц, биосинтез которых контролируется разными генами. В научной литературе этот вопрос практически не проработан.

Ранее нами [7,8] разработана биотест-система, тест-объектом которой выбрана L-лактатдегидрогеназа (ЛДГ) – ключевой фермент гликолиза. ЛДГ – это тетрамер, состоящий из Н- и М-субъединиц, различающихся по своим кинетическим свойствам: Н-субъединицы приспособлены к работе в аэробных, а М-субъединицы – в анаэробных условиях. Каждая из Н- и М-субъединиц контролируется соответствующим геном. Набор и соотношение Н- и М-субъединиц в изоферментах ЛДГ ( $H_4$ ,  $H_3M$ ,  $H_2M_2$ ,  $HM_3$ ,  $M_4$ ) является механизмом приспособления этого фермента для работы в разных условиях. Экспрессия и репрессия генов, контролирующих биосинтез белков Н и М, играет важнейшую регуляторную роль в адаптации организма к гипоксии, сопровождающей, как известно, различные патологические состояния. Структура фермента в значительной степени расшифрована, гены, ответственные за биосинтез Н- и М-субъединиц, секвенированы. Благодаря различиям в кинетических параметрах, характеризующих субъединицы Н и М, изменение активности изоферментов ЛДГ, различающихся по соотношению Н- и М-субъединиц, отражает изменения в функциональной активности генома. В предложенном тесте в качестве тест-объекта используется экстракт мышцы сердца крысы. Тест состоит в измерении скорости ЛДГ-реакции в зависимости от концентрации субстрата (лактата) в экстракте сердца контрольных животных и животных, которым вводили изучаемый ГМ-продукт, в построении кривых зависимости полученной скорости реакции от концентрации субстрата (лактата) и оценке результатов по площади области насыщения на полученных кривых.

В связи с принципиальной важностью оценки результатов ЛДГ-теста как нового молекулярного инструмента для выявления в составе ГМ-продуктов потенциально опасных веществ, влияющих на функционирование генома, возникла необходимость верификации теста. Разработанный тест был верифицирован в экспериментах с использованием гипоксии в качестве патологического воздействия и – в качестве препарата сравнения – известного антигипоксанта, лекарственного средства мексидол [8].

Для отработки модели эксперимента с ГМ-пищей, в качестве объекта исследования для верификации теста, было взято хорошо изученное фармакологически и токсикологически извлечение из пищевого растения расторопши пятнистой, применяемой в качестве сырья для получения фитопрепаратов гепатопротекторного и детоксицирующего действия, а именно, был взят сухой экстракт жомы семян расторопши пятнистой, содержащий флаволигнаны силибин, силиданин, силикрестин, а также другие вещества, в основном флавоноиды, и практически не токсичный.

Сухой экстракт расторопши, суспендированный в 1% крахмальном геле, вводили в дозе 50 мг/кг, внутрибрюшинно однократно контрольным животным, не подвергавшимся гипоксии, и животным опытной группы, подвергавшимся гипоксическому воздействию.

Мышца сердца в нормальных условиях хорошо снабжается кислородом. В составе ЛДГ мышцы сердца содержится 80-90% Н-субъединиц,

преобладают субъединицы типа Н, приспособленные к функционированию в аэробных условиях: субстратное торможение субъединиц типа Н проявляется уже при концентрациях лактата, превышающих оптимальную концентрацию всего в 1,2 раза (узкая область насыщающих концентраций на кривой зависимости скорости от концентрации субстрата). В скелетных мышцах, в частности, в прямой мышце бедра, ЛДГ представлена изоферментами, содержащими преимущественно (80-90%) М-субъединицы, субстратное торможение которых проявляется при концентрациях лактата, превышающих оптимальную в ~2 раза (широкая область насыщающих концентраций лактата на кривой зависимости скорости от концентрации субстрата). В прижизненных условиях, при изменении кислородного режима тканей, достаточно быстро меняется изоферментный состав ЛДГ благодаря экспрессии и репрессии генов, контролирующих биосинтез субъединиц ЛДГ. В условиях гипоксии в сердечной мышце повышается процентное содержание М-субъединиц, что проявляется в расширении области насыщающих концентраций лактата на кривой зависимости скорости от концентрации субстрата. Этот феномен использован нами для определения повышения числа М-субъединиц в составе ЛДГ, отражающее состояние гипоксии.

Как известно, влияние силимарина и родственных веществ, попадающих в организм с пищей, на обмен веществ мышцы сердца, в частности, на активность изоферментов ЛДГ, ранее не изучалось.

**Материалы и методы.** Использовали белых лабораторных крыс-самцов (масса 180-200г), применяя модель гипоксической гипоксии с гиперкапнией. Суспензию сухого экстракта расторопши вводили однократно внутривентриально контрольным животным, не подвергавшимся гипоксии, и животным опытной группы сразу после гипоксического воздействия. Через сутки крыс декапитировали и извлекали сердце. Водные гомогенаты мышцы сердца после фильтрования и центрифугирования (20000g) использовали для определения скорости лактатдегидрогеназной реакции, которую определяли спектрофотометрически по приросту поглощения при 340 нм, за счет восстановления NAD эквивалентно окислению лактата. Эффекты гипоксии и расторопши оценивали по площади пика кривой зависимости скорости лактатдегидрогеназной реакции от концентрации лактата, принимая в каждом варианте скорость при оптимальной концентрации субстрата за 100% (более подробно в [7,8]).

**Результаты и обсуждение.** На рис.1 представлены зависимости скорости ферментативной реакции ( $v$ ) для экстрактов мышцы сердца и скелетной мышцы интактных крыс, которые отражают кинетические свойства ЛДГ этих тканей и соответствуют данным литературы. Здесь же приведены зависимости скорости реакции от концентрации лактата ( $C$ ) в экстрактах сердца интактных крыс и животных, подвергнутых гипоксии.

Как видно, через сутки после гипоксического воздействия, зависимость скорости реакции от концентрации лактата отличается от зависимости, полученной для интактных животных, что свидетельствует о

прецизионности теста для выявления гипоксического состояния. Наблюдаемое изменение кривой - расширение области насыщения в сторону более высоких концентраций субстрата свидетельствует о повышении %-ного содержания М-субъединиц в составе ЛДГ сердечной мышцы после перенесенной гипоксии по сравнению с интактными животными. Результаты хорошо воспроизводятся на разных группах животных одной и той же партии. Относительная  $\sigma, \%$  (среднеквадратическая ошибка средней) составляет от 2 до 10% от определяемой величины (от 100 до 50 усл.ед.v); в интервале  $\Delta C$ , соответствующего  $v = 80\%$  от  $v_{\text{опт.}}$ , относительная  $\sigma, \%$  составляет 2 – 4%. Относительная  $\sigma, \%$  при усреднении данных всех проведенных опытов (7) по определению зависимости скорости ЛДГ-реакции экстрактов сердца и скелетной мышцы от концентрации лактата составляет от 2 до 8%.

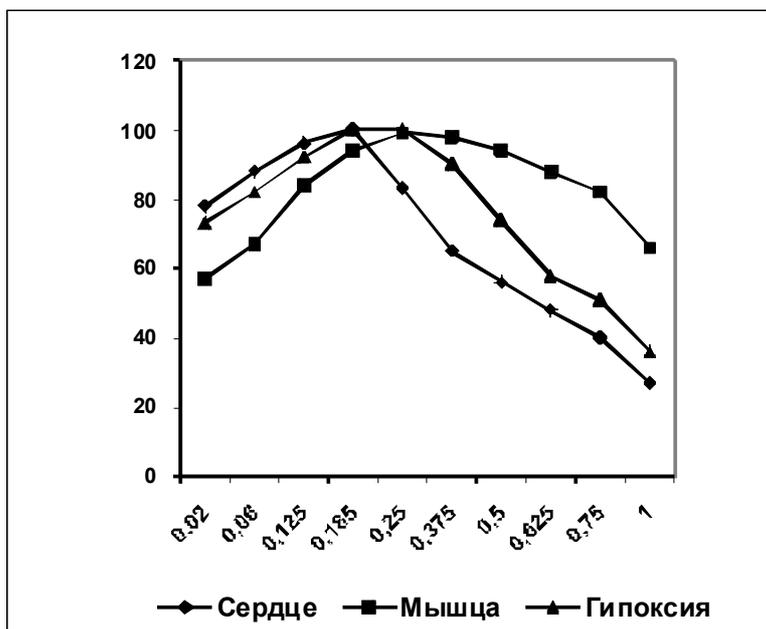


Рис.1 Зависимости скорости ЛДГ-реакции ( в усл. ед, по ординате) от концентрации лактата в реакционной смеси ( М/л, по абсциссе), для экстрактов мышцы сердца и мышцы бедра интактных крыс и мышцы сердца крыс, перенесших гипоксию.

При введении экстракта расторопши интактным крысам (рис.2) оптимальная концентрация лактата не меняется, субстратное торможение выражено немного меньше, однако проявляется оно в том же диапазоне концентраций, что и без введения препарата. Характер кривой зависимости указывает на некоторую активацию Н-субъединиц.

При введении экстракта расторопши крысам, подвергнутым гипоксии, наблюдается нормализующий эффект на ЛДГ (рис.3): кривая зависимости скорости реакции от концентрации лактата в экстракте сердца крыс соответствует кривой, полученной для интактных животных, в то время как форма зависимости скорости реакции от концентрации лактата для экстракта сердечной мышцы крыс, не получивших препарат после гипоксии, указывает на возрастание доли М-субъединиц в ЛДГ мышцы сердца этих

животных. Приведенные результаты свидетельствуют о положительном влиянии экстракта расторопши на функционирование генома в постгипоксическом периоде.

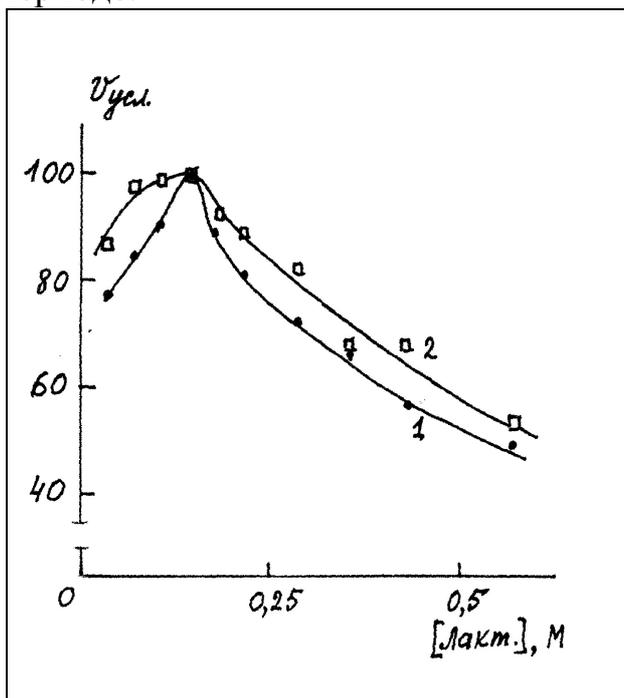


Рис. 2. Зависимости скорости ЛДГ-реакции ( $v_{усл.}$  по ординате) от концентрации субстрата (по абсциссе): 1 – экстракт мышцы сердца интактных крыс; 2- то же через 1 сутки после введения крысам экстракта расторопши.

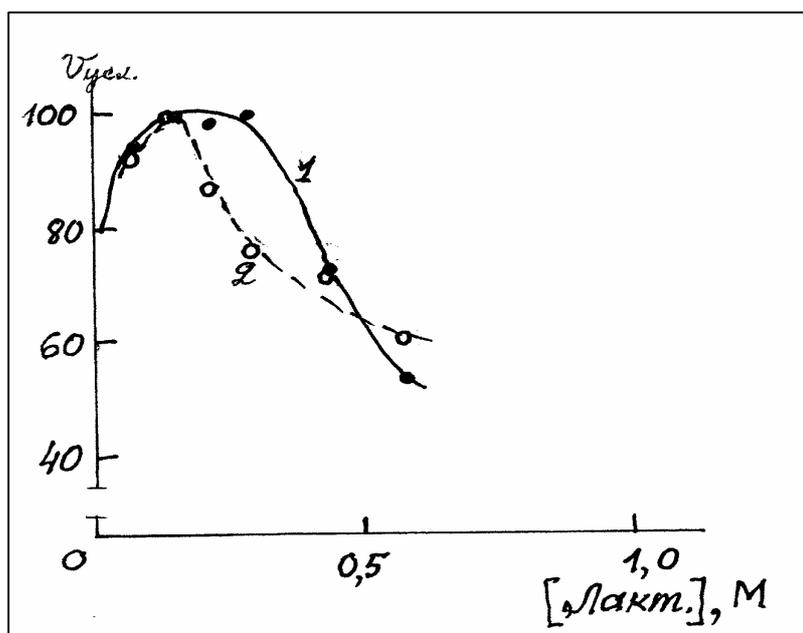


Рис.3. Влияние экстракта расторопши на крыс, подвергнутых гипоксии. Зависимости скорости ЛДГ-реакции ( $v_{усл.}$  по ординате) от концентрации субстрата (по абсциссе): 1 – экстракт мышцы сердца гипоксированных крыс; 2- то же с введением крысам сразу после гипоксии экстракта расторопши.

**Резюме.** Для отработки модели, позволяющей судить о влиянии различных, в том числе пищевых, веществ на функционирование генома, поставлены эксперименты с извлечениями из пищевых растений, в частности, из расторопши. Показано, что сухой экстракт из расторопши, при введении животным (внутрибрюшинно) может вызывать изменения соотношения активности Н и М-субъединиц L-лактатдегидрогеназы в экстрактах из сердца крыс, в особенности после перенесенной гипоксии. Полученные результаты свидетельствуют о чувствительности теста и о его применимости для выявления позитивного и негативного влияния на функционирование генома. Результаты свидетельствуют об изменениях в регуляции биосинтеза Н и М-субъединиц ЛДГ под влиянием расторопши и гипоксии. Разработанная модель эксперимента может быть применена в опытах с ГМ-пищей. Тест является достаточно чувствительным и информативным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников: Методические указания. М.: Федер. Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2000. – 95с.
2. Блюм Я.Б. Биотехнология в современном мире: польза и риски. Цитология и генетика.- 2002. - №1.-с.59-80(2002).
3. Глазго В.И. Кризис аграрной цивилизации и генетически модифицированные организмы. Киев: RANOVA. – 2006.
4. Коновалова.М. 17.04.2007, 01.35/ РИА «Новый Интернет Регион». <http://www.rambler.ru/news/medicine.0/10184818.html?mediacenter=1>
5. ИА REGNIU/ пресс-служба оагб 05/03-07. [//www.trade.biz.ua/news/69008.html](http://www.trade.biz.ua/news/69008.html)
6. Ермакова И. Генетически модифицированные продукты опасны для здоровья. Интернет, Яндекс. Электронная база данных (на декабрь 2007 г) о генетически модифицированных продуктах.
7. Кондакова Н.В., Минеева М.Ф., Бондарь Т.О. и др., Биомед. технологии и радиоэлектроника, №8-9, 30-35 (2006).
8. Кондакова Н.В., Стрелкова Л.Б. Минеева М.Ф., Воскобойникова И.В., Колхир В.К. Вопросы биол. мед. фарм. химии, № 1, 33-39 (2009).

#### **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ *LUPULUS HUMULUS* НА МАЛЫХ ПЛОЩАДЯХ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Белявская К.В., Белых О.А.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирская академия образования»

г.Иркутск, Нижняя Набережная, 6

Актуальность изучения вопросов биоморфологии и технологии выращивания *Humulus lupulus L.* (хмель обыкновенный) в Иркутской области, обусловлена необходимостью развития конкурентоспособной региональной

экономики. Хмель обыкновенный, из семейства Коноплевые (Cannabaceae) – многолетнее, вьющееся растение, длиной 3-6 метров. Это хорошо известное растение в пределах Восточной Сибири встречается лишь в западной части до Байкала, в Иркутской области встречается по Уде, Белой, в долине Ангары у Балаганска. Во многих районах хмель широко разводится как декоративное растение, а кое-где для сбора шишек, употребляемых для производства дрожжей. Лекарственным и техническим сырьем служат соплодия или женские шишки.

На формирование урожая хмеля оказывает влияние совокупность климатических и агроэкологических факторов: погодные условия, уровень почвенной влаги, сроки посева, уровень минерального питания и др. Целью нашего исследования явилось изучение биоморфологии хмеля и оптимизация технологии его выращивания на малых площадях в Иркутской области. Для решения были определены следующие задачи: - провести анализ ботанико-географических данных (ареала распространения, экологических особенностей) хмеля обыкновенного в Иркутской области; - провести лабораторные эксперименты по изучению биологии прорастания семян; - изучить морфобиологические характеристики хмеля в онтогенезе, установить зависимость биологии развития от агротехнических приемов в условиях биостанции.

С точки зрения культивации хмель является очень трудоемкой культурой. Для него требуется высокоурожайная богатая кальцием земля с растворимым надпочвенным горизонтом. Растение это многолетнее, вьющееся, поэтому для возделывания его используются шпалеры. Проблемы хмелеводства в России отражены в работах Р.А. Ахметова, Д.Н. Куракова, И.П. Куровского, Е.П. Либацкого и др.. Главный акцент в развитии отрасли сегодня делается на высоко продуктивные, устойчивые к болезням и вредителям, разнообразные по химическому составу и свойствам перспективные сорта как для пивоваренной промышленности так и для получения более эффективных хмелепродуктов и для других областей народного хозяйства.

Исследования проводились в условиях биостанции «Восточно-Сибирской государственной академии образования». Опыты по репродуктивной биологии хмеля показали следующие результаты. Лабораторная всхожесть семян на фильтровальной бумаге в чашках Петри была не высокой – 50%, при энергии прорастания на 8-й день 78%. Отмечено затрудненное прорастание семян на свету. В вегетационном опыте всхожесть семян составила 92%, при энергии прорастания на 8-10-й день 96%. Опыты по холодной стратификации семян дали высокие результаты всхожести 96% и энергии прорастания.

Основными механизмами саморегуляции темпов морфогенеза, позволяющими приспособливаться к сезонным изменениям погоды и переносить неблагоприятные условия, являются реакции растений на уровень освещения, перепады температуры, уровень минерального питания и агротехнические мероприятия. Темпы развития растений связаны с их жизненным состоянием. В условиях культуры должны создаваться

максимально оптимальные условия для роста и развития растений. Изучение биоморфологии хмеля в полевом опыте позволило выявить продолжительность возрастных состояний в прегенеративном периоде.

Общая продолжительность большого жизненного цикла хмеля обыкновенного при культивировании достигает 20 лет. Прегенеративный период в условиях биостанции составил 1 год, в течение которого растений прошли четыре возрастных состояния: проросток, продолжительность состояния - 10 дней; ювенильное - продолжительность состояния - 20 дней; имматурное - продолжительность состояния - 30 дней; виргинильное - продолжительность состояния до окончания вегетации. Под зиму растения ушли в виргинильном состоянии. В подземной сфере особей сформировано гипогоегенное корневище, на котором с осени отмечено заложение почек возобновления. К концу вегетации биометрические показатели растений имели следующие значения (табл.).

Таблица. Показатели развития онтогенетических состояний *Humulus lupulus L.* в прегенеративном периоде.

Биометрические показатели, см	онтогенетические состояния		
	ювенильное	имматурное	виргинильное
	$\Delta x$	$\Delta x$	$\Delta x$
Длина растения	28	90	300
Число листьев	4	15	20
Длина листа	2	5	8
Ширина листа	1,5	4,5	6
Длина черешка	5	8	13

По выяснению влияний удобрений на рост и развитие культуры хмеля, были заложены 4 варианта опытов. На делянках удобрения вносились по следующей схеме: P, K, N, комплексное удобрение (P+ K+ N). В ходе полевого опыта наблюдения показали, что растения интенсивно потребляют фосфор в начале вегетации. Хорошая обеспеченность фосфором способствует развитию корневой системы, увеличению площади питания и развитию особей. Калий стабилизирует режим азотного питания хмеля. Достаточная обеспеченность растений калием необходима для возделывания технического хмеля, так как этот элемент не только повышает продуктивность но и улучшает качество сырья шишек хмеля. При внесении азота для выбора его дозы следует учитывать назначение посадки (лекарственное, техническое, декоративное). При внесении высоких доз азота наблюдается усиленный рост вегетативной массы, формирование длинноплетистых побегов. Из результатов следует, что для выращивания на почвах Иркутской области культуры хмеля пригодного для технических целей, необходимо вносить умеренные дозы азота (N<sub>30</sub>) в сочетании с равными или повышенными дозами калийных удобрений (K<sub>50</sub>).

Проведенные исследования биоморфологических показателей *Humulus lupulus L.* позволяют сделать вывод о том, что условия биостанции и

проведенные агротехнические мероприятия оптимальны для выращивания культуры хмеля на малых площадях в Иркутской области. При корректировке технологии выращивания хмеля обыкновенного, регуляции минерального питания можно добиться повышения продуктивности и качества сырья, а так же способствовать формированию сортопопуляций более устойчивых к изменениям окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Либацкий Е. П. Хмелеводство.- М. -1993.- 288 с.

Сайт [www.agroatlas.ru](http://www.agroatlas.ru)

### **РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ЗЕРНА В РАЦИОНАХ ПРИ ОТКОРМЕ ПОРОСЯТ**

Антонов Н. М., Макевнина Е. И.

ФГОУ ВПО Волгоградская государственная  
сельскохозяйственная академия,

г.Волгоград, проспект Университетский, 26, [makewn@mail.ru](mailto:makewn@mail.ru)

Зерновые корма и продукты их переработки являются основными источниками углеводов для свиней. Поросятам первую неделю их жизни рекомендуется скармливать корма, содержащие глюкозу.

Наилучшими кормами для маленьких поросят являются овес без пленки, ячмень, несколько хуже – пшеница и кукуруза, из жмыхов и шротов – соевые и подсолнечные. Общая кислотность в содержимом желудка выше при скармливании ячменя по сравнению с кукурузой, содержание же свободной соляной кислоты, напротив, в 1,5 раза ниже, что объясняется высокой кислотопоглощающей способностью ячменной дерти.

Для повышения усвояемости и вкусовых качеств кормов, их обезвреживания и лучшей адаптации поросят к комбикорму в подсосный период зерновые компоненты обрабатывают различными способами (плющение, поджаривание, микронизация, экструдирование и т. д.). Переваримость органического вещества у овса при этом повышается до 81%, а крахмала – до 99% [1].

В ходе сравнения рациона, состоящего из равных долей пшеницы, кукурузы и овса, а также рациона, состоящего из пшеницы, ячменя и овса, выяснилось, что исключение ячменя при одновременном понижении уровня плющеного овса в престартерных кормах отрицательно сказывается на продуктивности поросят.

В стартерных рационах поросят в течение 25 дней после отъема рекомендуется использовать поджаренные зерна, что способствует значительному повышению скорости роста и увеличению продуктивных показателей. Поджаривание приводит к вспучиванию зерен ячменя, повышению степени желатинизации и увеличивает усвояемость и вкусовые

качества.

Наиболее распространенным способом обработки зерна для маленьких поросят является экструдирование. В основе его лежат два процесса – механическая деформация зерна и его взрыв.

При скармливании поросятам комбикорма с экструдированной кукурузой различной степени желатинизации крахмала (38,7; 52,7; 65,5; 88,5) и с необработанной кукурузой (степень желатинизации – 14,5%) переваримость питательных веществ и скорость роста не зависели от степени желатинизации. Таким образом, можно сделать вывод, что желатинизация крахмала не является основным фактором, влияющим на продуктивность [2].

Учеными было отмечено, что на ячменных рационах поросята растут лучше, чем на кукурузных, несмотря на то, что при использовании кукурузных компонентов выше переваримость сухого вещества, органического вещества, протеина и клетчатки. Живая масса поросят на рационах с обработанным ячменем превосходит показатели живой массы при использовании кукурузного корма, а затраты на корма снижены на 11%.

В результате обработки ячменя сильно возрастает переваримость органического вещества. Продуктивность поросят значительно выше на рационах с обработанным зерном по сравнению с зерном без обработки (среднесуточный привес повышается в среднем на 7...10%, затраты корма на прирост снижаются на 5...5,5%). Эти данные подтверждают большую эффективность зерна ячменя по сравнению с кукурузой для поросят и свиней.

Что касается последующих периодов откорма, то было установлено, что в финишный период скорость роста поросят на рационах с микронизированным ячменем снизилась на 5% по сравнению с группой животных, получавшей необработанный ячмень. Снижение скорости роста было обусловлено прежде всего уменьшением потребления ячменя в кормах (на 14%). Микронизация вела к повышению вязкости корма, что способствовало ухудшению его поедания. Сделан вывод о неэффективности микронизации ячменя для поросят в финишный период.

Установлено, что замена финишного рациона на размолотую пшеницу не особо повлияла на продуктивные показатели животных, а использование размолотой пшеницы – напротив, повлияло очень положительно (затраты корма на прирост снизились на 15%, экономический эффект повысился примерно на 10%) [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что изменение состава рациона животных очень сильно влияет на их продуктивные показатели, состояние здоровья и т. д. Использование того или иного вида корма зависит от возраста животного, периода откорма. Например, можно заключить, что для подсосных поросят наиболее эффективен плющенный овес, ячмень, а затем кукуруза. В первые две недели после отъема зерно желательно поджаривать или экструдировать для повышения его питательной ценности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абраменков, В. М. Зерновые компоненты комбикормов [Текст] // Учебное пособие. В. М. Абраменков – М.: Колос, 2000 - 125 с.
2. Дегирев, А. Н. Периоды откорма поросят [Текст] // Учебное пособие. А. Н. Дегирев – М.: Колос, 1998 – 87 с.
3. <http://vetko.com.ua/articles> (дата просмотра 30.04.2010).

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Гайда В.К., Дьякону А.А., Сушкова В.П., Верхотуров В.В.  
Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

Производство зерна и продуктов его переработки - важнейшая отрасль агропромышленного комплекса. Благодаря богатому содержанию питательных веществ зерно имеет высокую потребительскую ценность и универсальное использование. Продукты переработки зерна (мука, крупа, солод, крахмал и др.) служат исходным сырьем для производства хлеба, макаронных и кондитерских изделий, спирта, пива, кваса, некоторых видов консервов и пищевых концентратов. Зерно является также основным сырьем для производства кормов, что способствует развитию животноводства и увеличению производства мясных и молочных продуктов.

Одной из основных задач при возделывании продовольственной пшеницы является не просто получение высокого урожая зерна, но и получение зерна высокого качества. Обязательными условиями, обеспечивающими устойчивое производство высококачественного зерна в Восточной Сибири, являются районирование и расширение посевов сильных и наиболее ценных сортов пшеницы, стабильно сохраняющих потенциал продуктивности и качества.

Цель настоящей работы - исследование урожайности и технологических показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы, выращенной в условиях Восточной Сибири.

Объектом исследования являлись районированные сорта яровой пшеницы, выращиваемые в Иркутской области. Светло-серые лесные имели слабокислую реакцию почвенного раствора; содержание гумуса - 2 % и поглощенных оснований - 20-40 мг-экв./100 г почвы; гидrolитическая кислотность 2-4 мг-экв., степень насыщенности основаниями 80-90%. Длительность вегетативного периода в различных районах области 73-83 суток. Экспериментальные исследования проводили в 2006-2009 гг.

Качество и технологические свойства зерна и продуктов его переработки определяли по общепринятым методикам. Яровая мягкая пшеница - распространенная зерновая культура Восточной Сибири, которая обладает

высокими адаптивными свойствами к условиям выращивания. Требования яровой пшеницы к влаге и температурным условиям произрастания сравнительно невелики. Наибольшие требования к влаге пшеница предъявляет в период кущения, выхода в трубку. В настоящее время в области выращиваются районированные раннеспелые и среднеспелые сорта яровой пшеницы.

Качество зерна - фактор интенсификации зернового производства, является интегрирующим показателем взаимодействия генотипа сорта, природно-климатических особенностей, агротехнических и организационно-экономических условий возделывания пшеницы. Масса 1000 зерен является показателем крупности, выполненности зерна. В наших исследованиях наибольшее значение данного показателя наблюдалось у зерна сортов Ирень и Тулун 15. Натура зерна - весьма изменчивый показатель, зависящий от сорта и условий его произрастания, влажности зерна и наличия сорных примесей, поверхности и формы зерна. Сорта Ирень, Тулун 15 и Скала характеризовались высокими значениями этого показателя.

По средним трехлетним данным наибольшей стекловидностью обладали сорта Тулун 15 и Ирень. Количество белка в зерне яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий года колебалось в пределах от 14,0 % до 17,1 %. Мукомольные свойства зерна проявляются в его способности давать при оптимальных условиях переработки муку с наибольшим выходом. Мукомольная ценность зерна выявляется в полной мере при его размоле. Максимальный выход муки за годы исследования наблюдался у сортов Тулун 15, Тулунская 12 и Ирень.

Сорта не способны формировать высококачественное зерно без создания необходимых условий для реализации их наследственных возможностей. Не соблюдение необходимых агротехнологических приемов сорт с генетически детерминированным высоким качеством зерна формирует неудовлетворительное по качеству зерно. Поэтому необходим комплекс мероприятий, обеспечивающих выращивание высоких урожаев высококачественного зерна пшеницы и выявление ценных партий для целевого использования. Количество и качество клейковины остается одним из решающих наиболее информативных признаков при оценке технологических свойств зерна пшеницы. Сорта Ирень и Тулун 15 выгодно отличались по данным показателям от других районированных сортов. Исследования количества клейковины в муке яровой мягкой пшеницы урожая трех лет показали, что при повышенном температурном фоне во время созревания зерна, происходило более интенсивное формирование клейковины в зерне. Качество клейковины оказывает существенное влияние на хлебопекарные свойства муки и определяется на приборе ИДК для измерения индекса деформации клейковины.

В селекции яровой пшеницы на стабильность качества зерна важную роль играет устойчивость к прорастанию зерна в колосе. Важность этого показателя особенно заметна в годы, когда в период налива, созревания и уборки урожая

стоит дождливая погода. Все исследуемые сорта имели относительно высокие показатели числа падения, которые были выше 340с.

Исследование реологических свойств теста на фаринографе показали, что разжижение теста у зерна изучаемых сортов изменялось в широких пределах. Разжижение теста, как и многие другие показатели качества, зависят не только от сортовых особенностей, но и в значительной степени от погодных условий.

По показателю валориметрической оценке муки сорта характеризовались показателем, свойственным ценным и сильным сортам яровой пшеницы. Водопоглотительная способность муки (ВПС) показывает количество воды, израсходованной на замес до требуемой консистенции теста по шкале фаринографа, ВПС у зерна яровой пшеницы колебалась в пределах от 60 % до 67 %.

Таким образом, реологические свойства теста по данным оценки на приборах альвеограф и фаринограф указывают на сравнительно высокие технологические свойства сортов пшеницы, выращенных в Иркутской области.

Стратегической целью развития Иркутской области является создание комфортной среды проживания и приближение качества жизни населения к уровню развитых стран. Обеспечение продовольственной безопасности региона, в основном, за счет собственного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, развития местной пищевой промышленности с одновременным развитием сельских территорий как единого производственного, социально-экономического, территориального и природного комплекса.

Яровая пшеница в зерновом балансе региона занимает ведущее место. Потребность в высококачественном зерне пшеницы сильных и ценных сортов с каждым годом растет.

Результаты настоящей работы указывают на то, что зерно районированных сортов яровой пшеницы по своим технологическим свойствам можно отнести к хлебопекарным сортам с достойным потенциалом продуктивности.

## **СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В МУКЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Соколова М.Г., Акимова Г.П., Верхотуров В.В. \*

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН  
664033 Иркутск-33, ул. Лермонтова, 132, SokolovaMG@sifibr.irk.ru

\*Иркутский государственный технический университет,  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83, v35@istu.edu

Содержание аминокислот в зерне злаковых растений определяется, прежде всего, генетическими факторами и отличается по составу у разных белков. Проламины, например, содержат меньше таких незаменимых аминокислот, как лизин и триптофан, а также меньше глицина и больше глютаминовой кислоты,

пролина и некоторых других аминокислот, чем другие белки зерна. Известно, что под влиянием азотных удобрений, происходит изменение соотношения количества отдельных белков в зерне пшеницы, которое приводит к изменению аминокислотного состава суммарного белка зерна. Эти изменения происходят главным образом в направлении увеличения количества тех аминокислот, которых в гリアдине содержится больше, чем в других белках, и снижения содержания тех аминокислот, которых в гリアдине меньше. Отмечено повышение содержания глутаминовой кислоты, фенилаланина, пролина, лейцина. Снижение в содержании лизина, глицина, аргинина, валина, аспарагиновой кислоты, гистидина, треонина, метионина, цистина, аланина [1].

Данных о влиянии других удобрений на аминокислотный состав суммарного белка зерна пшеницы почти нет. Имеются лишь указания, что при недостатке фосфора в период развития зерна в белках зерна пшеницы и ячменя возрастало содержание глутаминовой кислоты и пролина; недостаток калия, значительно снижая урожай зерна и соломы, мало влиял на аминокислотный состав белков, а при недостатке серы в белках семян повышалось содержание аспарагиновой кислоты. По другим данным, при недостатке в почве серы внесение удобрений, содержащих сульфаты, несколько повышало суммарное содержание в белке пшеницы и ячменя девяти незаменимых аминокислот.

Несмотря на заметное изменение содержания аминокислот в суммарном белке зерна пшеницы под влиянием азотных удобрений, аминокислотный состав отдельных белков, в частности гリアдина, при этом остается без изменений. В гリアдине, альбумине и глобулине пшеницы содержание отдельных аминокислот в зависимости от условий произрастания и биологических особенностей сорта изменялось на 50—60%. При этом авторам не удалось установить какой-либо закономерности в изменении содержания аминокислот в белках в зависимости от биологических особенностей сорта и условий выращивания растений [1].

Таким образом, изменение аминокислотного состава суммарного белка зерна пшеницы под влиянием азотных удобрений происходит не вследствие изменения аминокислотного состава отдельных белков, а вследствие изменения соотношения количества различных белков в зерне. В частности, снижение содержания лизина в белке зерна под влиянием азотных удобрений связано не с ограничением его синтеза в зерне, а является следствием более интенсивного синтеза запасного белка эндосперма - гリアдина, имеющего очень низкое содержание этой аминокислоты.

Отмечается [1], что условия питания почти не влияют на аминокислотный состав суммарных белков вегетативных органов. Аминокислотный же состав суммарных белков зерна пшеницы изменяется от условий питания и сортовых особенностей, но значительно меньше, чем содержание свободных аминокислот.

Содержание свободных аминокислот, как в зерне, так и в других органах под влиянием азотных и других удобрений изменяется довольно резко. Как правило, содержание свободных аминокислот увеличивается при усилении азотного питания, а также при недостаточном питании растений фосфором,

калием, магнием, железом и некоторыми другими микроэлементами, когда тормозится синтез белков, что и вызывает накопление свободных аминокислот [1].

В данной работе были проведены исследования зерна пшеницы на изменение содержания аминокислот (АК) при влиянии ризосферных микроорганизмов, входящих в состав бактериальных препаратов (БП) Азотобактерина, Фосфобактерина, Кремнебактерина.

Бактериальные препараты - Азотобактерин (*Azotobacter chroococcum*), Фосфобактерин (*Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum*) и Кремнебактерин (*Bacillus mucilaginosus*), являются жидкими концентратами эффективных штаммов живых почвенных бактерий трех видов. Это экологически безопасные биоудобрения для повышения урожайности растений, улучшения плодородия почвы и качества растительной продукции [2]. Препараты разработаны на основе оригинальных штаммов бактерий в Томском госуниверситете, апробированы в хозяйствах Томской области и предложены для испытаний в Иркутской области на базе СИФИБР СО РАН.

Объектом исследования служили растения пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Эксперименты проводились в 4 вариантах: 1-контроль (без удобрений), 2-N<sub>60</sub> – азотные удобрения, 3 - N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> – полный комплекс минеральных удобрений, 4 - бактериальные биопрепараты Азотобактерин, Фосфобактерин, Кремнебактерин. Статистическая обработка результатов сделана методом дисперсионного анализа. Повторность опытов 3-кратная. В таблицах и на рисунке приведены средние арифметические данные и их стандартные ошибки [3].

Ранее нами показано, что изучаемые бактериальные биопрепараты повышают урожайность и устойчивость растений к грибным патогенам, снижают содержание нитратов в урожае [4], влияют на качество клейковины зерна пшеницы, повышая ее упругость, что характеризует клейковину как более крепкую [5].

Эксперименты в настоящей работе показали, что внесение минеральных и микробиологических удобрений повлияло на уровень АК в муке пшеницы. Количество АК при добавлении азотных удобрений возросло на 46% по сравнению с контролем (табл. 1, рис.1), а внесение полного комплекса минеральных удобрений (NPK) повышало их содержание в 2 раза.

Наибольшее влияние биопрепаратов проявилось в варианте с добавлением азотных удобрений. Уровень АК в муке при обработке бактериальными препаратами при этом возрос на 37% от контроля. Внесение же ризобактерий на бедной почве увеличило содержание АК на 31%.

В содержании незаменимых АК наблюдалась та же тенденция. Внесение минеральных удобрений значительно увеличивало количество АК. И обработка бактериальными препаратами повышала их содержание на 25% на бедной почве и на 29% с добавлением азотных удобрений (рис.2).

Таким образом, добавление азотных удобрений и, еще более, полного комплекса минеральных удобрений (NPK) повысило содержание АК в муке пшеницы. Внесение бактериальных препаратов дало повышение уровня АК на бедной почве и при совместном внесении их с азотными удобрениями.

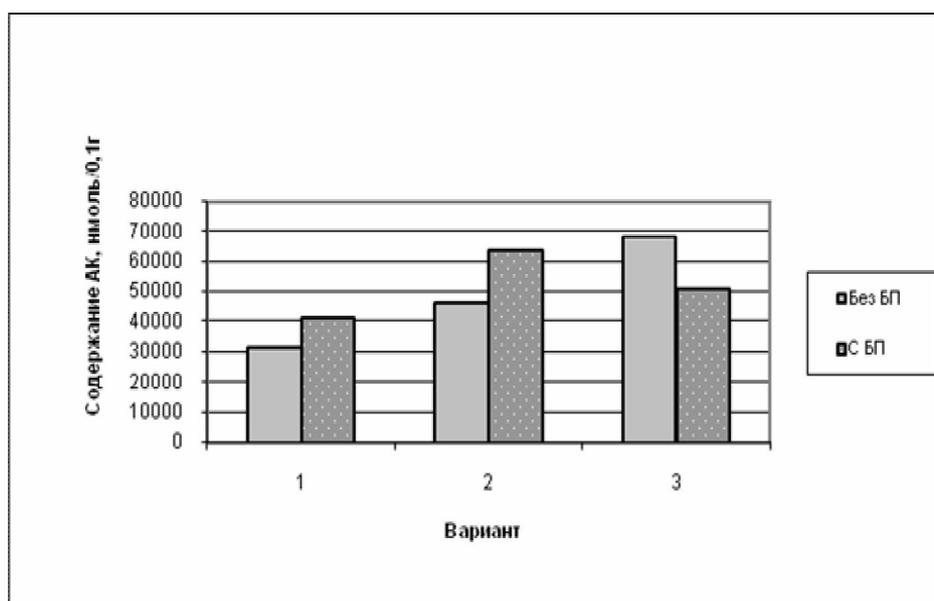


Рис. 1. Суммарное содержание аминокислот в муке пшеницы: БП – биопрепараты; варианты применения минеральных удобрений: 1 – отсутствует, 2 – азотные, 3 – полный комплекс.

Таблица 1. Влияние биопрепаратов на аминокислотный состав белков муки пшеницы (нмоль/0,1 г)

Аминокислоты	№1	№2	№3	№4	№5	№6
лизин*	1041,31	1355,31	927,31	1155,13	1015,63	853,79
гистидин	327,82	391,32	326,09	535,71	279,02	290,18
аргинин	810,91	1007,58	1083,33	1527,27	1300,00	1418,18
аспарагиновая	1703,63	2981,82	3150,00	3445,95	3344,59	2563,71
треонин*	1420,00	1672,01	1760,00	1764,11	2217,74	1451,61
серин	1714,81	2933,34	2903,70	4400,00	4611,76	3529,41
глутаминовая	10181,82	13090,91	14181,82	21195,65	21195,65	17500,00
пролин	4385,71	5059,53	7333,33	9375,00	11666,67	7736,74
глицин	1962,85	2798,25	2885,96	3846,15	4519,23	3067,77
аланин	1714,81	2170,14	2164,35	3267,05	3541,67	2504,73
валин*	1781,16	2170,14	2657,00	3361,74	3645,83	2608,90
метионин*	226,12	358,98	313,39	375,00	500,00	300,00
изолейцин*	1019,66	1211,71	1486,20	2171,05	2368,42	1522,56
лейцин*	1966,66	2577,78	3166,67	4440,10	4947,92	3680,56
тирозин	553,44	634,93	734,13	1083,33	1156,25	712,50
фенилаланин*	1005,43	1195,66	1559,78	2108,33	2391,67	1522,92

Примечания: \*- незаменимые аминокислоты. № 1, 2 – без минеральных удобрений, № 3, 4 – с добавлением азотных и № 5, 6 – полного комплекса минеральных удобрений. № 2, 4, 6 – с обработкой биопрепаратами.

При использовании бактериальных препаратов содержание АК возросло по сравнению с контрольным вариантом при выращивании растений

на бедной неплодородной почве, где ризобактерии, видимо, проявляли себя в полной мере, но было несколько ниже вариантов с совместным внесением минеральных удобрений. Вероятно высокий уровень минеральных удобрений является достаточным для роста растений и положительный эффект от дополнительного внесения биоудобрений заметно не проявляется. Тем более известно, что при избыточном содержании азота в почве бактериальные азотфиксаторы не работают, не осуществляют фиксацию атмосферного азота, их функция подавляется [6].



Рис. 2. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в муке пшеницы: БП – биопрепараты; варианты применения минеральных удобрений: 1 – отсутствует, 2 – азотные, 3 – полный комплекс.

Тенденция изменения уровня незаменимых АК была аналогична общему их содержанию. Повышение содержания незаменимых АК при внесении минеральных и бактериальных удобрений свидетельствует о возрастании качества зерна, как источника белка с высоким общим аминокислотным уровнем и, особенно, содержанием незаменимых АК. Однако при внесении бактериальных удобрений биологическая ценность белка еще более повышается.

Использование в агропроизводстве микробных препаратов на основе ризосферных бактерий - является одним из экологически безопасных методов биологического земледелия для получения высококачественной растительной продукции. Согласно современным представлениям ассоциативные бактерии способны активно размножаться в ризосфере различных небобовых растений. Формирование азотфиксирующих растительно-микробных ассоциаций определяется взаимодействиями между растениями, микробными популяциями и факторами среды. При этом создается целостная система, способная направлять часть энергии фотосинтеза на процесс превращения атмосферного азота в доступные для растений азотистые соединения [7, 8].

В 60-х годах прошлого века предлагали использовать азотобактерин для повышения урожайности. Позднее была обнаружена способность *Azotobacteria* синтезировать биологически активные вещества и витамины группы В, и

именно эта его ценность для агропроизводства выдвигается рядом авторов на первый план [7,9]. Учитывая значение витаминов в синтезе белка, высказывается мысль, что увеличение белкового азота в растении при бактериализации азотобактером может явиться доказательством не только азотфиксирующей способности микроорганизма, а также следствием лучшего использования почвенного азота под влиянием выделяемых азотобактером биологически активных веществ.

Многочисленными анализами установлено, что *Azotobacter* улучшает азотное питание растений, а фосфобактерин - фосфорное. В действительности и то, и другое удобрение может улучшать как фосфорное, так и азотное питание растений в зависимости от того, как будут изменяться взаимоотношения микроорганизмов в разных почвах под различными сельскохозяйственными культурами. Эти взаимоотношения могут быть очень сложными. Например, изменение условий фосфорного питания при внесении азотобактерина. Хорошо известна большая потребность азотобактера в фосфоре. При недостатке фосфора прибавка урожая снижается, а иногда и полностью отсутствует. С другой стороны, внесение азотобактерина и кремнебактерина может улучшать снабжение растений не только азотом и калием, а также фосфором, благодаря усилению мобилизации труднодоступных минеральных почвенных комплексов.

Таким образом, показан существенный положительный эффект на растения от применения исследуемых бактериальных биопрепаратов Азотобактерин, Фосфобактерин, Кремнебактерин. Повышение общего уровня АК и особенно незаменимых АК, при внесении минеральных и бактериальных удобрений свидетельствует о возрастании качества зерна, как источника биологически ценного белка и, соответственно, пищевой ценности хлеба. При этом повышение содержания АК при использовании биопрепаратов на бедной почве и в комплексе только с азотными удобрениями говорит о возможности получения высокоценного зерна при снижении дозы минеральных удобрений что, в свою очередь, подчеркивает роль бактериальных биоудобрений в получении экологически чистой пищевой продукции высокого качества с высоким содержанием аминокислотного комплекса, и в целом применение биопрепаратов ведет к более экологически безопасному земледелию [10, 11].

Авторы выражают благодарность сотруднице Иркутской государственной сельскохозяйственной академии к.б.н. Гиль Т.А. за всестороннюю помощь в работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов А.Н. Повышение содержания белка в зерне / А.Н. Павлов – М.: Наука, 1984. – 119 с.
2. Вайшля О.Б. Мобилизация кремния и фосфора бактериями биопрепаратов «Кремнебактерин» и «Фосфобактерин» / О.Б. Вайшля, Н.А.Трифоновна, А.А. Ведерникова // Матер. XXI межд. научн. конф. Томск, 2006. Т. II. С. 349-351.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия // М: Высшая школа, 1980.- 294 с.
4. Соколова М.Г., Акимова Г.П., Хуснидинов Ш.К. Эффективность применения ассоциативных бактерий биопрепаратов на различных овощных культурах // Агрехимия, 2009. №. 7. С. 54-59.
5. Соколова М.Г., Акимова Г.П., Верхотуров В.В. Изменение качества зерна пшеницы при использовании бактериальных биопрепаратов // Матер. Всеросс. научно-практич. конфер. «Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания». ИрГТУ. 2009. С.70-75.
6. Куликов Н.Ф. К вопросу об участии бобово-ризобияльного симбиоза в повышении урожайности и качества зерна сои в приморском крае / Н.Ф. Куликов // С.-х. биология. – 2006. - №1. – С. 63-66.
7. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин – М.: Издательство ВНИИА, 2005. – 302 с.
8. Петров В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков. – Спб: ГНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, 2004. – <http://www.agro.ru> (13.03.2007).
9. Дахмуш А.С. Использование ассоциативных ризобактерий в улучшении плодородия почв и питания растений / А.С. Дахмуш, А.П. Кожемяков // Агрехимия. – 2007. - №1. – С. 57-61.
10. Державин Л.М. Оптимизация научного обеспечения интегрированного применения удобрений в интенсивном земледелии / Л.М.Державин // Агрехимия. – 2007. - №7. – С. 5-14.
11. Терещенко Н.Н. Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения / Н.Н. Терещенко // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2007. - №7(175). – С. 14-20.

## **БИОТЕСТ-СИСТЕМЫ IN VITRO ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Дубинская В.А., Поляков Н.А., Быков В.А.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений РАСХН,  
123056 г. Москва, ул. Красина, д. 2, [nicbmtvilar@mtu-net.ru](mailto:nicbmtvilar@mtu-net.ru)

Использование лабораторных животных в научных целях, в том числе при разработке лекарственных средств и анализе пищевых продуктов, в последнее десятилетие находят все больше противников. Это связано не только с этическими нормами по отношению к животным, но, в основном, касаются различий в физиологии, метаболизме и протекании патологических процессов животных и человека, в результате которых результаты, получаемые на моделях с использованием животных, часто не находят подтверждения в клинике.

Создание специфичных, эффективных и экономичных молекулярных

тест-систем *in vitro* для контроля качества и оценки безопасности пищевых продуктов, в том числе и генетически модифицированных, а также вакцин, лекарственных средств, пищевых добавок, содержащих биотехнологические продукты, является актуальным для современных областей биотехнологии, медицины, фармакологии и пищевой промышленности.

Биотест-системы *in vitro*, разработанные авторами статьи, основаны на применении в качестве тест-объектов ключевых или лимитирующих ферментов, которые быстро реагируют на изменение внутренней среды организма, ускоряя или замедляя скорость биохимических реакций. В ГНУ ВИЛАР такие биотест-системы в настоящее время широко применяют при первичном направленном скрининге фармакологически активных соединений, в технологии лекарственных форм, сертификации, оценке качества и сроков годности препаратов. Все эти возможности методов могут найти спрос и на рынке интенсивно развивающейся пищевой индустрии.

Неблагоприятная экологическая обстановка, большая скученность людей в современных городах, зачастую недоброкачественные пища и лекарственные препараты ослабляют адаптационные возможности организма. В связи с этим, большое внимание уделяется сырым натуральным сокам, которые являются биогенными стимуляторами и оказывают общеукрепляющее действие на наш организм. К таким живительным сокам относится морковный сок, насыщенный бета-каротином, витамином С, минеральными компонентами, пектином, содержащим фитогормоны. Бета-каротин – желто-оранжевый пигмент моркови, является предшественником витамина А (ретинола); в клетках животных и человека находится в мембранах и является веществом-перехватчиком свободных радикалов, в частности, обезвреживает синглетный кислород. Особое внимание к моркови стало уделяться после открытия ее противораковых свойств, которые связывают с наличием в соке мощных антиоксидантных свойств.

Цель данной работы заключалась в определении с помощью ферментных тест-систем *in vitro* наличия биологической активности в свежееотжатом морковном соке и соке, сохраняемом некоторое время в холодильнике.

#### *Материалы и методы*

Для приготовления морковного сока использовали корнеплоды моркови весенней (март-апрель) и осенней (октябрь) закупки. Тестировали действие свежееотжатого морковного сока и сока, который в течение 24 часов хранился в холодильнике.

В работе применяли разработанные ранее молекулярные тест-системы *in vitro* [1-5], в которых в качестве тест-объектов применяли антиоксидантные ферменты – глутатионпероксидазу (ГП; КФ 1.11.1.9) и каталазу (КАТ; КФ 1.11.1.6), катализирующих реакции расщепления липидного пероксида и перекиси водорода, а также ключевой фермент восстановительного глутатионового цикла - глутатионредуктазу (ГР, КФ 1.6.4.2.).

Концентрация ферментов в инкубационной пробе составляла 0,3 – 0,5 мкг/мл. Морковный сок добавляли в инкубационную пробу в следующих

количествах: 0.5, 1, 5, 10 и 50 мкл/мл.

Для определения скорости ферментативных реакций использовали известные методы в нашей модификации. Скорости ГР- и ГП-реакций определяли в кварцевых кюветах на двулучевом спектрофотометре Shimadzu MPS-2000 с непрерывной автоматической регистрацией убыли НАДФН при длине волны 340 нм [6]. Об активности каталазы судили по убыли субстрата – гидропероксида, которую измеряли в виде комплекса с молибдатом аммония по поглощению при 410 нм [7].

Скорость ферментативных реакций измеряли без добавления изучаемого вещества (контроль) и после добавления изучаемого вещества (опыт). В табл. 1 приводятся средние арифметические значения из 2-3х параллельных определений и стандартные отклонения среднего результата ( $M \pm m$ ) для абсолютных значений скорости ферментативной реакции (мкмоль/мин\*мг) и в процентах к контролю (% отн.).

#### *Результаты и обсуждение*

В таблице 1 приведены результаты тестирования свежеежатого морковного сока и сока, выдержанного в холодильнике в течении 24 часов, с помощью ферментных тест-систем *in vitro*.

Из представленных в табл. данных видно, что оба образца сока морковного проявляют высокое сродство к собственно антиоксидантным ферментам ГП и КАТ. В результате воздействия сока морковного скорости ГП- и КАТ-реакций возрастают на 400 – 600 %, достигая своего максимума при концентрации сока в инкубационной среде 10 мкл/мл.

При добавлении сока морковного увеличивается и скорость ГР-реакции, однако, в меньшей степени, чем ГП- и КАТ-реакций. Продукт глутатионредуктазной реакции – восстановленный глутатион - является эндогенным антиоксидантом и защищает внутриклеточные белки, нуклеиновые кислоты, липиды и мембраны клеток от свободных радикалов.

Вопреки общепринятому мнению, что только свежеежатые соки обладают всем набором полезных свойств, оказалось, что морковный сок после 24-часового нахождения в холодильнике оказывается более мощным активатором ферментов антиоксидантной защиты. Вероятно, это является результатом того, что бета-каротин моркови за это время успевает трансформироваться в витамин А и в реакции с ферментами уже участвует не одна молекула бета-каротина, а две молекулы витамина А.

Учитывая установленную нами ранее корреляцию активации ферментов антиоксидантной защиты *in vitro* с антиоксидантным действием биологически активных веществ [3], полученные результаты свидетельствуют о наличии у обоих образцов сока морковного (свежего и после суточного нахождения в холодильнике) выраженной антиоксидантной активностью. Активирующее действие на ГР является общим свойством веществ, проявляющих адаптогенные свойства [5], которые повышают устойчивость организма к неблагоприятным условиям среды.

Таблица 1. Влияние морковного сока на скорость реакций ГП, КАТ и ГР *in vitro*

Образец, количество в пробе, мкл/мл	Скорость ферментативной реакции					
	ГП		КАТ		ГР	
	$\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{МИН*МГ}}$	% отн.	$\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{МИН*МГ}}$	% отн.	$\frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{МИН*МГ}}$	% отн.
1. Контроль (без морк. сока)	3,411±0,221	100,0	1,728±0,144	100,0	5,655±0,140	100,0
2. Сок морк. (свежевыжатый), мкг/мл						
0,5	6,767±0,367	198,4	2,671±0,269	154,6	5,812±0,120	102,6
1,0	7,559±0,110	221,6	3,563±0,248	206,2	6,532±0,221	115,5
5,0	9,404±0,341	275,7	6,779±0,510	392,3	6,995±0,325	123,7
10,0	13,555±1,250	397,4	8,662±0,043	501,3	7,323±0,020	129,5
50,0	4,308±0,223	126,3	0,221±0,032	12,8	3,135±0,121	55,4
3. Сок морк. (24 час. в холодильнике), мкл/мл						
0,5	6,130±0,315	179,7	3,081±0,198	178,3	-	-
1,0	8,077±0,849	236,8	3,437±0,247	198,9	-	-
5,0	10,032±0,769	294,1	8,716±0,212	504,4	-	-
10,0	13,702±1,0	401,7	10,131±0,070	586,3	-	-
50,0	3,936±0,316	115,4	0,856±0,072	49,5	-	-

Следует отметить, сок из свежесобранного осеннего урожая, обладает не только выраженным воздействием на ферменты антиоксидантной защиты, но и имеют в своем составе эти ферменты, усиливающие антиоксидантный эффект морковного сока. Особенно большое содержание в моркови осеннего сбора каталазы.

Таким образом, на примере морковного сока показаны возможности применения ферментных тест-систем, позволяющих судить о механизме действия биологически активного вещества. С помощью биотест-систем *in vitro* можно первично оценить и сравнить целевую биологическую активность разных технологических пищевых продуктов. Причем, ферментные тест-системы позволяют проводить сравнительную оценку биологической активности продуктов питания, фармакологически активных соединений, косметических, ветеринарных и пр. препаратов без предварительного определения химического состава изучаемого объекта, что особенно важно при тестировании пищевых продуктов, имеющих сложный химический состав.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В.А., Минеева М.Ф., Дубинская В.А., Стрелкова Л.Б., Колхир В.К., Ребров Л.Б. // Биомедицинские технологии. 1997. – В.7 – С.5 - 13.
2. Дубинская В.А., Минеева М.Ф., Калинин М.А., Тополева Т.В. Исследование антиоксидантных и противогипоксических свойств экстракта бересты сухого. // Медицинская технология и радиоэлектроника. - 2004. - № 12. - С. 58 – 64.
3. Быков В.А., Дубинская В.А., Минеева М.Ф., Ребров Л.Б., Колхир В.К. Способ выявления веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, *in vitro*. Патент РФ № 2181892. – 2001. - Chtm. Abstr. 137:379959. – 2003.
4. Дубинская В.А., Минеева М.Ф., Ребров Л.Б., Быков В.А. Биотест-системы для первичного скрининга и оценки действия веществ с антиоксидантной активностью. // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. 2007.- № 4. – С. 16 – 19.
5. Быков В.А., Минеева М.Ф., Дубинская В.А., Ребров Л.Б., Колхир В.К. Способ выявления веществ, обладающих адаптогенными свойствами, *in vitro*. Патент РФ № 2181890. – 2001. - Chem. Abstr. 137:379958. – 2003.
6. Beutler E. Red cell metabolism. Ed. E.Beutler. Churchill. Livingson. - 1986. - P.69-71.
7. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарева В.Е // Лаб. дело, 1986. - № 1, С. 16 –19.

## АНАЛИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МАССОВОГО СПРОСА

Рудомётова Н.В., Вихарева А.О.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых ароматизаторов, кислот и красителей Российской академии сельскохозяйственных наук,

191104, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 55, vniipakk@peterlink.ru

Натуральные и синтетические пищевые красители нашли широкое применение в пищевой промышленности для придания внешней привлекательности и улучшения потребительских свойств пищевых продуктов.

В связи с неоднозначностью воздействия синтетических красителей на здоровье человека и, особенно детей, и с целью возможности оперативного контроля за содержанием синтетических красителей в пищевой продукции ГНУ ВНИИПАКК Россельхозакадемии разработаны методики и национальные стандарты, позволяющие оперативно и надёжно контролировать наличие и содержание синтетических красителей в пищевой продукции массового спроса (алкогольных напитках, карамели, пряностях, консервированных компотах, жележном мармеладе, мороженом) [1-5].

В отличие от алкогольных напитков и карамели консервированные компоты, мармелад и мороженое представляет собой пищевые матрицы более

сложного состава и структуры, так как содержат большое количество растворимых и нерастворимых пищевых волокон, загустителей, гелеобразователей и углеводов, мешающих достоверной идентификации и дальнейшему количественному определению синтетических красителей. Поэтому при разработке методик основное внимание было уделено исследованию процессов выделения красителей из матрицы продукта и их очистке от сопутствующих компонентов.

Изучено влияние рН, температуры, величины гидромодуля, кратности и продолжительности экстракции на выход красящих веществ на модельных образцах компотов и определены условия выделения и очистки синтетических красителей, на основе которых разработаны методики идентификации и количественного определения синтетических красителей в консервированных компотах.

При апробации разработанных методик было выявлено значительное количество небезопасной продукции, поступающей на продовольственный рынок России. Мониторинг консервированных компотов выявил факты фальсификации и нарушения гигиенических регламентов применения пищевых красителей в 60 % проверенных образцов. Установлено присутствие запрещённого в России красителя Эритрозин (Е 127) и неп пищевого красителя Флоксин.

Для определения условий выделения синтетических красителей из жележных кондитерских изделий выполнен ряд экспериментов на модельных образцах мармелада. В ходе исследования изучены факторы, влияющие на эффективность проведения твёрдофазной экстракции (ТФЭ): вид желирующего вещества и используемого сорбента, параметры процесса сорбции. Проведённые опыты показали, что для эффективной сорбции синтетических красителей из раствора мармелада и дальнейшей их идентификации необходимо предварительно удалить желирующие вещества. Предложено проводить осаждение пектина, агара и других желирующих веществ органическими растворителями (этиловым спиртом и ацетоном), а очистку полученных растворов от сахарозы, патоки и других маскирующих веществ проводить методом ТФЭ.

В соответствии с разработанной методикой проанализирован качественный и количественный состав 32 коммерческих образцов мармелада, окрашенных синтетическими красителями различной химической природы. Выявлены многочисленные случаи информационной фальсификации и установлено, что в мармеладе «Жар-птица», содержание красителя Жёлтый «солнечный закат» превышает допустимое количество в 1,6 раза. В образцах развесного мармелада содержание Понсо 4R превышено в 2,2 и 4,6 раз.

Предложенный способ очистки пищевых матрикс от гидроколлоидов был успешно применён при разработке методик определения синтетических красителей в мороженом «фруктовый лёд». При апробации разработанный методик, из 10 проверенных коммерческих образцов в 5 образцах («Фруктовый лёд» с ароматом зелёного яблока), «Клубничка. Солнечный круг», «ЛедОк.»

Клубнично-ананасовый лёд», «Эскимо фруктовое во фруктовой глазури «Клубника-Лимон»-«СОК» и «Аниме»), также были выявлены случаи информационной фальсификации.

Проведённая работа показала необходимость обеспечения контролирующих органов методиками и национальными стандартами, позволяющими выявлять и предотвращать появление фальсифицированной продукции на российском рынке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудомётова Н.В. Методика контроля синтетических красителей в консервированных компотах / Н.В. Рудомётова, В.С. Попов // Пищевые ингредиенты: сырьё и добавки. – 2008. – № 2. – С. 82.

2. Рудомётова Н.В. Методы установления фальсификации пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты: сырьё и добавки. – 2009. – № 1. – С. 68-69.

3. Рудомётова Н.В. Синтетические красящие вещества в пряностях / Н. В. Рудомётова, Е.В. Красникова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 8. – С. 23-24.

4. Рудомётова Н.В. Контроль синтетических красителей в плодово-ягодной консервированной продукции / Н.В. Рудомётова, Е.В. Красникова, В.С. Попов // Продукты длительного хранения. – 2009. – № 4. – С. 6-7.

5. Рудомётова Н.В. Больше внимания контролю пищевых красителей / Н.В. Рудомётова, Е.В. Красникова // Кондитерское производство. – 2010. – № 1. С. 27-28.

### **ОЦЕНКА АНТИГИПОКСАНТНЫХ И ДЕТОКСИЦИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ФИТОПРЕПАРАТОВ, ПИЩЕВЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ТЕСТ-СИСТЕМ**

Кондакова Н.В., Стрелкова Л.Б., Минеева М.Ф., Колхир В.К.

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений Российской академии сельскохозяйственных наук  
Москва, 123056, ул. Красина, д.2; strelkova46@bk.ru

Безопасность использования пищевых и биологически активных добавок (БАД) из растительного сырья, контроль их качества и оценка эффективности является в настоящее время актуальной задачей. В связи с этим во Всесоюзном научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВИЛАР РАСХН) разрабатываются ферментные биотест-системы, позволяющие определять эффективность воздействия специфических биологически активных соединений (БАС), содержащихся в фитопрепаратах и БАДах, на ключевые регуляторные процессы, поддерживающие гомеостаз организма при неблагоприятных и экстремальных условиях окружающей среды. Большое

практическое значение имеет выявление у фитопрепаратов антигипоксического действия. Такие факторы как недостаток кислорода в атмосфере, спазм сосудов, острая кровопотеря, тяжелая физическая нагрузка, вызывая гипоксию, приводят к нарушению метаболизма и развитию окислительного стресса [1,2] за счет накопления в период гипоксии недоокисленных продуктов и образования свободнорадикальных форм кислорода [3].

Целью настоящей работы является изучение **постгипоксического** кардиопротекторного и антиоксидантного гепатопротекторного действия фитопрепаратов - фито Ново-Седа (ФНС) и силимара (СИЛ) на модели острой гипоксической гипоксии крыс [4]. Для сравнения использовали мексидол (МКС) - синтетическое лекарственное средство, обладающее выраженными антигипоксическими и антиоксидантными свойствами [5].

Фито Ново-Сед [6] - жидкий экстракт смеси лекарственного растительного сырья: травы эхинацеи пурпурной, Melissa лекарственной и пустырника, плодов шиповника и боярышника - обладает анксиолитическим и седативным, стресс-протекторным, кардиопротекторным и гепатопротекторным свойствами, проявляет антиоксидантное и антигипоксическое действие, содержит широкий набор биологически активных соединений (БАС) разной химической структуры: флавоноиды, тритерпеноиды (агликоны и гликозиды), органические кислоты, витамины, что способствует взаимодействию препарата с различными биохимическими мишенями.

Силимар [7] – гепатопротекторное лекарственное средство, обладает антиоксидантным и антиоксидантным действием. Основу СИЛ составляет сухой экстракт жомы плодов расторопши пятнистой. Активными компонентами СИЛ являются флаволигнаны – силимарин и его родственные соединения.

Постгипоксическое действие препаратов оценивали с помощью специфических ферментных тест-систем. Кардиопротекторное - по соотношению субъединиц L-лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в экстрактах мышцы сердца. Ранее экспериментально было установлено [4], что характер кривой зависимости скорости ЛДГ-реакции от концентрации субстрата (лактата) в ткани мышцы сердца позволяет судить о состоянии гипоксии или нормоксии сердечной мышцы. Антиоксидантное и гепатопротекторное действие фитопрепаратов определяли по активности ключевых ферментов первого и второго этапов биотрансформации и детоксикации – цитохрома P450 (цит-P450) и глутатиотрансферазы (ГТФ). Эффективность действия определяли по соотношению скоростей реакции с участием ГТФ и цит -P 450 [8].

**Материалы и методы.** Постгипоксическое действие фитопрепаратов изучали на модели острой гипоксической гипоксии с гиперкапнией в гермообъеме, используя белых лабораторных крыс-самцов (180-200г). Изучаемые препараты вводили крысам внутрибрюшинно, однократно: ФНС - в дозе 0,1 мл/кг, СИЛ - 50 мг/кг и МКС - 50 мг/кг. ФНС в виде жидкого экстракта перед введением животным разбавляли водой в 10 раз. СИЛ суспензировали в 1% крахмальном геле. МКС использовали в виде 5% ампульного раствора для инъекций. Через сутки животных декапитировали, извлекали сердце и печень

для определения активности ключевых ферментов - ЛДГ, цит-Р450 и ГТФ (более подробно методические условия в [9]).

Для биохимического тестирования использовали водные экстракты из ткани мышцы сердца и микросомальную фракцию печени, полученные от интактных и экспериментальных животных. Общий белок определяли по Лоури [10]. Активность ЛДГ мышцы сердца определяли спектрофотометрически в кинетическом режиме, по приросту оптической плотности в полосе поглощения NADH при 340 нм, субстратом служил лактат натрия [4]. Эффекты гипоксии, расторопши и мексидола оценивали по площади пика кривой зависимости скорости ЛДГ-реакции от концентрации лактата, принимая в каждом варианте скорость при оптимальной концентрации субстрата за 100% (более подробно методика в [9]).

В микросомальной фракции определяли содержание белка по методу Лоури [10] и содержание цит-Р450 - спектрофотометрически по методу Омура и Сато [11]. Скорость реакции р-гидроксилирования анилина и N-деметилирования диметиланилина (ДМА), катализируемых цит-Р450, определяли в кинетическом режиме при 340 нм по убыли поглощения при окислении NADPH в процессе реакции при 37<sup>0</sup>С [12].

Субстратом ГТФ- реакции служили – восстановленный глутатион(GSH) и 2,4-динитрохлорбензол (ДНХБ) [13]. Измерения оптической плотности проводили на дуолучевом дифференциальном спектрофотометре «Шимадзу MPS-2000» (Япония). Полученные результаты обрабатывали статистически [14].

**Результаты экспериментов и их обсуждение.** Ранее показано [4, 9], что площадь пика зависимости скорости ЛДГ-реакции от концентрации субстрата (лактата) для мышцы сердца крысы существенно меньше (~ в 3 раза), чем для скелетной мышцы, что соответствует различию в содержании Н-субъединиц в изоферментном составе ЛДГ сердца (80-90 %) и скелетной мышцы (90-20 %). Это связывают с более высоким напряжением кислорода в мышце сердца, чем в скелетной мышце [15]. После гипоксического воздействия наблюдается увеличение площади пика кривой зависимости скорости ЛДГ-реакции экстракта мышцы сердца от концентрации субстрата по сравнению с кривой для интактных животных за счет его уширения, обусловленного повышением содержания в мышце сердца субъединиц М-типа, приспособленных к функционированию в анаэробных условиях. Максимальные изменения достигаются через 1 сутки после гипоксии [4,9].

Влияние на ЛДГ-реакцию в экстрактах мышцы сердца крыс мексидола, силимара и фито Ново-Седа при однократном введении сразу после гипоксического воздействия на крыс приведены на следующем рисунке.

Из полученных данных видно, что введение БАВ после гипоксии приводит к уменьшению площади пика, полученной для мышцы сердца гипоксированных животных без введения БАВ (контроль). Результаты свидетельствуют о кардиопротекторном действии изучаемых препаратов в постгипоксический период, способствующем реадaptации метаболизма мышцы

сердца к нормоксии, т.е. о постгипоксических кардиопротекторных свойствах этих БАВ.

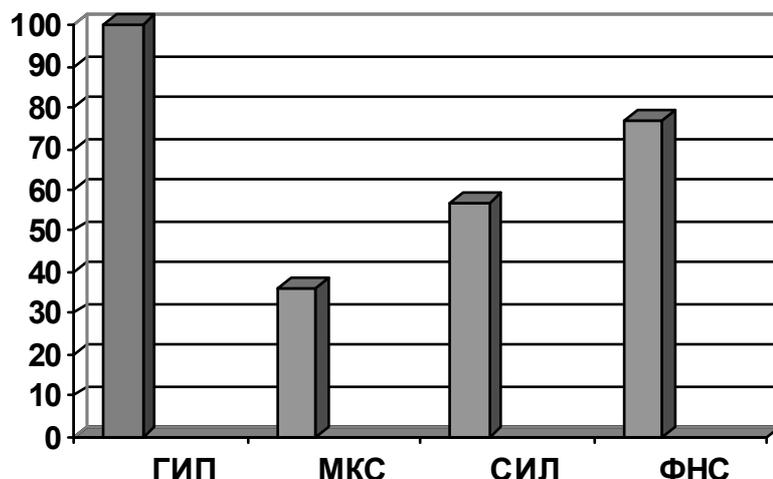


Рис.1. Влияние БАВ при введении крысам сразу после гипоксии на площадь под кривой зависимости скорости ЛДГ-реакции ( $v$ ) экстрактов мышцы сердца от концентрации лактата для  $v/v_{0пт} = 0$  (по оси ординат).

При параллельном исследовании состояния микросом печени в тех же опытах, что и анализ состояния ЛДГ мышцы сердца, получены следующие результаты. На рис. 2 приведены данные по определению содержания белка и цит-Р450 в микросомах печени крыс после гипоксии и постгипоксического действия БАВ.

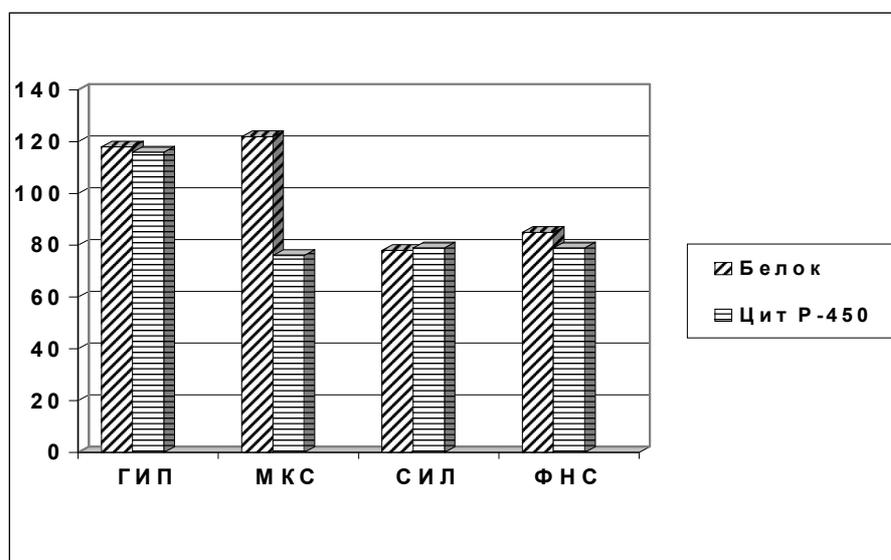


Рис.2. Содержание общего белка и цитохрома Р450 в микросомах печени крыс, интактных и подвергнутых гипоксической гипоксии, через сутки после введения фито Ново-Седа, силимара и мексидола.

Примечание: достоверность различий с контролем  $p \leq 0,01$ .

Гипоксия приводит к небольшому повышению (в 1,2 раза) содержания белка и цит-Р450 по сравнению с контролем. Это, вероятно, является компенсаторным ответом на снижение напряжения кислорода в организме. Введение МКС не влияет на содержание белка после гипоксии, но вызывает снижение содержания цит-Р450 на 20%. ФНС и СИЛ снижают содержание как общего микросомального белка, так и цит-Р450 по сравнению с контролем.

Ключевые ферменты системы биотрансформации и детоксикации – цитохром P<sub>450</sub> и глутатионтрансфераза играют важную регуляторную роль в поддержании гомеостаза, в том числе – в формировании приспособительных, компенсаторных реакций поддержания гомеостаза в экстремальных условиях, к которым относится и недостаток кислорода в среде обитания. Влияние гипоксии на активность ключевых ферментов 1-го и 2-го этапов системы биотрансформации и детоксикации микросом представлено на рис.3. Видно, что гипоксия оказывает негативное влияние на монооксигеназную систему цит-Р450: наблюдается снижение гидроксильной и деметилазной активностей по сравнению с контролем, в тоже время активность ГТФ – возрастает. Результаты по влиянию БАВ на печень крыс при введении сразу после гипоксии приведены на рис.3.

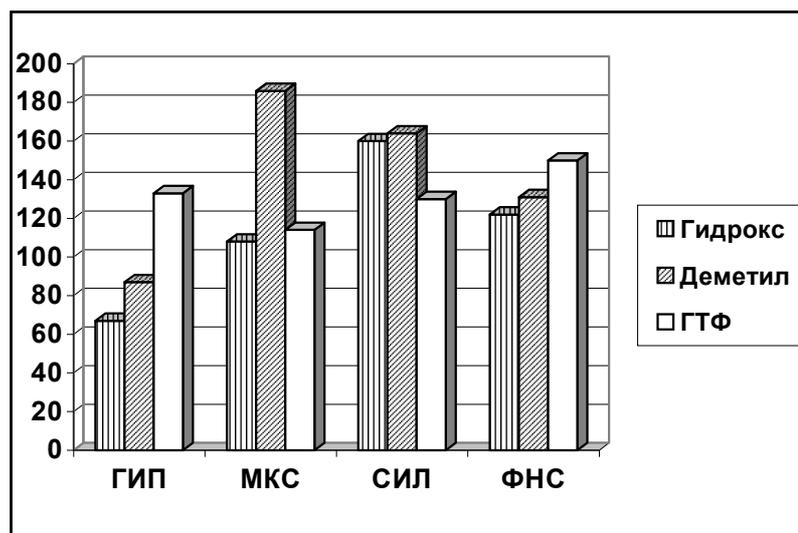


Рис.3. Влияние гипоксии и фито Ново-Седа, силимара и мексидола на каталитическую активность цитохрома P-450 и глутатионтрансферазы в постгипоксическом периоде.

Примечание: достоверность различий результатов с контролем составляет  $p \leq 0,01$ .

МКС - известный антигипоксикант и антиоксидант, не влияет на скорость гидролирования цит-Р450 и незначительно активизирует глутатионтрансферазу реакции, однако при этом почти в 2 раза активизируется деметилирование. При таком соотношении активностей 1-го и 2-го этапов детоксикации существует возможность накопления побочных продуктов деметилирования.

Силимар – сильный гепатопротектор – вызывает значительное (в >1,5 раза) повышение каталитической активности обоих центров цит-Р450 –

гидроксилирования и деметилирования в постгипоксический период, однако активность ГТФ возрастает менее, чем на 20% что может привести к накоплению токсических побочных продуктов, ранее образовавшихся на этапе биотрансформации.

У ФНС выраженное анксиолитическое и стресс-протекторное действие сочетаются с гепатопротекторным и антигипоксическим эффектами. В постгипоксическом периоде он оказывает достоверное активирующее влияние на оба активных центра системы биотрансформации: Цит-Р450 - 20-30% и более значительное влияние на ГТФ (на 50%). Таким образом, стимулируются не только процессы биотрансформации, но еще в большей мере – детоксикации. Такое постгипоксическое влияние ФНС указывает на его преимущества перед СИЛ и, особенно, МКС при постгипоксических состояниях, требующих нормализации эндогенной системы детоксикации в печени.

**Резюме.** В результате изучения постгипоксического действия фито ново-седа, силимара и мексидола на модели гипоксической гипоксии крыс установлено следующее. Изучавшиеся препараты способствуют адаптации метаболизма мышцы сердца к нормоксии после перенесенной гипоксии, что выражается в повышении доли Н-субъединиц лактатдегидрогеназы в ткани сердца. По выраженности кардиопротекторного действия изучавшиеся препараты располагаются в следующий ряд: мексиол > силимар > фито ново-сед. Изучавшиеся препараты оказывают постгипоксическое гепатопротекторное антигипоксическое действие, активируя цитохром Р-450 и глутатионтрансферазу микросом печени. По выраженности эффекта препараты располагаются в следующий ряд: фито Ново-Сед > силимар > мексидол.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркелов И.М. Оценка активности изоферментов в аспекте современных проблем реаниматологии: дисс... д-ра мед. наук, Л., 1969.
2. Кожура В.Л. Пластический обмен мозга при смертельной гиповолемической гипотензии и в постреанимационном периоде: дисс... д-ра мед. наук, М., 1981.
3. Кожура В.Л., Вестник РАМН, № 10, 10-13 (1997).
4. Регистр лекарственных средств России “Энциклопедия лекарств”, (2008), вып. 16, с. 537.
5. Кондакова Н.В., Минеева М.Ф., Бондарь Т.О. и др. Биомед. технологии и радиоэлектроника, №8-9, 30-35 (2006).
6. Регистр лекарственных средств России “Энциклопедия лекарств”, М.: (2008), вып. 16, с.923.
7. Регистр лекарственных средств России “Энциклопедия лекарств”, М.: (2008), вып. 16. - с. 805.
8. Быков В.А., Минеева М.Ф., Стрелкова Л.Б. и др. Патент РФ № 2316597 «Способ выявления антигипоксических свойств биологически активных веществ», Бюл. изобр. №4 (2008).

9. Кондакова Н.В., Стрелкова Л.Б., Минеева М.Ф., Воскобойникова И.В., Колхир В.К. Вопросы биол. мед. фарм. химии, №1,33-39 (2009).
10. Биохимические методы исследования в клинике. Справочник. – М.: Медицина, 1968, 651 с.
11. Omura T., Sato R., J. Biol. Chem., 239 (7), 2370 – 2378 (1964).
12. Жукова А.А., Арчаков А.И., Биохимия, 50 (12), 1939-1951 (1985).
13. Habig W.H., Pabst M.J., Jacoby, J. Biol. Chem., 249(22), 7130-7139 (1974).
14. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990.
15. Даниелян К.С., Бурназян Л.Б., Биохимический журн. Армении, XXXL (8), 848-854 (1978).

## **ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИСТЕМ ПРОФИЛАКТИКИ И ТЕРАПИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАД В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Рязанова О.А., Пирогова О.О.

Российский государственный торгово-экономический университет,  
Кемеровский институт (филиал),  
650099 г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39, pirogova\_2007@mail.ru

Понятие «биологически активная добавка к пище» (от англ. food supplements) в современную медицину вошло относительно недавно, тогда как использование различных биологически активных природных компонентов животного, минерального, и главным образом, растительного происхождения с лечебно-профилактическими целями известно с древнейших времен.

В настоящее время и в России, и за рубежом вопросы применения биологически активных добавок к пище с целью профилактики и терапии многих заболеваний становятся все более актуальными. Поскольку, во-первых, они выгодно отличаются от лекарственных препаратов, во-вторых, имеют преимущества в удобстве при употреблении в пищу, в-третьих, являются быстрым и надежным источником витаминов, минеральных и других незаменимых веществ.

Несмотря на то, что множество накопленных знаний с течением времени были почти полностью утрачены, до нашего времени все же дошли некоторые знания целителей древности. Много интересных сведений по лечебному употреблению природных компонентов приведено в древних письменах, трактатах, сочинениях и прочих письменных источниках древнего Египта, древней Греции и древнего Рима, Индии, Китая, Тибета, Монголии и других регионов. Еще до наступления новой эры целители этих стран прибегали к лечению различных заболеваний путем использования специально приготовленных продуктов из природных компонентов.

Большое влияние на развитие медицинской науки оказали Древняя Греция и Древний Рим, где народная медицина продолжала существовать наряду с храмовой и жреческой медициной. О богатом опыте лечения различных

заболеваний лекарственными растениями говорят труды греческих врачей Гиппократ, Диоскорида, Авиценны, Аристотеля, Герофила, Эразистрата и др. (5 - 1 в. до н.э.). В «Гиппократовском сборнике», например, перечислено более 250 растительных и 50 животных средств, используемых в качестве лекарств: потогонных, слабительных, рвотных, мочегонных и т.п., среди которых – ячменный отвар, молочай, чемерица, мед с уксусом и пр. Новые лекарственные растения были введены врачами – представителями Александрийской школы – Герофилом и Эразистратом (около 3 в. до н.э.). Позднее знаменитый врач Диоскорид в своем труде «О лекарственных растениях» описал уже более 600 видов растений, а Аристотель в своих сочинениях писал: «Природа ничего не делает лишнего... природа производит все ради чего-нибудь».

Деятельность этих врачей, несомненно, оказала влияние на виднейшего представителя медицины в Древнем Риме – Клавдия Галена (2 в. до н.э.). Клавдий Гален предложил отделять в растениях «полезное начало от бесполезного жидкостью», т.е. говоря современным языком, готовить настои из лекарственных растений путем экстракции биологически активных веществ растений, поэтому такие препараты носят названия «галеновых» и широко применяются в современной медицине. Именно это время принято считать началом производства специальных лекарственных форм (новогаленовых препаратов) для лечения болезней человека. Труды Клавдия Галена и других древних врачей и мыслителей стали образцами и основой для составления средневековых европейских травников, гербарии которых представляли собой более или менее дополненные компиляции вышеупомянутых источников.

В основных медицинских папирусах Древнего Египта (18 в. до н.э.) описано искусство врачевания с помощью лекарственных растений болезней желудочно-кишечного тракта, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, нарушений слуха и зрения, разного рода инфекционных процессов и глистных инвазий (всего около 250 болезней). В состав описанных в папирусах лекарств входили растения (лук, гранат, алоэ, виноград, финики, снотворный мак, лотос, папирус), минеральные вещества (сера, сурьма, железо, свинец, алебастр, сода, глина, селитра), а также части тела различных животных и насекомых. Многие из используемых египетскими целителями растений применяются в медицине и сегодня – касторовое и льняное масла, полынь, опий. Египетские жрецы готовили из них отвары, пилюли, мази, целебные свечи. Основами для приготовления лекарств служили также природные компоненты – молоко, мед, пиво, вода священных источников, растительные масла. По мнению специалистов, древним египетским врачевателям уже тысячи лет назад была известна треть всех лечебных средств, используемых сегодня.

Наряду с системами официальной эмпирической медицины, восходящей своими корнями к греко-египетским традициям, существуют несколько медицинских направлений, представляющих собой стройные системы профилактики и терапии различных заболеваний – это индийская, тибетская, китайская и близкая к ним вьетнамская медицина [1, 4].

В Индии известна самобытная эмпирическая индийская медицина «Аюр-

веда» (от санскр. «āyus» - «принцип жизни» и «veda» - знание), которая появилась более 5000 лет назад. Это была первая в истории человечества система медицинской практики. В одноименном трактате (VI в. до н.э.) описаны около 700 растений, которые используются в современной традиционной медицине Индии. Богатейшую местную флору на протяжении I-VIII вв. использовали на практике знаменитые индийские врачи Чарака (I в. н. э.), Сушрута и Вагбата (VII - VIII в. н. э.) дополняли и комментировали «Аюр-веду», и в их списках приведено около тысячи лекарственных растений.

Индийские лекарственные растения (преимущественно пряности, рис) ввозили в Европу в качестве целебного средства при болезнях желудка - средства, не потерявшего своего значения и по сей день. Некоторые из индийских растений давно вошли в европейскую медицинскую практику, например чилибуха, ввезенная в Европу арабами. Другие индийские лекарственные растения по достоинству оценены только теперь - уже научной медициной. Такова, например, знаменитая раувольфия, препараты которой исключительно эффективны в качестве успокаивающего и гипотензивного средства.

Неразрывно с индийской медициной связана и система тибетской медицины, фармакопея которой является переработанной и видоизмененной индийской медициной, но сохранившая свои теории и традиции. Тибетская медицина распространилась на довольно значительной территории Северо-Восточной Азии (Китай, Япония, Монголия, Бурятия), а также в Калмыкии. Набор ее лекарственных растений представляет безусловный интерес. Примером большого интереса к тибетской медицине является организация в 30-х годах по инициативе Н.К. Рериха в Урусвати Института гималайских исследований, в лабораториях которого проводилась проверка древней медицинской практики современными для того времени методами.

Третьим самобытным направлением в эмпирической медицине является китайская медицина, основание которой восходит к деятельности князя Шен-Нуня, жившего в III-ем тысячелетии до н. э. В «Книге о травах» им описаны более 230 видов лекарственных и ядовитых растений, 65 лекарственных веществ животного происхождения и 48 лекарственных минералов. Позже была издана первая китайская книга о травах (Бень Цао), датированная 2600 годом до н. э., в которой перечислены уже около 900 видов лекарственных растений с подробным описанием их применения. В одной из последних, переизданной Ли Ши-Чженем в XVI в. книг, описаны уже 1892 лекарственных растения. Наиболее знаменитым китайским лекарственным растением, вошедшим во все фармакопеи мира, является женьшень.

На славянских землях до принятия христианства сведения о лекарственных травах передавались устно из поколения в поколение. Обычными лекарствами у восточных славян были полынь, крапива, хрен, ясень (кора), можжевельник (ягоды), подорожник, береза (лист, сок), чемерица, мята. Кроме того, применялись и некоторые пищевые продукты, такие как мед с мукой, печеный лук, закваска из теста. Самобытными путями наука о лекарственных растениях - фармакогнозия - развивалась и в древней Киевской Руси. В рукописях XI века, например в

«Изборнике Святослава» (1073 г.), приводятся описания многих лекарственных растений, которые использовались на Руси знахарями и ведунами. По мере развития товарообмена с Византией в Киевскую Русь стали проникать сведения о новых природных компонентах, оказывающих лечебное действие, которые были широко известны в странах Европы, а с конца XV в. и начала XVI в., после открытия Америки, стали появляться привезенные оттуда совершенно новые полезные растения, которые впоследствии стали применяться не только в медицине, но и пищевых целях.

Таким образом, лекарства становились пищей, а пища – лекарством. Действительно, историко-медицинские исследования показывают, что помимо своего прямого назначения пища была для человека еще и основным лечебным средством, с помощью которого он регулировал свое здоровье.

До XVIII в. фармакогнозия представляла собой умение распознавать собранные лекарственные растения как в их естественном, живом виде, так и в виде сушеной травы или корней, а «химический анализ» растения долгое время заключался в опробовании растения на вкус и запах или вкуса и запаха его настоя. И только в конце XVIII в. шведский аптекарь Карл Вильгельм Шееле разработал первые методы химического анализа растений, в какой-то мере сходные с современными. В XIX в. химический анализ лекарственных растений становится неотъемлемым элементом их изучения, и современные фармакогносты наряду с познаниями в области ботаники должны хорошо разбираться в химии [3].

Несмотря на то, что опыт использования лечебно-профилактических свойств пищи насчитывает, по меньшей мере, несколько тысячелетий, лишь на рубеже XIX-XX вв. народная мудрость обрела силу научного факта. Именно в это время благодаря развитию химической науки началось систематическое изучение и выявление природных компонентов, обладающих лечебными свойствами, а из самых различных пищевых продуктов были выделены так называемые биологически активные вещества, которые и обуславливают лечебно-профилактические эффекты пищи. И сегодня используются естественные пищевые добавки, история которых насчитывает тысячи лет - это лук и чеснок, малина и шиповник, мед и прополис, овсяный отвар, облепиховое масло и пр.

За прошедшие столетия произошли коренные изменения и в образе жизни, и в питании современного человека. Качественному изменению отношения ученых-медиков к питанию, и становлению лечебно-профилактической диетологии с применением БАД к пище способствовал широкий комплекс причин.

*Во-первых*, коренные изменения как в образе жизни, так и в структуре питания человека, наступившие в XX веке, не позволяющие в настоящее время даже теоретически обеспечить традиционными путями организм всеми необходимыми веществами, привели к крайне негативным последствиям для здоровья населения экономически развитых стран:

- прогрессирующему увеличению в последние годы числа взрослых со сниженной массой тела и детей раннего возраста со сниженными антропометрическими и физическими показателями;

- широкому распространению среди взрослых различных форм ожирения и, как следствие, росту частоты заболеваний алиментарного характера, атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, сахарного диабета и пр.;

- росту числа лиц с нарушенным иммунным статусом, в частности с различными видами иммунодефицитов, со сниженной резистентностью к инфекциям и другим неблагоприятным факторам окружающей среды;

- увеличению частоты таких заболеваний, связанных с алиментарными дефицитами минералов и микроэлементов, как железодефицитная анемия у взрослых и детей, связанные с дефицитом йода заболевания щитовидной железы, а с дефицитом кальция и магния - заболевания опорно-двигательного аппарата и др.

*Во-вторых*, это причины, связанные с бурным развитием науки и современных технологий:

- достижения собственно науки о питании, глубоко изучившей роль и значение для жизнедеятельности человека отдельных пищевых веществ, включая так называемые микронутриенты, и доказавшей, что в экономически развитых странах в настоящее время традиционными пищевыми путями практически невозможно обеспечить все группы населения оптимальным количеством витаминов, минералов, микроэлементов, биологически активных веществ;

- достижения биоорганической химии и биотехнологии, позволяющие получать биологически активные компоненты практически из любого биосубстрата;

- достижения фармакологии, расшифровавшей механизмы действия и особенности биотрансформации многих природных веществ и создавшей новые технологии получения их эффективных лекарственных форм.

*В-третьих*, очевиден социально-экономический эффект от создания новых видов БАД, поскольку они имеют менее длительный, чем синтетические лекарственные средства путь от момента создания (от выявления биологической активности у природного биосубстрата) до момента внедрения в производство, а также в ряде случаев не менее эффективны и более дешевы.

*И, в-четвертых*, наличие у многих лекарственных препаратов побочных, негативных эффектов, нередко создающих проблемы особенно при их длительном применении, а также чрезвычайная распространенность в окружающей среде техногенных загрязнений, сформировали у части населения субъективный, психологический фактор - отрицание всего синтетического, искусственного, и веру в силу природы, натуральные продукты, препараты, древние рецепты народной медицины. В этой связи спрос на БАД носит неравномерный характер. Поэтому необходимо шире рекламировать их через средства массовой информации, разъясняя населению об эффективности их применения, особенно по части отсутствия токсичности (в отличие от лекарственных препаратов,

полученных химическим путем синтеза).

По оценкам экспертов ВОЗ, фактор питания определяет более чем на 40 % заболеваемость человечества. Лишь при удовлетворении физиологических потребностей человека в энергии и всем комплексе пищевых и биологически активных веществ, здоровье может быть достигнуто и сохранено, и, наоборот, любое отклонение от сбалансированного питания ведет к нарушению функций организма, особенно если эти отклонения выражены и длительны.

В силу значимости питания для здоровья, проблему причин и характера нарушений структуры питания современного человека следует решать комплексно. Выход из сложившейся ситуации должен состоять из комплекса государственных программ, направленных на обучение населения навыкам и правилам рационального питания, увеличение объемов производства и расширение ассортимента продовольственных товаров, создание новых, более совершенных технологий производства пищи.

Однако накопленный международный опыт свидетельствует о том, что традиционным путем практически невозможно достичь быстрой коррекции структуры питания населения и доступность продовольствия населению и обеспеченность его нутриентами, как правило, вещи, не связанные между собой. При традиционном питании человек современного общества обречен на различные виды пищевой недостаточности, последствиями которой являются неспособность соответствующих интегрирующих, адаптационных и защитных систем организма адекватно контролировать внутреннюю среду и отвечать на воздействия окружающей среды, что многократно повышает риск развития многих заболеваний и существенно отягощает их течение [5].

В связи с этим в настоящее время среди ученых, специалистов в области питания и медицины все более широкое распространение имеет точка зрения, что наиболее быстрым, экономически обоснованным и приемлемым путем решения обсуждаемой проблемы является производство и широкое применение в повседневном питании людей биологически активных добавок к пище, представляющих собой сочетание многовековой народной мудрости, традиционных методов лечения и профилактики, помноженные на новейшие научные достижения и современные технологии, которые позволяют ученым совершенствовать формулы биологически активных добавок, тем самым расширяя их функциональную роль (или воздействие на организм человека) и спектр их применения [2, 4].

Таким образом, в системах профилактики и терапии заболеваний человечество с древнейших времен использовало в пищевых и лечебных целях компоненты растительного, животного и минерального происхождения. Использование лечебных свойств природных компонентов, применяемых веками, обуславливается преемственностью поколений, также как и неоспоримостью их полезных свойств. Поэтому применение БАД в питании современного человека – это быстрый и эффективный способ повышения уровня здоровья, снижения заболеваемости, продления жизни человека, а в конечном итоге - повышение уровня качества жизни населения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Анатомия пищевого сырья: Учебное пособие / О.А. Рязанова. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2000 – 55 с.
- 2.Бурмистров Г.П., Вознесенская Т.П. БАД на основе экстрактов растительного сырья // Пищевая промышленность. - № 3. – 2010. - с.34-35
- 3.Лекарственные растения в европейской медицине [Электронный ресурс]: [www.mordovnik.ru/evrotravi](http://www.mordovnik.ru/evrotravi)
- 4.Маев И.В. Биологически активные добавки к пище в профилактической и клинической медицине / Петухов А.Б., Тутьельян В.А. и др.- М., 1999.
- 5.Филимонов А.С. Роль и место биологически активных добавок в современной жизни [Электронный ресурс]: [www.bio-active.ru/articles/?id=7](http://www.bio-active.ru/articles/?id=7)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИЦЕРИНА ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ БИОГЕННЫХ ТКАНЕЙ

Рогожина Т.В., Рогожин В.В.

Якутская государственная сельскохозяйственная академия,  
677002, г. Якутск, ул. Красильникова, 15, [vrogzhin@mail.ru](mailto:vrogzhin@mail.ru)

Глицерин широко используется в сельском хозяйстве, в пищевой промышленности, медицине, фармацевтике и других отраслях [1]. Известны антисептические свойства глицерина, которые обусловлены его гигроскопичностью, разрушающей структуру бактериальной клетки. Эти же свойства могут быть реализованы при использовании глицерина в качестве консерванта. Кроме того, глицерин активно используется в качестве криопротектора, который широко применяют для криоконсервирования эритроцитов и различных биогенных тканей. Глицерин способен легко проникнуть в клетки, оказывая влияние на процессы как внутриклеточной, так и внеклеточной кристаллизации, отдаляя и замедляя ее наступление по мере понижения температуры. При этом глицерин оказывает структурирующее влияние на внутриклеточную воду.

Глицерин активно поглощает влагу из воздуха (до 40 г на 100 г раствора). Растворы глицерина имеют низкие температуры замерзания, в частности, при -20°C растворы с концентрацией выше 50% не замерзают. Обладая низкой температурой кипения (290°C), глицерин практически не испаряется в окружающую среду и поэтому может быть многократно использован с минимальными потерями массы вещества во время длительного использования. Благодаря наличию таких физических свойств глицерин можно долго хранить в негерметично закрывающихся емкостях [2].

Поэтому цель наших исследований – получение высокоэффективного, простого в употреблении, экономичного в эксплуатации консерванта биогенных тканей, который являлся бы метаболитом клеток и соответственно не обладал токсичностью, но в высоких концентрациях полностью подавлял

процессы гниения, увеличивая за счет этого сроки хранения свежесрезанных пантов, с сохранением повышенной биологической активности.

Для решения поставленной задачи в качестве консерванта нами предлагается использовать водные растворы глицерина, различной концентрации. Непосредственно метод консервирования состоял в следующем. Свежесрезанные или мороженые панты северного оленя разных сортов с кожно-волосиным чехлом и влажностью 42-65% и различные сорта свежемороженого мяса помещали в дистиллированную воду (контроль) или в водные растворы глицерина, разных концентраций (20-70%). Консервированные образцы пантов и мяса хранились в плотно закрытых емкостях при температуре 23-25°C. Эффект консервирования оценивали в зависимости от времени появления плесени, изменения окраски тканей и гнилостного разложения тканей. Статистическую обработку данных проводили по Лакину [3].

Контрольные образцы пантов и мяса в отсутствие консерванта способны сохраняться при комнатной температуре только в течение 2-3 дней, тогда как наличие даже малых концентраций глицерина (20-40%) уже проявляет его консервирующее действие на биогенные ткани. Причем срок консервации пантов оленя зависел от их влажности. Наибольшее консервирующее действие малых доз глицерина наблюдалось для пантов третьего и четвертого сортов, влажность которых составляла ~42-54%. При концентрации глицерина 50% и более отмечен выраженный консервирующий эффект, позволивший увеличить сроки хранения пантов оленя от 3-х до 11-ти месяцев. При этом максимальный срок хранения пантов оленя первого сорта в 70% растворе глицерина составил 5,9-7,3 месяцев, а пантов второго, третьего и четвертого сортов соответственно – 7,3-9,2, 8,2-10,4 и 9,2-11,6 месяцев.

Практически близкие значения в сроках консервации пантов первого сорта мы получили при использовании глицерина для хранения различного вида мясной продукции (оленина, говядина, конина, жеребятина). Эти виды мясной продукции преобладают на продовольственном рынке республики Саха (Якутия). Близость полученных результатов обусловлено тем, что влажность этих видов мяса незначительно отличалась от влажности свежесрезанных пантов первого сорта.

Таким образом, разработан метод консервации влажных пантов северного оленя с использованием растворов глицерина различных концентраций. При этом установлено, что выраженным консервирующим эффектом обладают растворы глицерина с концентрацией выше 40%. Предложенный метод может быть широко использован в оленеводстве для длительного хранения пантов оленя, в особенности в северных улусах, где слабо развита транспортная сеть. Уникальные физические свойства глицерина позволяют внедрять метод многократного использования консерванта, без опасения его значительных потерь массы вещества в процессе длительного применения.

Метод может быть использован и для консервации других биогенных тканей животных (мышц, внутренних и эндокринных органов). Разработанный

метод консервации пантов оленей с использования глицерина можно отнести к энергосберегающим технологиям, внедрение которых позволит сократить расход энергии, обусловленный действием холодильных и сушильных установок. Поэтому этот метод можно активно внедрять в сельскохозяйственных производствах, занимающихся хранением и переработкой пантов и других биогенных тканей животных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахманкулов Д.Л., Кимсанов Б.Х., Чанышев Р.Р. Физические и химические свойства глицерина.-М.: Химия, 2003.-199 с.
2. Досон Р, Эллиот Д, Эллиот У, Джонс К, Справочник биохимика.-М.: Мир, 1991.-544 с.
3. Лакин Т.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990.-352 с.

#### **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ**

Гайда В.К., Гребенников В.Ю\*., Панковец С.О., Верхотуров В.В.  
Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск  
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск

Ячмень – основная продовольственная и зернофуражная культура нашей страны, ежегодно занимающая значительные посевные площади. Зерно ячменя является сырьем для производства крупы, солода, пива, безалкогольных напитков и крахмала. Продукты переработки ячменя широко используются в хлебопекарной, кондитерской, фармацевтической, лакокрасочной, текстильной и кожевенной промышленности. Благодаря пищевой и энергетической ценности зерно ячменя является прекрасным кормом для сельскохозяйственных животных.

Ячмень – относительно холодостойкая и засухоустойчивая культура, потому в России его можно выращивать почти повсеместно. Пластичность ячменя дает возможность солодовщику манипулировать режимами на всех стадиях солодоращения и получать широкий ассортимент солодов и пива. Стойкости ячменя способствует укрытие зародыша зерна цветковой оболочкой (пленкой), которая, кроме того, служит естественным фильтрующим материалом при фильтрации суслу.

Сорт, его морфологические, биологические особенности, уровень адаптации к местным условиям произрастания играет чрезвычайно важную роль при возделывании культур. Серьезным препятствием для успешного решения этой проблемы являются особенности климата: в первую очередь - короткий вегетационный период, резкое колебание суточной и сезонной температуры, поздние весенние и ранние осенние заморозки, обилие ливневых осадков в период формирования зерновки. Все это определяет сложность

выращивания гарантированно высококачественного сырья для пивоваренной промышленности.

Для усиления благоприятных факторов и уменьшения отрицательного влияния неблагоприятных условий необходимо использовать районированные сорта, своевременно и качественно проводить агротехнические мероприятия, соблюдать норму высева семян, вносить минеральные удобрения в оптимальных дозах, высаживать лесополосы, кулисное и полосное размещение культур.

Недостаток высококачественного зерна ячменя и солода в нашей стране нередко способствует закупкам данного сырья в европейских странах. Между тем мы располагаем огромными неиспользованными внутренними ресурсами и можем полностью удовлетворить нужды перерабатывающей промышленности в этом виде сырья.

В настоящей работе изучили продуктивность двухрядных сортов ячменя, возделываемых в Иркутской области - Одесский 115 и Ача на различных фонах минерального питания. Для сравнения в эксперимент включили сорт Антон, выведенный местными селекционерами на Тулунской ГСС, а также завозной не районированный сорт Зазерский 85.

Сорта выращивали в мелкоделяночном опыте по чистому пару. Почва опытного участка характеризовалась низким содержанием гумуса (1.7-2.0%) и среднекислой реакцией среды при высокой степени насыщенности основаниями. Обеспеченность обменным калием пониженная, а подвижным фосфором – очень высокая (по Кирсанову). Повторность опытных делянок четырехкратная. Площадь опытной делянки – 10 м<sup>2</sup>, учетной – 2 м<sup>2</sup>. Расположение делянок одноярусное последовательное. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру (N<sub>a</sub>), суперфосфат двойной гранулированный (Рд.с.) и калий хлористый (Кх), которые вносили ежегодно весной под предпосевную культивацию.

Одна из важнейших технологических характеристик – содержание белка, от которого зависит выход экстракта и коллоидная стойкость готового пива. На содержание белка в зерне влияют почвенно-климатические условия выращивания и уровень минерального питания. В соответствии со стандартом содержание белка в зерне ячменя, используемого в пивоваренных целях не должно превышать 12 %. Однако известно, что в условиях даже благоприятной для выращивания ячменя зоны в России довольно часто складываются неблагоприятные погодные условия, характеризующиеся воздушной и почвенной засухой, при которых формируется зерно с повышенным содержанием белка.

В ходе исследования было установлено, что реакция районированных сортов Одесский 115 и Ача на гидротермический режим в годы исследований одинакова, поэтому независимо от сорта урожайность в первом году была на 29% выше, чем при недостаточном увлажнении. В среднем за два года урожайность зерна на контроле для сорта Одесский 115 составила 16.4 ц/га и

для Ачи 16.7 ц/га, соответственно. У сортов Антон и Зазерский 85, соответственно 19.5 и 21.7 ц/га.

Удобрение – один из главных факторов влияния, как на величину, так и на качество урожая ячменя. Большое значение имеют минеральные удобрения, особенно азотные, которые могут влиять на химический состав растений и повышать урожайность.

В связи с этим были проведены исследования по изучению влияния норм высева при различных дозах минеральных удобрений на урожайность пивоваренного ячменя. Минеральные удобрения, независимо от сорта, привели к повышению урожая зерна особенно при внесении  $N_{20}P_{50}K_{100}$ . В среднем за годы наиболее отзывчивыми на удобрения оказались сорта Ача и Зазерский 85 прибавка составляла 14.0 и 7.3 ц/га, соответственно.

Азот – один из наиболее важных элементов растения. При недостаточной обеспеченности азотом нарушаются нормальные процессы жизнедеятельности, растения формируют слабый ассимиляционный аппарат, без мощного развития которого невозможно получение высокого урожая. Избыточное азотное питание приводит к усиленному росту вегетативной массы, формированию высокорослых со слабой соломиной побегов, склонных к полеганию. На фоне избыточного азотного питания задерживается созревание, формируется зерно с повышенным содержанием белка и непропорциональным развитием зародыша и эндосперма. Поэтому при внесении под пивоваренный ячмень азотных удобрений необходимо учитывать их как положительное, так и отрицательное влияние на урожай, и качество зерна.

Повышенное калийное питание способствовало снижению содержания белка в зерне за исключением сорта Антон и составило у сортов Одесский 115 – 10.3%, Ача – 10.9%, Антон -12.6% и Зазерский 85 - 11.9%. Содержание крахмала в варианте  $N_{20}P_{50}K_{100}$  возросло пропорционально снижению содержания белка в зерне.

Оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений под сорт Ача показала, что применение минеральных удобрений под ячмень повышает уровень рентабельности и достигает максимума в варианте  $N_{20} P_{50} K_{100}$ . Пленчатость сортов Зазерского 85 и Антон более 9,5 %. Толстые пленки из-за содержания полифенольных соединений отрицательно влияют на вкус и качество пива.

При корректировке технологий возделывания пивоваренного ячменя, регуляции минерального питания можно добиться повышения продуктивности и качества зерна, а также способствовать формированию сортов ячменя, более устойчивых к изменениям окружающей среды. Изучение особенностей сортов Ача и Одесский 115 показало, что сорт Ача оказался более отзывчивым на минеральные удобрения как по уровню продуктивности, так и по возможности регулирования биохимического состава.

Таким образом, для получения ячменя пивоваренного направления наиболее перспективным является сорт Ача, выращенный на фоне  $N_{20}P_{50}K_{100}$ .

# **ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ЭКСПЕРТИЗЫ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ГЕНОМОВ**

Мудрикова О.В., Сухих С.А., Беспоместных К.В.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г.Кемерово, б-р Строителей, 47, [bionano@kemtipp.ru](mailto:bionano@kemtipp.ru)

Прогресс в расшифровке различных геномов открывает для исследователей возможность использования электронных международных геномных баз [1]. Большой практический интерес представляет их использование при поиске новых молекулярных мишеней для вновь создаваемых высокочувствительных ДНК-методов оценки качества и экспертизы продуктов питания на основе плодово-ягодного сырья.

Актуальность создания новых методик неоспорима, поскольку, используемые в настоящее время, методы органолептического и физико-химического анализа не позволяют однозначно определить родовую принадлежность плодово-ягодного сырья в готовых продуктах питания. Несмотря на то, что использование метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) для видовой идентификации тканей животного и растительного происхождения получило высокую оценку зарубежных специалистов, в нашей стране это направление не нашло еще широкого практического применения в области санитарной экспертизы [2]. Для решения этой проблемы необходима разработка эффективных и адаптированных к различным объектам исследований ПЦР-тест-систем качественного и количественного исследования родового состава плодово-ягодного сырья в готовых продуктах питания. Разрабатываемая ПЦР-тест-система будет отличаться высокой специфичностью, высокой чувствительностью, возможностью быстрого получения результатов и низкой себестоимостью.

Первоочередной задачей является выбор презентативных ДНК-мишеней, на основе которых возможно конструирование олигонуклеотидных праймеров для дифференциальной амплификации специфических последовательностей ДНК. Нами были выбраны следующие требования, предъявляемые к ДНК-мишени: биологические (мишень должна присутствовать во всех целевых видах организма, видовые отличия мишени должны быть возможно меньшими, а родовые как можно большими, отсутствие резистентности у целевых видов микроорганизмов, отсутствие мутаций мишени) и технологические (мишень должна быть детально изученным объектом, структура мишени при технологической обработке в процессе приготовления продуктов питания должна быть постоянной).

В качестве объектов исследования были выбраны персик, абрикос, груша, черника и черная смородина. Поиск нуклеотидных последовательностей геномов растений проводили по базам данных GeneBank — Национального института здоровья США (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) и EMBL- Европейской

молекулярно-биологической лаборатории (<http://www.ebi.ac.uk>). Сравнение нуклеотидных последовательностей геномов растений с помощью программы парного выравнивания ClustalW Multi Sequence Alignment позволило сократить количество известных нуклеотидных последовательностей, в силу выравнивания последовательности расходящихся последовательностей, с нескольких тысяч для каждого объекта до десятков. Анализ нуклеотидных последовательностей на вариабельность проводили online. В таблице приведены размеры нуклеотидных последовательностей различных генов и межгенных областей.

Таблица. Сравнение размеров нуклеотидных последовательностей

Наименование гена и межгенных областей	Размер нуклеотидной последовательности, п.н.				
	груша	персик	абрикос	черника	черная смородина
rpl 16	953	953	953	-	-
ITS1; 5.8S рРНК; ITS2	511	585	536	647	628
trnL-trnF	394	383	453	434	-
psbA-trnH	-	269	267	-	-

\*- нуклеотидные последовательности отсутствуют в геномной базе данных

Анализ данных, представленных в таблице, указывает на то, что нуклеотидные последовательности гена rpl 16 и межгенных областей trnL-trnF и psbA-trnH недостаточно изучены. Имеющиеся последовательности свидетельствуют о низкой родовой дифференциации и, как следствие, не возможности их использования в качестве ДНК-мишени. Нуклеотидные последовательности кластера ITS1; 5.8S рРНК; ITS2 обеспечивают значительную родовую дифференциацию, а, следовательно, могут быть рекомендованы к использованию в качестве ДНК-мишени. Нуклеотидные последовательности других генов, присутствующих в геноме растений не рассматривались, так как они не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ДНК-мишени.

Полученные данные имеют огромное значение в процессе разработки новой методики родовой идентификации плодово-ягодного сырья в продуктах питания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубанов, А.В. Компьютерный поиск новых мишеней для действия противомикробных средств на основе сравнительного анализа геномов / А.В. Дубанов, А.С. Иванов, А.И. Арчаков // Вопросы медицинской химии.- 2001.- № 3.- С. 54-60.
2. Обухов, И.Л. Применение ПЦР в ветеринарии // Аграрная Россия.- 2002.- №5.- С.62-64.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ АППАРАТА ДЛЯ  
ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПТИЦЫ**

Неверов Е.Н; Нечаев С.Н.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности  
г. Кемерово, BOIK-OLYA@MAIL.RU

Прогрессивным способом консервирования всех видов продуктов питания с точки зрения сохранности их пищевой и биологической ценности считается в настоящее время быстрое замораживание.

Замороженные продукты пользуются большим спросом у населения т.к. обладают большим сроком хранения, практически не отличаются от свежих, расфасованы, дозированы, что приводит к экономии времени и труда при подготовке к употреблению. В мировой практике для быстрого замораживания пищевых продуктов используется большой спектр технических средств и соответствующих способов.

В последнее время вследствие возникшей необходимости, все больше возрастает интерес к дешевым, экологически и жизненно безопасным холодильным агентам, таким как диоксид углерода [1].

В России и зарубежом разработан ряд скороморозильных аппаратов для замораживания пищевых продуктов в среде диоксида углерода, но у всех типов аппаратов имеется один серьезный недостаток – это повышенный расход  $\text{CO}_2$  [2].

Нами разработан аппарат, позволяющий снизить расход диоксида углерода и времени замораживания тушек птицы. Принцип работы, которого заключается в подаче по конвейеру битой птицы и замораживании ее путем отвода теплоты от внутренней полости снегообразным диоксидом углерода, а от наружной поверхности газообразным.

С целью исследования его работы были проведены эксперименты, целью которых было определение времени замораживания мяса птицы и расхода диоксида углерода при различных способах его нанесения на поверхность тушек птицы.

Измерения температурного поля тушки птицы производили при помощи хромель-копелевых термопар, подключенных к измерительному комплексу.

Опыты проводили с неупакованными бройлерами 2 категории упитанности, с массой 1,2 – 1,3 кг и толщиной грудной мышцы  $35 \pm 2$  мм, до температуры в центральном слое грудной мышцы тушки птицы минус  $18^\circ\text{C}$ .

Во время исследований была проведена серия экспериментов, в которых снегообразный диоксид углерода подавали в аппарате во внутреннюю полость, а газообразный на поверхность тушки птицы. Во всех экспериментах температура в камере поддерживалась на уровне минус  $55^\circ\text{C}$ .

Схема расположения термодатчиков и термограмма процесса замораживания тушки птицы показана на рис.1.

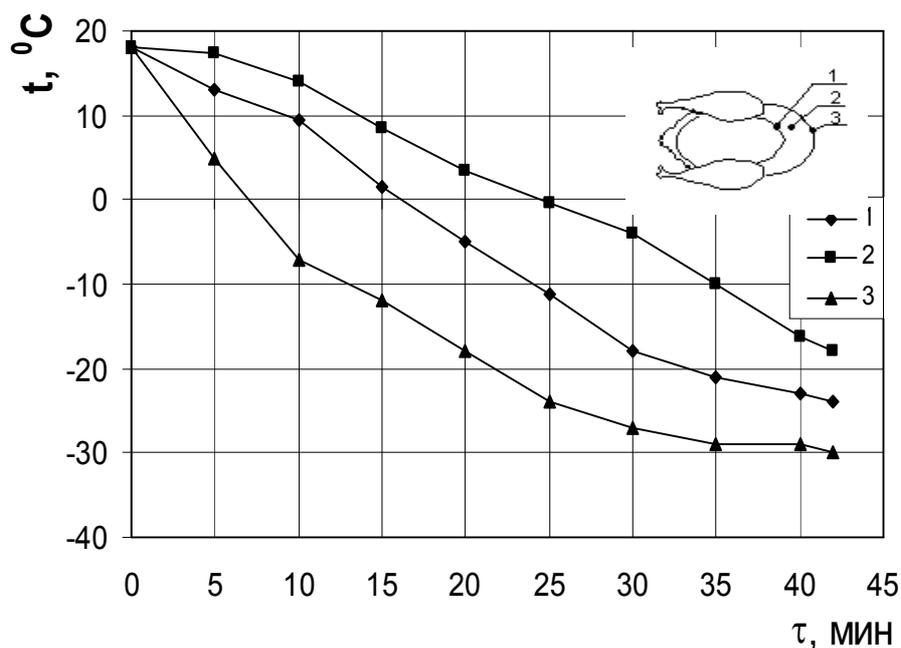


Рис.1. Термограмма процесса замораживания тушки птицы с подачей снегообразного  $\text{CO}_2$  во внутреннюю полость

Анализируя данное температурное поле, мы видим, что процесс замораживания проходит несимметрично. Замораживание поверхностного слоя происходит более интенсивно, несмотря на то, что во внутренней полости имеется снегообразный диоксид углерода, у которого температура сублимации минус  $78\text{ }^\circ\text{C}$ , это связано с тем, что сублимируя снег образует газовую прослойку, которая менее интенсивно отводит теплоту, чем снег. Так же наличие костных тканей во внутренней поверхности (грудная клетка, ребра) уменьшает интенсивность замораживания, так как коэффициент теплопроводности у костных тканей меньше, чем у мяса.

Время замораживания тушки птицы до температуры в центре грудной мышцы минус  $18\text{ }^\circ\text{C}$  составило 30 минут, когда в аналогичных аппаратах бес подачи снегообразного диоксида углерода во внутреннюю полость составляет до одного часа, при этом расход  $\text{CO}_2$  снизился на половину.

Таким образом, разработанный аппарат для замораживания птицы работающий на диоксиде углерода позволяет, уменьшить расход  $\text{CO}_2$ , время замораживания, осуществлять экономию электроэнергии на птицеперерабатывающих предприятиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирсон Ф. Хладагенты – прошлое, настоящее и будущее// Холодильная техника. – 2004. - №2.
2. Пименова Т. Ф. Свойства, производство, применение и хранение диоксида углерода.– М.: АгроНИИТЭИММП, 1987.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФАРШЕЙ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ**

Павлов Н.А.

Сибирский Университет Потребительской Кооперации  
630087, г. Новосибирск пр-т Карла Маркса, 26, equippit@sibupk.nsk.su

Птицеперерабатывающая промышленность является одной из важнейших отраслей мясной индустрии, обеспечивающая население биологически ценными и легкоусвояемыми продуктами питания. Резкое увеличение объемов потребления мяса птицы (за 18 лет увеличилось на 80%) вынуждает производителей изыскивать способы рациональной переработки сырья.

В связи с увеличением объемов производства мяса птицы, возникла объективная потребность реализации тушек после разделки на отдельные части в соответствии не только с гастрономическим назначением, но и экономической целесообразностью. Глубокая переработка мяса птицы является перспективным направлением мясоперерабатывающей промышленности, которая позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции. Необходимость организации выпуска такой продукции обуславливается как потребительским спросом, так и рациональным использованием дефектного сырья и отходов производства.

Мясо птицы механической обвалки (МПМО) является источником биологически полноценных белков и липидов, содержит больше витаминов группы В, А, С, Е и D3, чем при ручной обвалке. Отличительной чертой мяса птицы механической обвалки является более высокое содержание в нем фосфора и кальция.

По сравнению с мясом ручной обвалки МПМО содержит больше гемопротеинов за счет перехода в него костного мозга. В результате оно обогащается липидами, полиненасыщенными жирными кислотами, что в сочетании с большим количеством железа (почти в 3 раза) приводит к снижению химической устойчивости при хранении. Также окислению липидов способствуют воздушные включения, которые в значительном количестве содержатся в МПМО. Повышения устойчивости можно добиться путем применения различных антиоксидантов, прежде всего природных.

Для разработки технологий и рецептур продуктов из мяса птицы механической обвалки необходимо решить проблемы обеспечения фарша определенными структурно-механическими и высокими органолептическими показателями. Для получения полуфабрикатов с необходимыми функциональными свойствами применяются различные добавки – загустители. [2,4,5]

Нами рассмотрены перспективы применения гречневой муки промышленного производства для улучшения функционально-технологических свойств фаршей, органолептических показателей качества и повышения пищевой ценности готового продукта.

Выбор гречневой муки обуславливается тем, что она содержит большое количество минеральных веществ ( йод, железо и др.) витаминов группы В (В1, В2, В6, В9), витамины Е и РР. Гречневая мука пригодна для производства продуктов здорового питания, продуктов питания функционального назначения (что используется для питания больных, которые не могут потреблять жиры в чистом виде например для лиц с нарушением липидного обмена, для больных аглютиновой энтропией и т.д.). Также важно отметить, что гречневая мука за счет, входящих в ее состав фенольных соединений обладает антиоксидантными свойствами. Пищевые волокна гречихи имеют высокую водоудерживающую способность. Такие характеристики говорят о том что гречневая мука не только продукт с высокой пищевой ценностью, но и может использоваться в качестве наполнителя для изделий из МПМО.[3]

Объекты исследования:

- фарш из мяса птицы механической обвалки (ГОСТ Р 53163-2008);
- мука гречневая промышленного производства (ТУ 9293-002-43175543-03).

Модельные системы:

№1 - Контроль фарш из МПМО без добавления гречневой муки -

№2-7 - фарш МПМО с добавлением гидратированной гречневой муки, замена фарша на муку - от 5 до 30% с шагом в 5%.

Из каждой модельной системы формировали биточки массой 100 г. каждый.

Часть биточков исследовали в сыром виде, часть подвергали тепловой обработки до достижения температуры в толще изделия равной 90 °С.

Гречневая мука вводилась в фарши в гидратированном виде, по этому была изучена её степень набухания и определен оптимальный гидромодуль. Исследование проводили по методике Белорусского филиала ВНИМИ (Брио Н.П., 1962). Результаты показали, что изменений в степени набухания гречневой муки при различных гидромодулях (1:4-1:7) не наблюдается, следовательно, оптимальным гидромодулем является 1:4. При этом гидромодуле гречневая мука вводилась в модельные системы.

В данных модельных системах были определены следующие показатели:

- 1 массовая доля сухих веществ;
- 2 влагоудерживающая способность (ВУС);
- 3 влагосвязывающая способность (ВСС);
- 4 сохранность сухих веществ;
- 5 развариваемость фаршей;
- 6 органолептические показатели

Результаты исследования.

Определение массовой доли сухих веществ осуществляли как в полуфабрикатах, так и в готовых изделиях. Результаты исследования представлены на рис. 1.

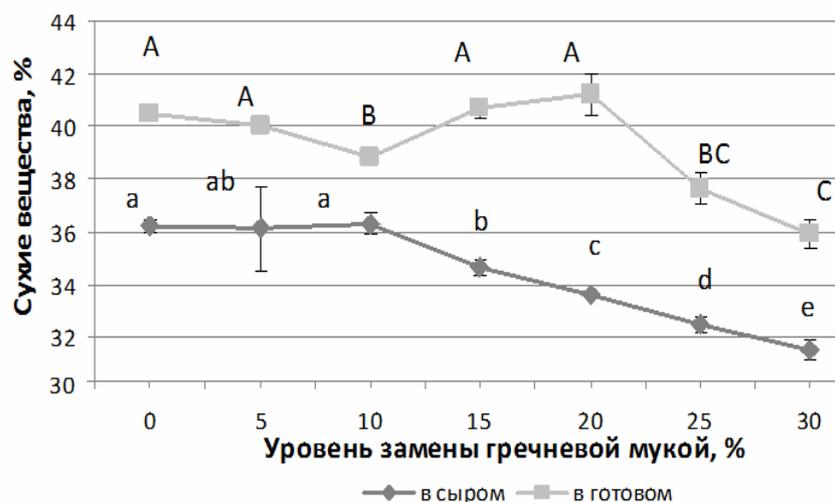


Рис.1. Содержание сухих веществ в готовых изделиях и полуфабрикатах  
Примечание: прописными и строчными буквами обозначены внутригрупповые различия, Манн-Уитни тест,  $p < 0.05$ .

Полученные результаты показали, что с увеличением уровня замены мяса птицы гречневой мукой, содержание сухих веществ в готовых изделиях и полуфабрикатах уменьшается.

Результаты определения влагоудерживающей и влагосвязывающей способностей модельных систем приведены на рис.2.

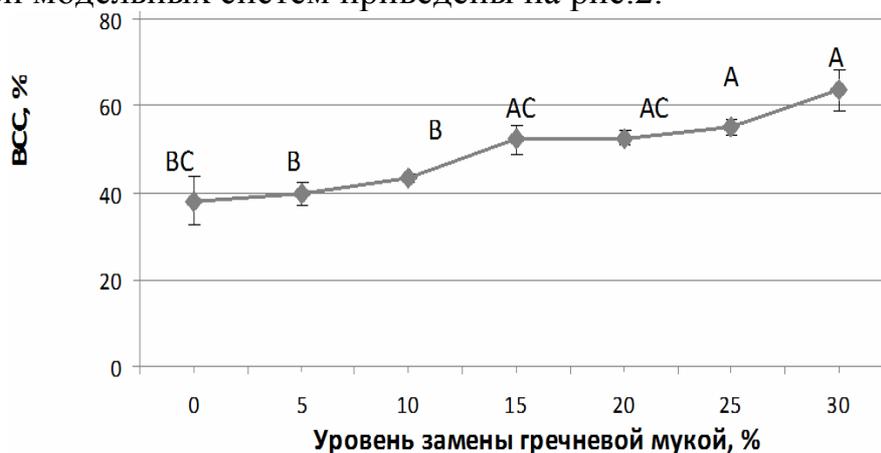


Рис. 2. Влагосвязывающая способность модельных систем



Рис.3 Влагоудерживающая способность модельных систем.

На основании полученных данных можно сделать выводы, что максимальными значениями ВСС и ВУС обладают модельные системы с 30 % заменой фарша МПМО гречневой мукой.[2]

Проведенный тест на развариваемость показал, что наилучшими результатами обладают модельные системы с заменой фарша МПМО на гречневую муку от 5 до 15% (сохранность формы 100%), при 20 %-ной замене 20% изделий разварились, при 25 и 30 %-ной замене - 30% изделий потеряли форму.

Результаты проведенной органолептической оценки показали, что наилучшими показателями обладают модельные системы с заменой фарша МПМО гречневой мукой до 15%. В модельных системах с более высоким процентом замены появляется ярко выраженный вкус и запах гречневой муки, что снижает органолептические показатели.

На основании комплексного анализа полученных результатов можно сделать вывод, что для производства кулинарной продукции из мяса птицы механической обвалки целесообразно заменять 15% фарша гречневой мукой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с м.б.
2. Антипова Л.В., Полянских С.В., Калачев А.А. Технология и оборудование птицеперерабатывающего производств: учебное пособие. - СПб.: ГИОРД, 2009. - 512 с.: ил.
3. Ван Инг, Чен Дзя, Фенг Ибаили. "Вестник ОрелГАУ 4 (10) Состояние процесса производства и разработки стратегий в отношении продуктов из гречихи в Китае.
4. В.А Гоноцкий, Л.П.Федина, Хвыля С.И, Красюков Ю.Н., Абалова В.А. Под общей редакцией А.Д. Давлеева "Мясо птицы механической обвалки" - Москва, 2004, 200 с.
5. В.А. Гоноцкий, Л.П. Федина , С.И. Хвыля, Ю.Н. Красюков, В.А. Абалова Под общей редакцией А.Д. Давлеева "Глубокая переработка мяса птицы в США" - Москва, 2006, 200 с.

#### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СУШКИ НА КАЧЕСТВО РЫБЫ**

Федорова Т.Ц., Павлова С.Н., Хамаганова И.В.

ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет», 670042, г. Улан-Удэ ул.Ключевская 40в, tmkr@mail.ru

Рыба служит источником полноценного легкоусвояемого белка, обладает высокой биологической ценностью. С давних времен рыбу консервируют различными способами. Одним из таких способов является сушка.

В последние годы снизился вылов традиционных объектов промысла и

увеличился видовой состав сырья для производства сушеной рыбы. В связи с этим на современном этапе развития производства актуальна разработка новых технологий сушеного полуфабриката из более доступного и дешевого сырья для получения продукта, обеспечивающего высокие пищевые достоинства и безопасность готовой продукции.

Целью работы явилось исследование влияния различных способов сушки на качество рыбы. Для достижения поставленной цели решали следующие задачи: исследовать химический состав замороженной рыбы (сороги байкальской) и рыбы, высушенной разными способами; провести органолептическую оценку порошка, полученного из сушеной рыбы и котлет из порошка, прошедших тепловую обработку.

Для исследования химического состава использовали стандартные физико-химические методы.

На первом этапе исследований определили химический состав замороженной рыбы. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав замороженной рыбы

Показатель	Сорога
Массовая доля влаги, %	77,33
Массовая доля белка, %	19,3
Массовая доля жира, %	0,7
Массовая доля золы, %	0,67

Из полученных данных видно, что исследованное рыбное сырье можно характеризовать как белковое тощее, пригодное для проведения дальнейших технологических операций, а именно сушки.

На следующем этапе рыбу сушили различными способами. Использовали СВЧ-, ИК-, и конвективный способы сушки. Затем рыбу дважды измельчали на волчке, и исследовали полученный порошок

Порошки из рыбы, высушенной разными способами, имели сходные органолептические характеристики. Однако следует отметить, что порошок из рыбы, высушенной СВЧ-способом, имел высокие органолептические показатели. Цвет рыбного порошка был бежево-золотистым, запах и вкус, характерные для сушеной рыбы, без посторонних привкусов. Консистенция порошка тонкоизмельченная и однородная.

Далее определили химический состав полученных рыбных порошков. Результаты представлены в таблице 2. Результаты исследований показали, что химический состав порошка, полученного из сороги, высушенной СВЧ-способом наиболее полно соответствует требованиям нормативной документации, предъявляемым к продукции данного вида.

С целью более полной оценки качества рыбных порошков была проведена органолептическая оценка готового продукта. Для этого из порошков изготавливали котлеты и подвергали термообработке.

Таблица 2. Химический состав рыбного порошка

Показатель	Конвективный способ	СВЧ- способ	ИК- способ
Массовая доля влаги, %	17	15	19
Массовая доля белка, %	41	42	38
Массовая доля жира, %	3	2	3,5
Массовая доля золы, %	13,5	14,9	13

Наиболее высокий балл получили котлеты из сороги, высушенной СВЧ-, и конвективным способами. У котлет из рыбы, высушенной ИК-способом, органолептические показатели ниже.

Поверхность котлет была ровная, без трещин и разрывов, равномерно окрашенная. Вид на разрезе характеризовался, как однородная масса, без видимых отдельных комочков порошка и муки. Котлеты имели приятный вкус, без посторонних привкусов, цвет котлет – светло-коричневый, запах соответствовал запаху жареной рыбы, консистенция была сочная и мягкая.

Таким образом экспериментальные исследования показали, что наиболее эффективным из рассмотренных способов сушки для производства порошков из сороги является СВЧ-способ. Это подтверждается физико-химическими исследованиями и органолептической оценкой.

## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В АППАРАТЕ ТИПА «ПУШКА» НА СОДЕРЖАНИЕ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Тошев А.Д., Полякова Н.В., Саломатов А.С.

ГОУ ВПО «Южно – Уральский государственный университет»,  
454080. г.Челябинск пр.Ленина,85, SalomatovAS@mail.ru

В состав многих растительных продуктов входят химические соединения, способные избирательно снижать усвоение отдельных нутриентов без выраженного проявления общей токсичности. К этой группе веществ прежде всего относятся ингибиторы протеиназ, способные прочно связываться и в значительной степени подавлять активность таких протеолитическими ферментов как: трипсин, химотрипсин и эластаза, а также амилазные ингибиторы. Ингибирующее действие антипитательных веществ на протеиназы и амилазные ингибиторы приводит к значительному снижению процента усвояемости как белков так и углеводов пищи. В свою очередь, непереварившиеся нутриенты, попадая в толстый кишечник, служат питательной средой для интенсивного развития патогенной микрофлоры. В результате деятельности микробных ферментов на полипептидные цепи белков, происходит деструкция последних с образованием токсичных низкомолекулярных соединений, которые в свою очередь, проходя через стенку

кишечника, попадают в кровь, тем самым, отравляя организм [1].

Наиболее значительно содержание ингибиторов протеиназ в сое, фасоли, горохе, пшенице и рисе. В меньших количествах они обнаружены и в других растительных продуктах.

По химической природе антипитательные вещества являются низкомолекулярными белками с относительно высокой термической устойчивостью и резистентностью в отношении действия протеолитических ферментов. Таким образом, одним из наиболее эффективных способов инактивации антипитательных веществ, и как следствие, повышение усвояемости конечного продукта, является гидротермическая обработка растительного сырья в аппарате типа «Пушка» [1].

Растительное сырье перед обработкой подготавливают, предварительно увлажнив до влажности около 13-18% [2]. При данном значении влажности сырья наблюдается максимальный выход конечного продукта. Затем растительное сырье помещают в рабочую камеру аппарата типа «Пушка», которая представляет собой стальную капсулу, с плотно закрывающейся крышкой. Капсула соединяется с электродвигателем, обеспечивающим ее вращение вокруг своей оси. Под плотно закрытой стальной капсулой, наполненной растительным сырьем, зажигают газовую горелку, в результате чего температура и давление внутри рабочей камеры начинает быстро возрастать. При достижении давления внутри рабочей камеры 1,1-1,2 МПа крышку открывают, в результате чего происходит резкий сброс давления и как следствие, значительное изменение молекулярной структуры растительного продукта. Таким образом, производят продукцию называемую воздушные зерна или взорванные зерна или вспученные зерна.

Растительное сырье обрабатывают в аппарате типа «Пушка» около 2,0-2,5 мин. при температуре около 260-280 °С [2].

В результате кратковременной гидротермической обработки растительного сырья в аппарате типа «Пушка», происходит значительное улучшение качества пищевых продуктов за счет разрушения многих токсинов, антипитательных веществ, а также аллергенов [3].

Многие аллергены и микотоксины, являющиеся достаточно устойчивыми химическими веществами, разрушаются в процессе гидротермической обработки растительного сырья [3].

Различные технологии производство воздушных круп в аппарате типа «Пушка» активно разрабатываются и применяются как в России так и за рубежом. На основе воздушных круп изобретается большое количество новых продуктов питания.

Данное направление развития пищевых технологий является перспективным и большое количество заявок на патенты на изобретения, ежегодно регистрируемое как в России так и за ее пределами, доказывает необходимости научного подхода к развитию технологий производства новых продуктов питания на основе воздушных круп.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таганова, Н. С. Влияние экструдата ржи на потребительские свойства хлеба [Текст] : дис. ... канд. тех. наук – М., 2009. – 173 с. – Библиогр.: с. 126 – 140. – 04200952527.
2. Пат. 2323592 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А23L1/18, А23L1/10. Способ производства перловой крупы, не требующей варки [Текст] / Иунихина В. С., Мелешкина Л. Е., Вайтанис М. А. ; заявитель и патентообладатель Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. - № 2006138562/13 ; заявл. 31.10.06 ; опубл. 10.05.08.
3. Mian N. Riaz. Extruders in food applications. Technomic Pub. Co., 2000 223 pp.

## **СЕКЦИЯ «Промышленная экология и утилизация отходов пищевых предприятий»**

---

### **ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ДРОЖЖЕЙ УТИЛИЗИРОВАТЬ АРАБИНОГАЛАКТАН ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ**

Неверова Н.А., Беловежец Л.А., Медведева Е.Н., Бабкин В.А.  
Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского,1, woodemed@irioch.irk.ru

В питании современного человека должно содержаться достаточное количество пищевых волокон. В настоящее время с целью восполнения дефицита потребления пищевых волокон ими обогащают пищевые продукты. Особое внимание уделяется продуктам с пребиотическим действием [1]. Разработаны хлебобулочные, кисломолочные, колбасные изделия, в рецептуру которых входят лактулоза, хитозан, пектин, фибрегам (арабиногалактан-протеин из акации) [2-5].

Превосходным источником растворимых пищевых волокон является водорастворимый природный полисахарид арабиногалактан (АГ). Арабиногалактан хорошо смешивается со всеми видами пищи и напитками, не влияя на вкусовые качества продуктов.

Ранее нами показано, что добавление к массе муки 1 % АГ приводит к значительному улучшению качественных показателей хлеба, но при этом в готовом продукте он не обнаруживается. При расходе АГ 2-3 % (от массы муки) остаточное содержание его в готовом хлебе составляет 50 - 60 % от добавленного количества. Исследования возможности утилизации АГ дрожжами показали, что через 3 сут. культивирования дрожжей с 1 % АГ в культуральных фильтрах не обнаруживается даже следовых количеств полисахарида. В то же время, АГ активно утилизируется дрожжами только в случае отсутствия в питательной среде другого источника углерода. При добавлении к питательной среде альтернативного источника углерода утилизации АГ не происходит. Однако внесение АГ в питательную среду в

количестве 1 % стимулирует рост дрожжей и увеличивает количество образуемого ими углекислого газа [6].

Арабиногалактан, извлекаемый водой из древесины лиственницы, содержит небольшие количества полимерных и низкомолекулярных фенольных соединений, в основном, дигидрокверцетина (ДКВ). Эти примеси не снижают качества АГ как функциональной добавки к пищевым продуктам, но могут влиять на биохимические процессы, протекающие при приготовлении дрожжевого теста.

В данной работе изучалась способность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* утилизировать арабиногалактан, а также влияние фенольных примесей на скорость утилизации АГ.

Арабиногалактан выделяли из древесины лиственницы сибирской на опытно-промышленной установке и очищали по методу [7,8].

В работе использовали:

1. АГ, не содержащий примеси дигидрокверцетина: образец 1 - арабиногалактан фирмы "Sigma" (содержание основного вещества 98 %) и образец 2 - опытно-промышленный АГ, дополнительно очищенный трехкратным переосаждением из воды в этиловый спирт (содержание основного вещества 97,6 %).

2. Опытно-промышленный АГ с содержанием основного вещества 94-95 % и с различным естественным содержанием дигидрокверцетина (0,18 %; 0,76 %; 0,97 %; 1,35%) (образцы 3-6).

3. Искусственные смеси, приготовленные из образца 2 с добавлением ДКВ (0,18 %; 0,76 %; 0,97 %; 1,35%) (образцы 7-10).

Для исследования способности дрожжей утилизировать арабиногалактан использовалась питательная среда следующего состава (г/л):  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 5,0,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,0,  $\text{KCl}$  – 0,15,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,2,  $\text{CaCl}_2$  – 0,05, дрожжевой автолизат – 50 мл; для получения накопительной культуры к готовой среде добавляли 2 % глюкозы .

Накопительная культура дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* выращивалась в течение 3 сут. при 30 °С. При посеве на питательные среды, содержащие 1 % АГ (образцы 1-10), в 50 мл среды вносили 0,5 мл инокулята и культивировали в тех же условиях. Пробы отбирали через 12, 24, 48 ч после посева и центрифугировали при  $9000 \text{ мин.}^{-1}$  в течение 10 мин. Полученные супернатанты использовали для исследований. Контролем служили дрожжи, посеянные на аналогичную среду, не содержащую АГ. Рост дрожжей оценивали по увеличению мутности среды и по образованию углекислого газа в поплавке.

Концентрацию полисахарида в исследуемых и контрольных (без добавки АГ) образцах определяли фотоколориметрическим методом.

Содержание фенольных примесей в пересчете на ДКВ определяли по интенсивности поглощения его комплекса с хлоридом алюминия при 400 нм на спектрофотометре Юнико S2100.

Визуальные наблюдения показали, что наиболее быстрый рост дрожжей в первые сутки культивирования происходит в присутствии образцов 3-6. В

образцах АГ 1-2, не содержащих фенольных примесей, рост дрожжей был наиболее медленным. Следовательно, полное отсутствие фенолов негативно влияет на пролиферацию дрожжей. Различия в скорости роста дрожжей нивелируются к 7 суткам культивирования. В то же время в культуральных жидкостях образцов, изначально содержавших большие количества ДКВ (образцы 6, 10), отмечалось выпадение осадка. Вероятно, это связано с ферментативной полимеризацией фенолов [9].

Согласно нашим экспериментальным данным, ДКВ, вносимый с АГ, активно метаболизируется: во всех образцах через 2 суток культивирования фенольные примеси обнаруживаются в количествах, не превышающих 10-20 %. Разница в утилизации фенольных соединений, исходно содержащихся в АГ (образцы 3-6) и искусственно введенных (образцы 7-10), находится в пределах ошибки (табл.).

Таблица. Содержание фенольных примесей в супернатантах

Образец	Остаточное содержание фенольных примесей, % от исходного количества		
	12 ч	24 ч	48 ч
контроль	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	83	17	0
4	58	18	18
5	52	12	9
6	47	13	13
7	48	10	7
8	58	14	11
9	55	16	15
10	43	18	11

Из рис. видно, что убыль АГ в первые 12 ч культивирования дрожжей составляет более 50 % от его исходного содержания. Максимально утилизации подвергается образец 3, где остаточное количество АГ составило всего 16 %, тогда как в образце 7 (искусственная смесь, аналогичная по содержанию ДКВ образцу 3), сохраняется половина исходного АГ. Вероятно, ДКВ, выделяемый совместно с АГ (естественная смесь), комплексно связан с его макромолекулами, за счет чего происходит их стабилизация. В дальнейшем скорость утилизации АГ замедляется, однако для образцов 3, 5 и 7 к 48 ч культивирования в супернатантах наблюдаются лишь незначительные количества полисахарида.

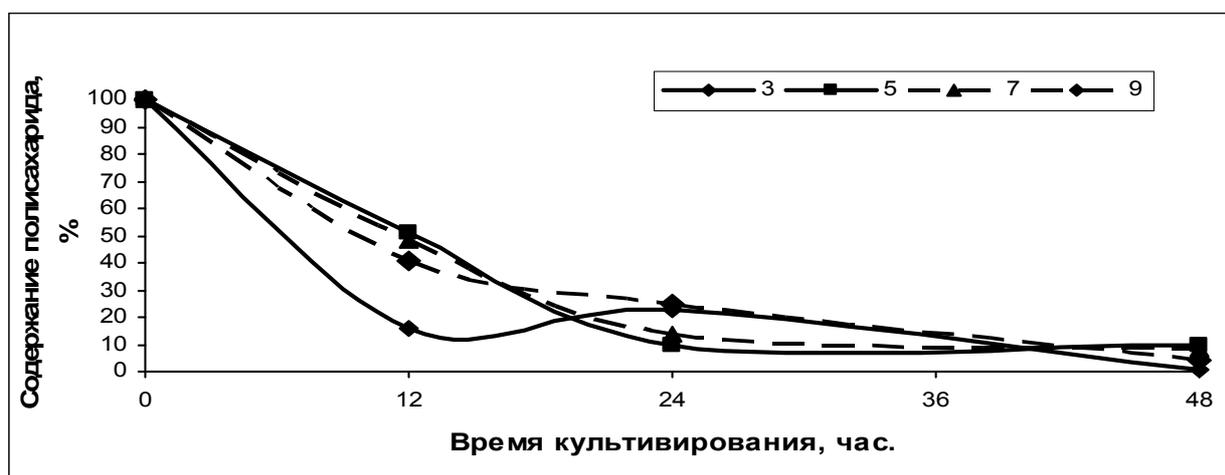


Рис. Содержание полисахарида в культуральных средах:

3 - АГ с естественным содержанием ДКВ 0,18 %; 5 - АГ с естественным содержанием ДКВ 0,97 %; 7 - АГ с добавлением 0,18 % ДКВ; 9 - АГ с добавлением 0,97 % ДКВ.;

Таким образом, установлено, что АГ и фенольные примеси активно утилизируются дрожжами. Скорость утилизации АГ зависит от способа его очистки, а также от содержания в нем фенольных примесей. Максимальная убыль АГ и ДКВ наблюдалась у образцов неочищенного опытно-промышленного АГ с невысоким содержанием фенольных примесей.

Подтверждено, что, вследствие утилизации полисахарида микроорганизмами, применение АГ как функциональной добавки к дрожжевым хлебобулочным изделиям нецелесообразно, однако для улучшения качества готовой продукции можно рекомендовать добавление его к муке в количестве 1 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суюнчева Б. О., Вавренюк П. В., Ткачева М. С. Использование пробиотиков и пребиотиков в хлебопекарной промышленности Сборник научных трудов СевКазГТУ. Серия «Продовольствие» № 2. 2006.
2. [www.Lactulose.ru](http://www.Lactulose.ru)
3. Чернецкий В.Н., Нифантьев Н.Э. Хитозан – вещество XXI века. Есть ли у него будущее в России? // Российский хим. журнал. 1997. Т. 41, в. 1. С. 80-83.
4. Васютин А.А., Гребенкин А.Д., Кузнецова Е.А., Лукин А.Л., Тертычная Т.Н. Использование пектина при выпечке хлеба // Российский пектин: история – настоящее – перспективы. Матер. Научно-практич. конф. Воронеж. 2006. С. 71-73.
5. Суюнчева Б.О., Гетман А.А. и Николаенко И.В. Исследование возможности применения растворимого пищевого волокна при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Продовольствие» №1, 2005.

6. Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Л.В., Пшеничникова Т.А., Медведева Е.Н., Неверова Н.А., Беловежец Л.А., Бабкин В.А. Влияние арабиногалактана, выделенного из древесины лиственницы сибирской, на хлебопекарные достоинства муки мягкой пшеницы и качество хлеба // Химия растительного сырья. 2009. № 1. С. 161-166.

7. Патент № 2 256 668 РФ. Способ получения арабиногалактана / Бабкин В.А., Колзунова Л.Г., Медведева Е.Н., Малков Ю.А., Остроухова Л.А. // БИ 2005. № 20.

8. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Макаренко О.А., Николаев С.М., Хобракова В.Б., Шулунова А.М., Федорова Т.Е., Еськова Л.А. Получение высокочистого арабиногалактана лиственницы и исследование его иммуномодулирующих свойств // Химия растительного сырья. 2004. № 4. С. 17-23.

9. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. М.: Высшая школа, 1974. - 214 с.

## **ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВОДЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Тагиева Л.Ш., Закиров Р.К., Ахмадуллина Ф.Ю.

Казанский Государственный Технологический Университет;  
420015, РТ, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68; Tazieva\_leysan@mail.ru

Жизненный уклад потребителя, живущего в индустриально развитой стране, предполагает достаточно высокий уровень требований к потребляемым продуктам, как с позиции физиологической полноценности, так и экологической безопасности. Однако для сегодняшнего дня характерны негативные изменения в питании населения, связанные с современными технологиями обработки сельскохозяйственного сырья и неблагоприятной экологической обстановкой в местах проживания или на производстве и, в первую очередь, это касается воды, которая является важнейшим компонентом в производстве пищевых продуктов. Она служит средой и активным участником биохимических, микробиологических и коллоидных процессов в пищевых технологиях.

Вода, применяемая в пищевом производстве, должна обладать качествами питьевой воды и отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [1]. Однако, как показали исследования последних лет, даже если такая вода имеет нормативное качество, это не означает, что она вполне чистая и полезная, особенно с точки зрения экологической безопасности [2].

Повышение качества воды и ее безопасности в настоящее время должно являться одной из важнейших и приоритетных задач государства. Однако решать эту проблему традиционными путями, как свидетельствует предшествующий опыт многих экологически развитых странах, практически

невозможно. В связи с этим, возникает необходимость усовершенствования технологии получения питьевой воды, особенно на стадии ее обеззараживания, так как наиболее применяемый способ дезинфекции воды – хлорирование приводит к образованию высокотоксичных хлорорганических соединений, являющихся канцерогенными и повышающих мутагенные свойства воды[3].

В случае озонирования, еще одного промышленного способа обеззараживания питьевой воды, можно предположить образование токсичных кислородсодержащих соединений, в том числе высокотоксичного формальдегида, что было подтверждено результатами собственных исследований [4].

Еще большую опасность при обеззараживании питьевой воды представляют растворимые органические поллютанты, не контролируемые нормативными документами, и особенно продукты их трансформации.

Для подтверждения этого предположения была проведена оценка качества воды до и после хлорирования и озонирования хроматографическим методом на хроматомасс-спектрометре высокого разрешения фирмы "Perkin Elmer". Условия хроматографирования были следующими: использовалась кварцевая капиллярная колонка длиной 50 м, предусматривалось линейное программирование изменения температуры колонки с шагом 3 °С/мин. Начальная температура колонки составляла 20°С, конечная 200 °С. При подготовке пробы был использован метод жидкостно-жидкостной экстракции селективным растворителем. В качестве экстрагента были использованы гексан и дихлорметан согласно стандартным методикам ЕРА 625. Следует отметить, что в работе осуществлялась качественная оценка состава исходной и обработанных проб воды, сопоставление которых позволило получить относительную информацию об изменении как содержания индивидуальных поллютантов, так и их деструкции после обеззараживания[5].

Результаты хроматомасс-спектрометрических исследований приведены в таблице. В результате хроматомасс-спектрометрического анализа исходной пробы воды было выявлено 66 соединений. Среди них углеводороды ароматической и алифатической природы, кислородсодержащие соединения, а именно альдегиды, кетоны, спирты, органические кислоты, эфиры, хлорорганическое соединение и 13 фосфорорганических соединений, а также 24 не идентифицированных углеводорода, время удержания которых лежали в пределах 30,2÷59,3 минут (не приведены в таблице).

Опасение вызывает наличие большого числа фосфорорганических соединений (ФОС). Можно высказать предположение, что их наличие в воде связано с миграцией гербицидов, используемых в сельском хозяйстве и поступающих в поверхностные водоемы. Для них характерен высокий коэффициент распределения между органическим растворителем и водой, что обуславливает их свободное проникновение через неповрежденную кожу, возможно их поступление в организм также ингаляционно и перорально. Под действием физических и химических факторов ФОС легко трансформируются с образованием более токсичных продуктов.

Таблица. Идентифицированные загрязнители в воде Куйбышевского водохранилища в исходной и обработанной пробах

Соединение	Брутто-формула	После обеззараживания	
		Хлорирование	Озонирование
1	2	3	4
нональ	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	—↓	—↓
деканаль	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	—↓	—↓
1н-пиррол-2,5-дион-3-этил-4-метил	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N	—	—↓
2,5-циклогексадиен-1,4-дион, 2,6-би(1,1-диметилэтил)	C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	—↓	—↓
1S,4R,7R,11R-1,3,4,7-тетраметилтрицикло[5.3.10(4,11)]ундец-2-ен-8-он	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	—	—
бутилат гидрокситолуена	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	—↓	—
2,2,5,5-тетраметил-тетрагидро-1,3,4,6,8-пентаоксацикломен-та[A]-ол	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>6</sub>	—	—↓
2,2,5,5-тетраметилдигидро-1,3,4,6,8-пентаоксацикломента[A]-ол	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>6</sub>	—↓	—↓
тетрадекановая кислота	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	—	—
три(2-хлорэтил)фосфат	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub> Cl <sub>3</sub> P	—↓	—
3-октадецен	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	—	—
нонадекан	C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	—	—
октадекановая кислота	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	—↓	—
тетракозан	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>	—↓	—↓
1-докозанол	C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> O	—↓	—
октакозан	C <sub>28</sub> H <sub>58</sub>	—↓	—↓
дигексиловый эфир 1,2-бензенидикарбоновой кислоты	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>	—↓	—
вещество, близкое по структуре к октакозану	C <sub>28</sub> H <sub>58</sub>	—↓	—↓
трифенилфосфат	C <sub>18</sub> H <sub>15</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—↓
децилгексиловый эфир 1,2-бензенидикарбоновой кислоты	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	—↓	—↓
крезилдифенилфосфат	C <sub>19</sub> H <sub>17</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
диизооктиловый эфир 1,2-бензенидикарбоновой кислоты	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	—↓	—
фенилдитолилфосфат	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
гомолог монофенилдитолилфосфата	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
гомолог монофенилдитолилфосфата	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
гомолог монофенилдитолилфосфата	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
гомолог три(3-метилфенил)ового эфира фосфорной кислоты	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—
гомолог три(3-метилфенил)ового эфира фосфорной кислоты	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>4</sub> P	—↓	—

1	2	3	4
гомолог три(3-метилфенил)ового эфира фосфорной кислоты	$C_{21}H_{21}O_4P$	—↓	—↓
гомолог три(3-метилфенил)ового эфира фосфорной кислоты	$C_{21}H_{21}O_4P$	—↓	—
децилоктиловый эфир 1,2-бензендикарбоновой кислоты	$C_{26}H_{42}O_4$	—↓	—
(1,1-диметилэтил)фенилдифе-ниловый эфир фосфорной кислоты	$C_{22}H_{23}O_4P$	—	—
изодецилоктиловый эфир 1,2-бензендикарбоновой кислоты	$C_{26}H_{42}O_4$	—↓	—↓
производное антрацена	$C_{26}H_{48}$	—↓	—
холестерол	$C_{27}H_{46}O$	—↓	—
диизодециловый эфир 1,2-бензендикарбоновой кислоты	$C_{28}H_{46}O_4$	—↓	—↓
гомолог производного антрацена	$C_{26}H_{48}$	—↓	—
гомолог производного антрацена	$C_{26+n}H_{48+m}$	—↓	—
гомолог производного антрацена	$C_{26+n}H_{48+m}$	—↓	—
гомолог производного антрацена	$C_{26+n}H_{48+m}$	—↓	—
октадециловый эфир 9-гекса-деценовой кислоты	$C_{34}H_{66}O_2$	—	—

—↓ - снижение содержания;

— - отсутствие компонента.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о необходимости скрининга перспективного альтернативного способа обеззараживания воды, обеспечивающего как санитарно-гигиеническую надежность, так и максимально возможную экологическую безопасность питьевой воды. Для этой цели были начаты систематические исследования обеззараживающего эффекта низкочастотного ультразвука и его влияния на вторичное загрязнение питьевой воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила и нормы "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества": СанПиН 2.1.4.1074-01 . – М., 2001. – 83 с.
2. Подуст А.Н. Книга о вкусной и здоровой ...воде/А.Н. Подуст. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2007. – 134 с.:ил.
3. Славинская Г.В. Влияние хлорирования на качество питьевой воды //Химия и технология воды. – 1991. – №11. – С. 22-24.
4. Драгинский В.Л. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева. //Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 2. – С. 9-13.
5. Water Analysis / R. Soniassy, P. Sandra, C. Schlett eds. – Waldbronn: Hewlett-Packard Company, 1994. – V. 248.

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Иванова Г.В., Кольман О.Я., Никулина Е.О., Вагнер Т.В.

ГОУ ВПО КГТЭИ «Красноярский государственный  
торгово-экономический институт»;

660075 г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2; ivanova@mail.kgtei.ru

В настоящее время для лесных территорий экологически напряженных регионов Красноярского края дикорастущие грибы и ягоды являются критическим звеном в пищевой цепочке человека с точки зрения возможных дозовых нагрузок. Содержание радионуклидов и тяжелых металлов в дикоросах находится в прямой зависимости от уровня антропогенного воздействия на окружающую среду. Большое влияние на накопление радионуклидов и тяжелых металлов в ягодах оказывает их видовая принадлежность.

В качестве наиболее значимого фактора, влияющего на поступления радионуклидов и тяжелых металлов в дикоросы, можно также выделить условия увлажнения почвы: степень перехода радионуклидов и тяжелых металлов в дикоросы в условиях повышенного влагосодержания может возрасти в 3-4 раза.

Среди тяжелых металлов наиболее опасны свинец, кадмий, ртуть, мышьяк (с токсикологической точки зрения). Остальные нормируемые в пищевых продуктах тяжелые металлы (Sb, Sn, Zn, Al, Be, Fe, Cu, Ba, Cr, Tl) не имеют такого значения, как основные токсические элементы и редко бывают причиной пищевых отравлений.

Информация о содержании тяжелых металлов в дикорастущих съедобных растениях представляет наибольший интерес для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Поэтому целью нашей работы было исследование показателей безопасности наиболее распространенного дикорастущего ягодного сырья: клюквы и брусники, произрастающего в различных районах Красноярского края. А в свете современных тенденций повышения эффективности производства, основными критериями которых являются малоотходные и безотходные производства, особое значение приобретает решение вопросов использования вторичных сырьевых ресурсов предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, в частности - соковых производств. Таким образом, основной задачей работы являлось исследование отходов соковых производств – ягодных выжимок. В качестве объекта исследования были использованы выжимки брусники и клюквы.

Нами были исследованы выжимки ягод брусники и клюквы, произрастающие в различных регионах Красноярского края на предмет содержания в них свинца, кадмия, мышьяка, ртути, стронция-90, цезия-137.

В результате проведенных исследований выявлено, что концентрация ртути, свинца в выжимках ягод клюквы на 20 % выше по сравнению с выжимками ягод брусники, но не превышает ВДУ (величина допустимых

уровней). А Содержание кадмия и мышьяка в выжимках ягод брусники соответственно выше на 50 % и 12,5 %, чем в выжимках ягод клюквы, но не превышает ВДУ (рис. 1,2,3,4).

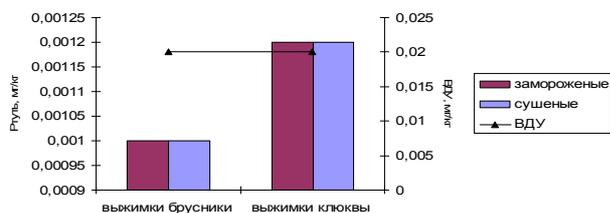


Рисунок 1. Концентрация ртути в выжимках брусники и клюквы

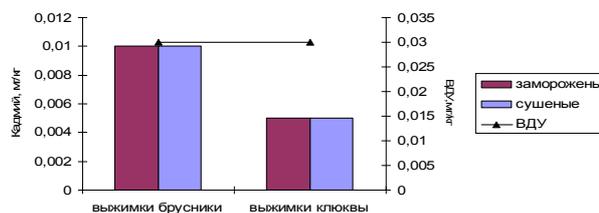


Рисунок 2. Концентрация кадмия в выжимках брусники и клюквы

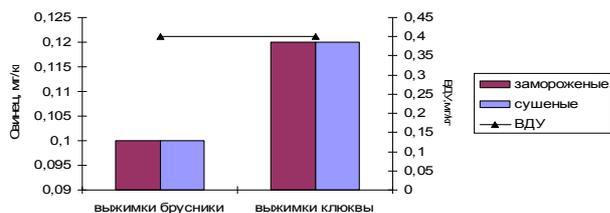


Рисунок 3. Концентрация свинца в выжимках брусники и клюквы

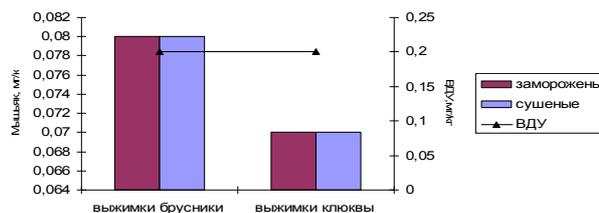


Рисунок 4. Концентрация мышьяка в выжимках брусники и клюквы

Концентрация стронция-90 в замороженных выжимках ягод брусники и клюквы ниже на 15,4 % и 16,3 % по сравнению с сушеными выжимками ягод брусники и клюквы. Содержание стронция-90 в замороженных и сушеных выжимках ягод брусники выше на 6,8 % и 5,7 % по сравнению с замороженными и сушеными выжимками ягод клюквы, но не превышает ВДУ. Концентрация цезия-137 в замороженных выжимках ягод брусники и клюквы ниже на 5,3 % и 9,7 %, чем в сушеных выжимках ягод брусники и клюквы. А содержание цезия-137 в замороженных и сушеных выжимках ягод клюквы выше на 12,4 % и 16,4 % по сравнению с замороженными и сушеными выжимками ягод брусники, но не превышает ВДУ (рис. 5,6).

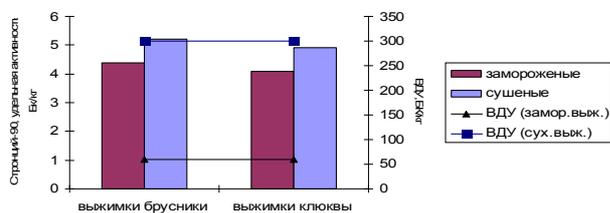


Рисунок 5. Концентрация стронция-90 в выжимках ягод брусники и клюквы

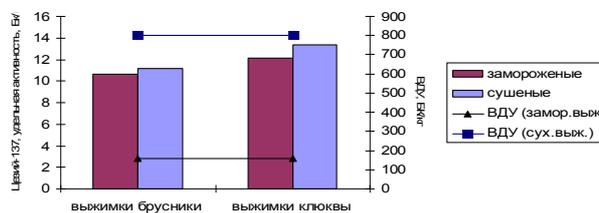


Рисунок 6. Концентрация цезия-137 в выжимках ягод брусники и КЛЮКВЫ

При анализе полученных данных выявлено, что концентрация ртути, кадмия, мышьяка, свинца, стронция-90, цезия-137 в выжимках ягод брусники и клюквы не превышает ВДУ. Поэтому на основании проведенных исследований

выжимки ягод брусники и клюквы можно считать экологически безопасным сырьем и рекомендовать их для дальнейшего использования, в частности на предприятиях общественного питания для производства приправ и т.д.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КСИЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Фазлиев И.И., Минзанова С.Т., Ахмадуллина Ф.Ю.

Казанский государственный технологический университет,  
420015, Казань, ул.К.Маркса, 68, ranli87@ Rambler.ru

**Актуальность.** В настоящее время проявляется безжалостное потребительское отношение к природе, и, как следствие, все то, что необходимо для нормальной жизнедеятельности человека, стало потенциально опасным из-за роста антропогенной и техногенной нагрузки на природную систему. К числу основных путей необходимых для нормализации экологической обстановки следует отнести внедрение экологически безвредных технологий, глубокую переработку природных и продовольственных ресурсов с обязательной утилизацией отходов производства – вторичного сырья.

К основным источникам загрязнения природной среды относится пищевая промышленность, в том числе и пивоваренное производство. Из-за высокой питательной ценности пивная дробина нашла широкое применение в сельском хозяйстве в качестве кормовой добавки, реже используется в биотехнологии для выращивания плесневых грибов и кормовых дрожжей [1].

Перспективно на наш взгляд еще одно решение проблемы утилизации пивной дробины, особенно для регионов, обладающих развитой пивоваренной промышленностью – получение на ее основе ксилозы и ксилита. Это особенно актуально, учитывая отсутствие промышленного производства этих ценнейших продуктов в России, неуклонный рост потребности в ксилите – энергетическом сахарозаменителе, необходимом для больных сахарным диабетом – болезни XXI века [2].

**Цель данной работы** – разработка процесса кислотного гидролиза пивной дробины для получения пентозных гидролизатов, содержащих преимущественно ксилозу.

**Результаты.** Постадийный процесс получения гидролиза представлен на рисунке 1. На первом этапе сырье подвергали высокотемпературной обработке водой для удаления водорастворимых арабинанов и примесей, которые в дальнейшем могут мешать кристаллизации ксилозы.

Гидролиз пивной дробины осуществляли растворами серной кислоты с концентрациями в интервале от 1,5% до 4,5% в течение 6,5 часов при 100 °С. Для оценки вклада временного фактора на выход пентозного гидролизата в работе предусматривался отбор проб из реакционной массы для определения содержания сахаров в гидролизате титриметрическим методом [3]. Согласно полученным данным (рис.2), максимальный выход пентозного гидролизата

достигает 25% на абсолютно сухой вес (АСВ) сырья при продолжительности процесса 5 часов и концентрации гидролизующего агента 4,5% .

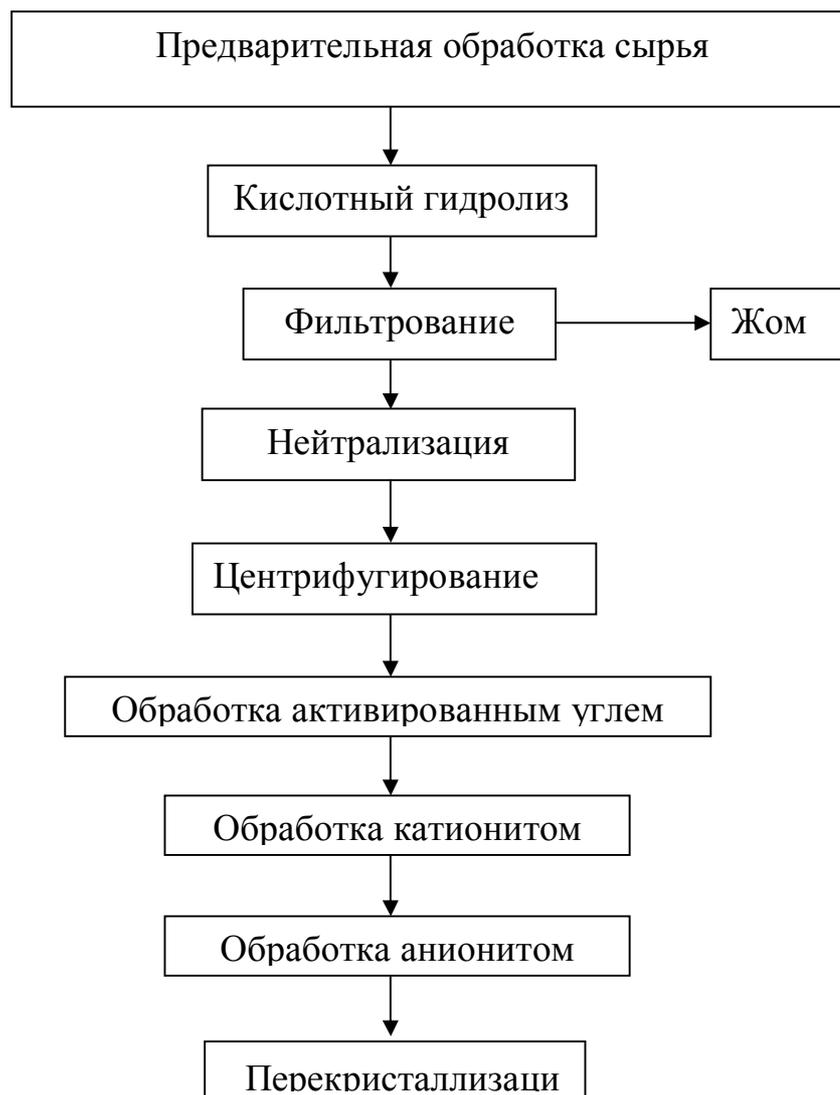


Рисунок 1. Принципиальная схема кислотного гидролиза пивной дробины

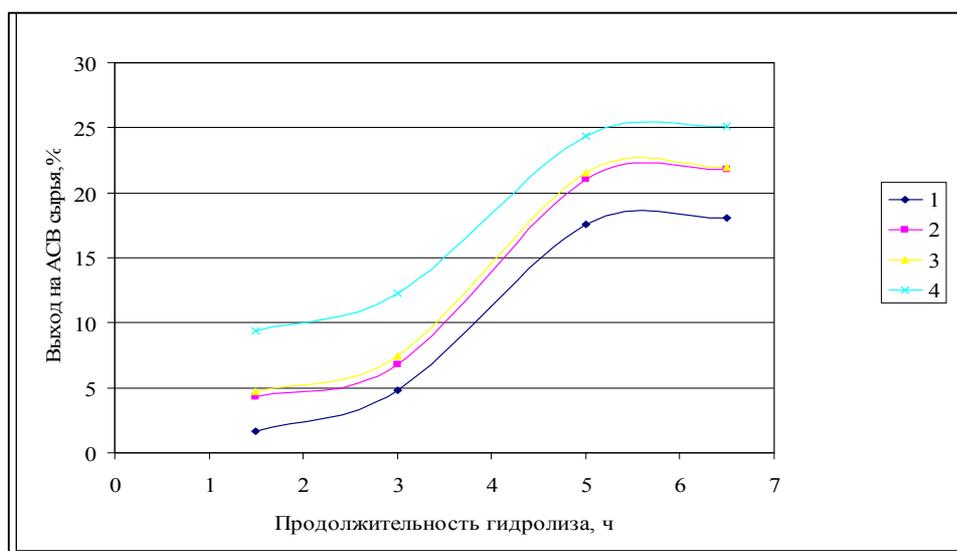
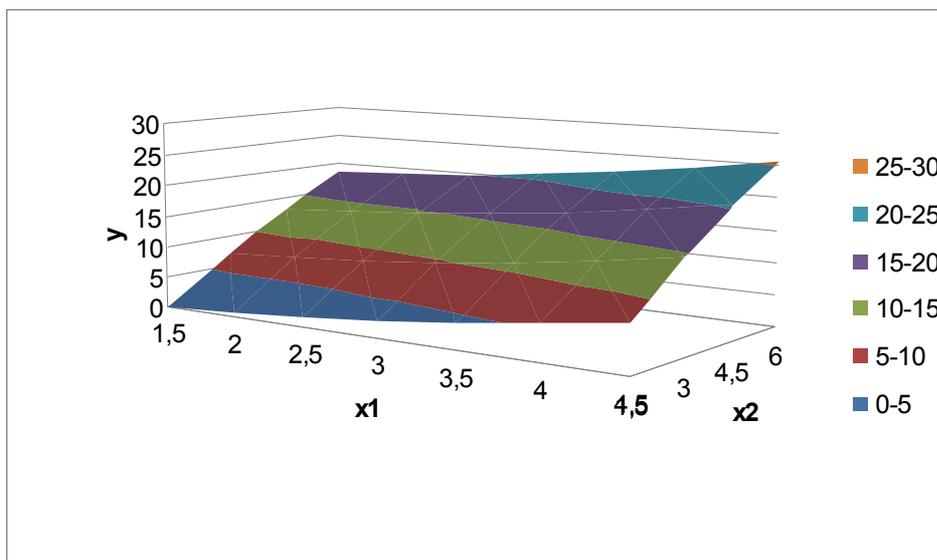


Рисунок 2. Кинетика кислотного гидролиза пивной дробины с использованием растворов серной кислоты: 1 – 1,5%; 2 – 3%; 3 – 3,5%; 4 – 4,5%

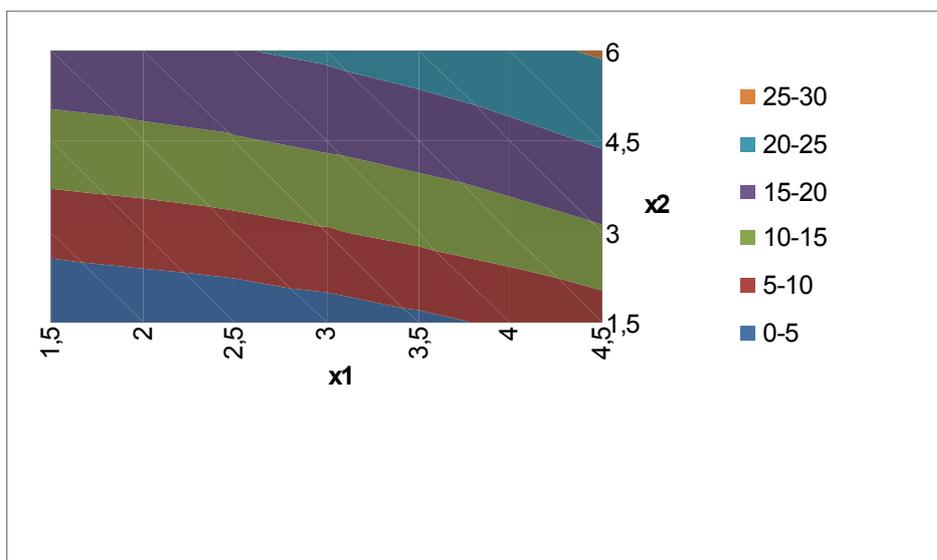
Для уточнения и оптимизации условий проведения гидролиза пивной дробины в рамках двухфакторного эксперимента была проведена математическая обработка экспериментальных данных с получением регрессионного уравнения в виде полиномиальной зависимости второго порядка:  $y = -8,40054 - 0,38761 \cdot x_1 + 5,65298 \cdot x_2 + 0,48492 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,20643 \cdot x_2^2 - 0,02447 \cdot x_1^2$

Адекватность расчетных и экспериментальных данных подтверждается высоким значением коэффициента детерминации  $R^2 = 0,91791723$ .

Графическая зависимость, описывающая влияние концентрации гидролизующего агента и продолжительности гидролиза на выход пентозного гидролизата, а также ее проекция (для более наглядной интерпретации) приведены на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3. Зависимость выхода пентозного гидролизата от концентрации серной кислоты и продолжительности процесса: а) пространственная графическая модель исследуемого процесса; б) проекция графической модели

Анализ полученных графических зависимостей позволяет уточнить оптимальные условия проведения кислотного гидролиза пивной дробины: концентрация серной кислоты составляет 2,6-4,5%, продолжительность процесса – 4,5-6 часов.

**Заключение.** Таким образом, в результате систематических исследований получено математическое описание процесса гидролиза пивной дробины, позволившее выявить оптимальные условия его проведения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колпакчи А.П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А.П. Колпакчи, Н.В. Голикова, О.П. Андреева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
2. Фазлиев И.И., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Цапаева О.В., Ахмадуллина Ф.Ю., Миронов В.Ф., Зобов В.В. Сравнение эффективности кислотного и ферментативного гидролиза // XI Международная конференция молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии», Казань, КГТУ, 13-16 апреля 2010 г. – С.51.
3. Плешков Б.П. Практикум по Биохимии растений / Плешков Б.П. – М., Колос, 1968. – 183 с.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Акимова Г.П., 175  
Андрусенко С.Ф., 29  
Антонов Н. М., 87, 171  
Антонова Н.К., 87  
Ануфриев В.П., 115  
Аслалиев А.Д., 104  
Ахмадуллина Ф.Ю., 219, 225  
Бабкин В.А., 49, 91, 95, 215  
Бадмаева Т.М., 137  
Баженов Б.Н., 79, 109, 137  
Баженова Б.А., 101, 104, 137  
Балыкина О.А., 101  
Белкова А.Н., 33  
Беловежец Л.А., 215  
Белых О.А., 121, 168  
Белявская К.В., 168  
Беспоместных К.В., 204  
Бессонов Е.В., 4  
Бобылева А.В., 127  
Бобылева М.С., 53, 59  
Божко О.Ю., 144  
Бординова В. П., 43  
Будаева А.Е., 139  
Быков В.А., 163, 181  
Вагнер Т.В., 155, 223  
Верхотуров В.В., 173, 175, 201  
Вершинина С.Э., 17  
Вихарева А.О., 185  
Выборнова Т.В., 89  
Вьюков А.А., 53, 59  
Гайда В.К., 173, 201  
Гомбожапова Н.И., 139  
Горяева Н.А., 129  
Гребенников В.Ю., 201  
Гусакова Г.С., 65  
Данилов М.Б., 104  
Данилова Д.О., 95  
Даниловцева О.С., 79  
Дмитриев Ю.А., 83  
Дубинская В.А., 159, 181  
Дьякону А.А., 173  
Дядькина А.С., 129  
Евстафьев С. Н., 38, 44, 65, 74  
Егорцев Н.А., 119  
Еськова Л.А., 49  
Забалуева Ю.Ю., 139  
Закиров Р.К., 219  
Зимичев А.В., 119  
Зюзина А.В., 20  
Иванова Г.В., 155, 223  
Иванова Н.В., 49  
Искуснов Ю. В., 87  
Калинович А.Е., 129  
Калинович С.Е., 121  
Каменькова Н.В., 89  
Колесникова И.С., 137  
Колесникова Н.В., 139  
Колхир В.К., 187  
Кольман О.Я., 155, 223  
Кондакова Н.В., 163, 187  
Корнеева О.С., 144  
Кравченко О.Ю., 17  
Кузнецова Е.Г., 124  
Куликов, Н.С., 53, 59  
Курынкина Е.В., 153  
Лескова С.Ю., 107  
Лиманова В.С., 68  
Лозовая Т. С., 25  
Лужнов М.В., 4  
Луцкий В.И., 70  
Макарова Н. В. 20, 43, 68  
Макевнина Е. И., 87, 171  
Малков Ю.А., 91  
Матосова Е.А., 121  
Медведева Е.Н., 91, 95, 149, 215  
Минеева М.Ф., 163, 187  
Минзанова С.Т., 225  
Миронов К.М., 101  
Моженкова Ю.С., 25  
Молокова К.В., 70  
Мудрикова О.В., 204  
Неверов Е.Н., 206  
Неверова Н.А., 215  
Неретина О.В., 149  
Нечаев С.Н., 206  
Никулина Е.О., 155, 223  
Павлов Н.А., 208  
Павлова С.Н., 141, 211  
Панковец С.О., 201  
Перфильева А.И., 11  
Петров А.Н., 121  
Петров С.Б., 3  
Пирогова О.О., 193  
Поляков Н.А., 159, 181  
Полякова Н.В., 213  
Привалова Е.А., 33, 74  
Ратникова Л.Б., 115  
Рогожин В.В., 199  
Рогожина Т.В., 199  
Рудомётова Н.В., 185  
Рыбакова Т.М., 146  
Рымарева Е.В., 11  
Рязанова О.А., 193  
Сайботалов М.Ю., 79, 109  
Саломатов А.С., 213  
Самофалова Л.А., 99  
Сафронова О.В., 99  
Середкин И.Б., 4  
Смирнов В.В., 44  
Соколова М.Г., 175  
Стрелкова Л.Б., 187  
Сухих С.А., 204  
Сушкова В.П., 173  
Суюнчева Б.О., 95  
Тазиева Л.Ш., 219  
Татарникова Е.А., 149  
Таций А.А., 95  
Темникова О.Е., 119  
Тигунцева Н. П., 38  
Тошев А.Д., 127, 153, 213  
Трофимова Н.Н., 49  
Фазлиев И.И., 225  
Федорова Т.Ц., 141, 211  
Феоктистова Л.П., 49  
Финкельштейн Б.Л., 79, 109  
Фомина Е. С., 74  
Хамаганова И.В., 141, 211  
Ходько А.В., 29  
Чойбонова Л.Г., 139  
Чхенкели В.А., 129  
Чхенкели Л.Г., 129  
Шарова Н.Ю., 89

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Вступительное слово к Всероссийской научно-практической конференции  
«Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов  
питания»

Петров С.Б.....3

Проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности питания  
населения Российской Федерации и Восточно-Сибирского региона

Середкин И.Б., Лужнов М.В., Бессонов Е.В.....4

### **СЕКЦИЯ «Биотехнологические и физико-химические процессы при переработке растительного сырья»**

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАРТОФЕЛЬ,  
ВЫРАЩЕННЫЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Перфильева А.И., Рымарева Е.В.....11

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ *C.islandica* и *C.laevigata* В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

Вершинина С.Э., Кравченко О.Ю.....17

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЯБЛОК  
БИОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Макарова Н.В., Зюзина А.В.....20

**РАЗМНОЖЕНИЕ ДРОЖЖЕЙ ПРИ АКТИВАЦИИ**

Моженкова Ю.С., Лозовая Т. С.....25

**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ  
ПЕРЕРАБОТКИ УНАБИ (*ZIZIPHUS JUJUBA*)**

Андрусенко С.Ф., Ходько А.В.....29

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ СУСЛА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОГО  
ПЧЕЛИНОГО МЕДА**

Привалова Е.А., Белкова А.Н.....33

**О КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ**

Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н.....38

**ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ  
НА МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ  $\beta$ -КАРОТИН-ЛИНОЛЕАТ**

Бординова В.П., Макарова Н.В.....43

**ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ**

Фомина Е.С., Смирнов В.В., Евстафьев С.Н.....44

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕКТИНА С ИОНАМИ СЕРЕБРА**

Иванова Н. В., Еськова Л.А., Трофимова Н.Н., Бабкин В.А., Феоктистова Л.П.,

Сапожников А.Н.....	49
<b>ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОКРИТИЧЕСКИХ СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ НАТУРАЛЬНЫХ СПЕЦИЙ И ПРЯНОСТЕЙ</b>	
Бобылева М.С, Куликов, Н.С. Вьюков А.А.....	53
<b>ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОКРИТИЧЕСКОГО СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТА РОЗЫ КРЫМСКОЙ</b>	
Бобылева М.С., Куликов Н.С., Вьюков А.А.....	59
<b>ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛОДОВОГО СПИРТА ИЗ УССУРИЙСКОЙ ГРУШИ</b>	
Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н.....	65
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЫЛЬЦЫ И ПРОПОЛИСА НА МОДЕЛИ С ЛИНОЛЕВОЙ КИСЛОТОЙ</b>	
Лиманова В.С., Макарова Н.В.....	68
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОКСАНТОГУМОЛА И ЕГО ИДЕНТИФИКАЦИЯ</b>	
Луцкий В.И., Молокова К.В.....	70
<b>НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ФЕРМЕНТОЛИЗА СОЛОМЫ</b>	
Привалова Е. А., Фомина Е. С., Евстафьев С. Н.....	74
<b>СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ИХ АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ</b>	
Финкельштейн Б.Л., Даниловцева О.С., Баженов Б.Н., Сайботалов М.Ю.....	79
<b>ПОЛУЧЕНИЕ НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ</b>	
Дмитриев Ю.А.....	83
<b>ПРОЦЕСС ДЕКТРИНИЗАЦИИ КРАХМАЛА ЗЕРНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОРОСЯТ</b>	
Антонов Н. М., Искуснов Ю. В., Макевнина Е. И., Антонова Н.К.....	87
<b>СЕКЦИЯ «Пищевые и биологически активные добавки из растительного сырья»</b>	
<b>НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ</b>	
Шарова Н.Ю., Выборнова Т.В., Каменькова Н.В.....	89
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ</b>	
Малков Ю.А., Медведева Е.Н., Бабкин В.А.....	91
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ВИДОВ ХЛЕБА С</b>	

<b>АРАБИНОГАЛАКТАНОМ</b> Суюнчева Б.О., Данилова Д.О., Таций А.А.....	95
<b>ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАМЕНТЕЛЕЙ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ</b> Самофалова Л.А., Сафронова О.В.....	99
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕЙ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ</b> Баженова Б.А., Балыкина О.А., Миронов К.М.....	101
<b>РОЛЬ ГЛУТАТИОНА В МЕТАБОЛИЗМЕ СЕЛЕНА ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ</b> Баженова Б.А., Аслалиев А.Д., Данилов М.Б.....	104
<b>ПОЛИСАХАРИДСОДЕРЖАЩАЯ БЕЛКОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ЙОДИРОВАНИЯ ВАРЕННЫХ КОЛБАС</b> Лескова С.Ю.....	107
<b>АРАБИНОГАЛАКТАН КАК СЫРЬЁ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ОБЛАДАЮЩИХ НАНОКОМПОЗИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ</b> Баженов Б.Н., Финкельштейн Б.Л., Сайботалов М.Ю.....	109
<b>ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ РУБЛЕННЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТЫ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СОИ</b> Ратникова Л.Б., Ануфриев В.П.....	115
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА</b> Темникова О.Е., Егорцев Н.А., Зимичев А.В.....	119
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНАНТРОПНЫХ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК</b> Белых О.А., Петров А.Н., Калинович С.Е., Матосова Е.А.....	121
<b>АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ <i>ALLIUM VICTORIALIS L.</i> ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПЛОТНОСТИ</b> Кузнецова Е.Г.....	124
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ САПОНИНОВ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ</b> Тошев А.Д., Бобылева А.В.....	127

<b>ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИИ МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ГРИБА-КСИЛОТРОФА <i>TRAMETES PUBESCENS</i> (SHUM.:FR.) PILAT.</b>	
Чхенкели В.А., Горяева Н.А., Чхенкели Л.Г., Дядькина А.С., Калинович А.Е. .....	129
<b>ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАМИФАРЭНА В СОСТАВЕ БЕЛКОВО- ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ</b>	
Баженова Б.А., Колесникова И.С., Бадмаева Т.М.....	137
<b>К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЕВОГО БЕЛКОВОГО ИЗОЛЯТА В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b>	
Чойбонова Л.Г., Забалуева Ю.Ю., Гомбожапова Н.И., Колесникова Н.В., Будаева А.Е.....	139
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ</b>	
Павлова С.Н., Федорова Т.Ц., Хамаганова И.В.....	141
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ФЕРМЕНТА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ</b>	
Корнеева О.С., Божко О.Ю.....	144
<b>ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ МИКРОНИЗИРОВАННЫХ ХЛОПЬЕВ ИЗ РЖИ И ЯЧМЕНЯ</b>	
Рыбакова Т.М.....	146
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА НА РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА И СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ</b>	
Неретина О.В., Татарникова Е.А., Медведева Е.Н.....	149
<b>ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ</b>	
Тошев А.Д., Курынкина Е.В.....	153
<b>РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК</b>	
Иванова Г.В., Никулина Е.О., Кольман О.Я., Вагнер Т.В.....	155
<b>СЕКЦИЯ «Стандартизация, сертификация и безопасность продуктов питания»</b>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И БАД</b>	
Дубинская В.А., Поляков Н.А.....	159
<b>ФЕРМЕНТНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕНОМА И ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСГЕННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	

Кондакова Н.В., Минеева М.Ф., Быков В.А.....	163
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ <i>LUPULUS HUMULUS</i> НА МАЛЫХ ПЛОЩАДЯХ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	
Белявская К.В., Белых О.А.....	168
<b>РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ЗЕРНА В РАЦИОНАХ ПРИ ОТКОРМЕ ПОРОСЯТ</b>	
Антонов Н. М., Макевнина Е. И.....	171
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ</b>	
Гайда В.К., Дьякону А.А., Сушкова В.П., Верхотуров В.В.....	173
<b>СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В МУКЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ</b>	
Соколова М.Г., Акимова Г.П., Верхотуров В.В.....	175
<b>БИОТЕСТ-СИСТЕМЫ IN VITRO ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b>	
Дубинская В.А., Поляков Н.А., Быков В.А.....	181
<b>АНАЛИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МАССОВОГО СПРОСА</b>	
Рудомётова Н.В., Вихарева А.О.....	185
<b>ОЦЕНКА АНТИГИПОКСАНТНЫХ И ДЕТОКСИЦИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ФИТОПРЕПАРАТОВ, ПИЩЕВЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ТЕСТ-СИСТЕМ</b>	
Кондакова Н.В., Стрелкова Л.Б., Минеева М.Ф., Колхир В.К.....	187
<b>ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИСТЕМ ПРОФИЛАКТИКИ И ТЕРАПИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАД В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</b>	
Рязанова О.А., Пирогова О.О.....	193
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИЦЕРИНА ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ БИОГЕННЫХ ТКАНЕЙ</b>	
Рогожина Т.В., Рогожин В.В.....	199
<b>АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ</b>	
Гайда В.К., Гребенников В.Ю., Панковец С.О., Верхотуров В.В.....	201
<b>ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ЭКСПЕРТИЗЫ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ГЕНОМОВ</b>	
Мудрикова О.В., Сухих С.А., Беспоместных К.В.....	204

**СЕКЦИЯ «Оборудование, процессы и аппараты пищевых производств»**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ АППАРАТА ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПТИЦЫ**

Неверов Е.Н., Нечаев С.Н.....206

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФАРШЕЙ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ**

Павлов Н.А.....208

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СУШКИ НА КАЧЕСТВО РЫБЫ**

Федорова Т.Ц., Павлова С.Н., Хамаганова И.В.....211

**ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В АППАРАТЕ ТИПА «ПУШКА» НА СОДЕРЖАНИЕ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Тошев А.Д., Полякова Н.В., Саломатов А.С.....213

**СЕКЦИЯ «Промышленная экология и утилизация отходов пищевых предприятий»**

**ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ДРОЖЖЕЙ УТИЛИЗИРОВАТЬ АРАБИНОГАЛАКТАН ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ**

Неверова Н.А., Беловежец Л.А., Медведева Е.Н., Бабкин В.А.....215

**ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВОДЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Тазиева Л.Ш., Закиров Р.К., Ахмадуллина Ф.Ю.....219

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Иванова Г.В., Кольман О.Я., Никулина Е.О., Вагнер Т.В.....223

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КСИЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Фазлиев И.И., Минзанова С.Т., Ахмадуллина Ф.Ю.....225

# ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра органической химии и пищевой технологии ИрГТУ приглашает  
получить образование по двум специальностям:

Технология хлеба, кондитерских  
и макаронных изделий 260202 (ТХК)

Формы обучения:

- ◆ Очная (5 лет)
- ◆ Заочная (6 лет)
- ◆ Ускоренная (4 года на основе высшего образования или техникума по специальности)



**Квалификация – инженер**

Технология бродильных производств  
и виноделие 260204 (ТПП)

Формы обучения:

- ◆ Очная (5 лет)
- ◆ Заочная (6 лет)

**Квалификация – инженер**



**Справки по телефонам:**

405-405 (Центральная приёмная комиссия)

40-51-22 (Кафедра органической химии и пищевой технологии)

*Инженеры пищевых производств – это люди, непосредственно  
связанные с наиболее востребованной человечеством сферой  
деятельности – производством продуктов питания!*

Для заметок

Для заметок

*Наши выпускники работают **инженерами и технологами** на крупнейших пищевых предприятиях региона, отвечая за важнейшие участки и линии, либо за производство в целом. Также они работают инженерами в производственных лабораториях, выполняя специальные анализы с целью технохимического и микробиологического контроля производства.*



*Знания о технологии, показателях качества, пищевой ценности напитков (алкогольных и безалкогольных), хлебобулочных и кондитерских изделий, просто необходимы людям, желающим открыть свое дело: ресторан, кафе, мини-пекарню, мини-пивзавод.*

*Выпускники-пищевики могут трудиться и в области контроля качества и безопасности пищевых продуктов: в специальных лабораториях СЭС, в контролирующих органах и на таможне.*

*Так как студенты изучают основы технологий пищевых продуктов, получают знания по оборудованию, процессам и аппаратам пищевых производств, проектированию пищевых предприятий, то после окончания обучения они смогут адаптироваться к работе и на других пищевых производствах.*



*Выпускники, проявившие склонность к научной и к научно-педагогической деятельности, могут продолжить свое образование в **аспирантуре** при кафедре.*



**Научное издание**

**Биотехнология растительного сырья,  
качество и безопасность продуктов питания**

Подписано в печать .10.2010. Формат 60×84/16  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8  
Уч.-изд.л. 7,5. Тираж 100 экз. Зак. . Поз. 27-НПК

ИД №06506 от 26.12.2001  
Иркутский государственный технический университет  
664074 Иркутск, ул. Лермонтова, 83