



БИОТЕХНОЛОГИИ – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ТЕРРИТОРИЙ

*Материалы II Всероссийской научно-практической конференции
(Мурманск, 26 ноября 2024 г.)*

16+

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

МУРМАНСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОБЩЕРОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
"ОБЩЕСТВО БИОТЕХНОЛОГОВ РОССИИ ИМЕНИ Ю. А. ОВЧИННИКОВА"

**БИОТЕХНОЛОГИИ – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИКИ ТЕРРИТОРИЙ**

*Материалы II Всероссийской научно-практической конференции
(Мурманск, 26 ноября 2024 г.)*

Научное электронное издание

Мурманск
Издательство МАУ
2025

УДК 60(082)
ББК 36.80-13я43
Б 63

Редакционная коллегия:
Г. М. Воскобойников, д-р биол. наук, профессор;
В. А. Гроховский, д-р техн. наук, профессор;
Б. Ф. Петров, канд. техн. наук, доцент;
Н. С. Цветов, канд. хим. наук

Б 63 Биотехнологии – драйвер развития экономики территорий : [Электронный ресурс] : мат. II Всерос. науч.-практ. конф. (Мурманск, 26 ноября 2024 г.) / Мин-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Мурм. аркт. ун-т. – Электрон. текст. дан. (934 Кб). – Мурманск : Изд-во МАУ, 2024. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium II 128 MbRAM ; Windows 9X–10 ; свободное место на HDD 131 Mb ; привод для компакт-дисков CD-ROM 2x и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-907905-25-2

В сборнике опубликованы доклады участников II Всероссийской научно-практической конференции "Биотехнологии – драйвер развития экономики территорий", которая состоялась 26 ноября 2024 г. в Мурманском арктическом университете.

Издание предназначено для научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, специалистов, ведущих научные исследования по направлениям работы конференции.

Научное электронное издание
Минимальные системные требования:
РС не ниже класса Pentium II 128 MbRAM;
свободное место на HDD 131 Mb;
привод для компакт-дисков CD-ROM 2x и выше.

© Мурманский арктический университет, 2025
ISBN 978-5-907905-25-2

Научное электронное издание

Минимальные системные требования:
РС не ниже класса Pentium II 128 MbRAM;
свободное место на HDD 131 Mb;
привод для компакт-дисков CD-ROM 2x и выше

БИОТЕХНОЛОГИИ – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ТЕРРИТОРИЙ

*Материалы II Всероссийской научно-практической конференции
(Мурманск, 26 ноября 2024 г.)*

Компьютерная верстка Г. М. Плишко

Редакционная коллегия:
Г. М. Воскобойников, д-р биол. наук, профессор;
В. А. Гроховский, д-р техн. наук, профессор;
Б. Ф. Петров, канд. техн. наук, доцент;
Н. С. Цветов, канд. хим. наук

Подписано к использованию 25.02.2025

Объем издания 934 Кб

Тираж 50 экз.

ФГАОУ ВО "Мурманский арктический университет"

183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.

Телефон (8152) 21-38-01

Факс (8152) 45-27-52

E-mail: office@mauniver.ru

<https://www.mauniver.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ

О ЗАКОНОДАТЕЛЬНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	7
<i>Степаню Г. В.</i>	
ИНОВАЦИОННАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЗ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ:	
ТЕХНОЛОГИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ	10
<i>Арутюнян А. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Еришов М. А.</i>	
ИНОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА	
НА ОСНОВЕ СЕВЕРНОЙ КРЕВЕТКИ (PANDALUS BOREALIS)	16
<i>Говзбит К. С., Бражная И. Э.</i>	
ПРИРОДНЫЕ ГЛУБОКИЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ РАСТВОРИТЕЛИ	
ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	20
<i>Давыдова Е. Г., Шишов А. Ю.</i>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ	
НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ	24
<i>Дубровина С. С., Гроховский В. А., Дубровин С. Ю., Ключников С. А.</i>	
УСЛОВИЯ ОЦЕНКИ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ	28
<i>Исакова Е. А.</i>	
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ <i>CHAMAENÉRION ANGUSTIFOLIUM (L.)</i>	
НА ОСНОВЕ ГЛУБОКИХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ	
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНОВАЦИОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ	32
<i>Койгерова А. А., Цветов Н. С.</i>	
К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	
НА ОСНОВЕ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ.....	36
<i>Куранова Л. К., Гроховский В. А., Бражная И. Э.,</i>	
<i>Скрипова О. Е., Ромашов В. К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НОВОГО ВИДА ПАСТЕРИЗОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ	
ИЗ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ	40
<i>Новожилов М. П., Еришов М. А., Куранова Л. К.,</i>	
<i>Живлянцева Ю. В., Федоренко М. С.</i>	

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ КАЛЬЦИЯ из ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ГИДРОБИОНТОВ.....	45
<i>Пожарецкая О. Н., Облучинская Е. Д.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ в ВОДНЫХ ЭКСТРАКТАХ СОЦВЕТИЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>ARNICA</i> L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ	49
<i>Середа Л. Н., Носатенко О. Ю.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ	53
<i>Смирнова М. В.</i>	

О законодательном обеспечении и перспективах развития биотехнологий в Мурманской области

Степанхно Г. В.

г. Мурманск, Мурманская областная Дума, ppsr3@yandex.ru

Современная обстановка в мире и стране, раскаленная атмосфера западного, американо-наторского давления на нашу страну, развернутые широкомасштабные действия через некогда "ридину" Украину устами Президента России, Правительства страны, законодательных органов власти всех уровней заставляют всерьез и надолго заниматься всеобъемлющими проблемами перехода страны и ее регионов (всех ее территорий) на рельсы мобилизационной экономики, рассчитанной на богатейшие природные ресурсы, научный потенциал и современные технологии. В экономике России и особенно ее регионов накопилось немало проблем, хотя надо отдать должное растущему военно-стратегическому потенциалу и оборонно-промышленному комплексу в условиях нарастающей угрозы нашей Родине со стороны недружественных стран Европы и США.

Что же касается других, в том числе очень серьезных отраслей экономики, в том числе и в нашем заполярном регионе – здесь пока основная работа и органов власти, и руководства большинства крупных промышленных гигантов и предприятий МСП находится в режиме запущенного торможения и выжидания. Пока, видимо, не поймут, что расчет только на мегапроекты – как журавлей в небе – результата не дает.

Рухнул Штокманн (в том числе по вине ущербного для России дележа смежного участка Баренцева моря), никак не можем приступить к разработке богатейшего месторождения платиноидов в Федоровых тундрах, диоксида титана в Африканде (запасы на 600 лет), взяли теперь прицел на два месторождения лития в восточной, тундровой части Кольского полуострова, замахнулись на будущий газопровод Волхов-Мурманск, ждем не дождемся эффекта от еще незавершенного строительства Мурманского транспортного узла. Вроде как запустили крупнотоннажную платформу Новатэка, с помощью 14 000–18 000 заезжих гастарбайтеров и мигрантов, а для Мурманской области, кроме кратковременного роста НДФЛ для Кольского района – мы эффекта пока не получили. Правда, реально ждем

второй очередь Кольской АЭС, но строить ее пока нашим разрушенным строительным комплексом не сможем. Будем опять рассчитывать на заездие "самолеты" и иже с ними.

Да и рыбная отрасль в загоне, поскольку сырьевая база промысла за последние 3–5 лет заметно оскудела, на следующий год СРНК определила снижение ОДУ, а значит и квоты для России на нашем Северном промысловом бассейне почти на 150 000 тонн, то есть фактические на 1/3 вылова силами рыбакских коллективов нашей области. Да и дорожающие кредитные банковские услуги порождают рост инфляции, дорожевизну ставок и цен на продукты и товары первой необходимости (инфляция 8,6 %). И как следствие – снижение прибыльности производственной деятельности не только основных промышленных предприятий нашего региона.

И результат сегодня налицо. Сегодня наша Дума, с подачи Правительства Мурманской области, принимая бюджет в I чтении на 2025 год и последующие 2026–2027 гг., рассчитывает на его основное наполнение не за счет роста экономики (производства), т. е. за счет основного налога на прибыль работы всех предприятий региона, а, в первую очередь, за счет НДФЛ, т. е. за счет якобы растущих зарплат нашего населения. Парадокс, иначе не назвать.

Могу привести в цифрах. Если в 2024 году налог на прибыль по области составлял 59,5 млрд руб., то на 2025 год – только 35,9 млрд руб., а НДФЛ наоборот: 2024 год – 36,7 млрд руб., 2025 год – 41,8 млрд руб., т. е. больше, чем налог на прибыль.

Если хотите знать, наша фракция КПРФ ставит оценку "неуд" такому бюджету стагнации, призывая как в центре, так и в регионе к принятию бюджета развития за счет развития основных и не только, всех отраслей экономики, в том числе и за счет новых, имеющихся в арсенале недоиспользуемых современных технологий. О чем пойдет речь и на нашей, II общероссийской Конференции "Биотехнологии – драйвер развития экономики территорий".

Как показала и прежняя (2023 год) I международная Конференция "Актуальные проблемы развития биотехнологий на федеральном и региональном уровнях", мы располагаем реальными возможностями и условиями для стремительного развития и использования накопленного научно-образовательного опыта, крупнейшей минерально-сырьевой базы и ВБР, что должно и обязано заставить промышленность богатейшего края разви-

ваться эффективно благодаря такому мощному драйверу как биотехнологии, внедряемые в биоэкономику страны и ее регионов.

Вот почему и в масштабе страны, и региона настала очередь разработки государственных программ и национальных проектов развития той самой биоэкономики, развития биотехнологий в самом широком смысле и понимании.

Надеюсь, что активная позиция ученых, исследователей, научно-преподавательского состава региона возбудит интерес к этой важной сфере нашей жизни не только промышленность в нашей некогда самодостаточной области, но и наше правительство, областную Думу и муниципальную власть во всех углах нашего заполярного края.

Желаю всем нам кропотливой и результативной работы, больших и малых побед на этом важном направлении. "Дорогу осилит идущий" и ищущий.

Поздравляю всех с началом работы нашей II Всероссийской конференции и поздравляю еще и всех участников с установлением профессионального праздника – Дня биотехнолога, который предусмотрено отмечать ежегодно, осенью 18 октября, как признание биотехнологии – одной из наиболее востребованных областей современной науки, позволяющей обеспечивать технологический суверенитет и продовольственную безопасность России, как неоспоримое признание важной роли биотехнологов в развитии медицины, фармакологии, ветеринарии, биоинженерии, сельского, рыбного хозяйства и экономики в целом.

Инновационная продукция из печени трески: технологии, перспективы, проблемы

Арутюнян А. А., Гроховский В. А., Куранова Л. К., Ершов М. А.

*г. Мурманск, Мурманский арктический университет,
кафедра технологий пищевых производств, dzuk51@yandex.ru*

Аннотация. Разработана технология консервированной (с использованием метода термостатирования в конвективном аппарате) продукции из печени трески "Ингредиент для салатов "Морской". С учетом перспектив внедрения полезной уличной еды (street food) с местным колоритом создан новый закусочный продукт "Сэндвич "Тропический Север" с использованием в рецептуре консервированного ингредиента для салатов из печени трески. Аналитическими исследованиями конъюнктуры рынка печени трески-сырца позиционированы проблемы, которые вызывает подмена сырья при изготовлении консервов из атлантической трески сырьем, привезенным с Дальнего Востока.

Ключевые слова: печень трески, конвективный аппарат, "Ингредиент для салатов "Морской", рецептура, "Сэндвич "Тропический Север", проблемы подмены печеночного сырья

Innovative cod liver products: technology, prospects, challenges

Arutyunyan A. A., Grohovskij V. A., Kuranova L. K., Ershov M. A.

*Murmansk, Murmansk Arctic University, Department of Food Production Technologies,
dzuk51@yandex.ru*

Abstract. The technology of canned (using the method of thermal condensation in a convective apparatus) cod liver products "Ingredient for salads "Marine" has been developed. Taking into account the prospects for the introduction of healthy street food with a local flavor, a new snack product "Sandwich "Tropical North" has been created using a canned ingredient for cod liver salads in the recipe. Analytical studies of the market conditions of raw cod liver have identified the problems caused by the substitution of raw materials in the manufacture of canned Atlantic cod with raw materials imported from the Far East.

Key words: cod liver, convective apparatus, "Ingredient for salads "Marine", recipe, "Sandwich "Tropical North", problems of substitution of liver raw materials

Консервы из печени трески, изготавливаемые на Кольском Севере, известны всей стране и являются, по большому счету, визитной карточкой заполярного Мурманска. Скоропортящееся охлажденное печеночное сырье, доставляемое на берег небольшими рыбопромысловыми судами, работающими в зоне прибрежного рыболовства Мурмана, особенно в неболь-

ших объемах, нецелесообразно отправлять на консервные предприятия других регионов. Организовывать производство консервов из небольших партий печени трески с приобретенными дорогостоящими автоклавами и обученным персоналом экономически нецелесообразно. Поэтому для руководителей и специалистов малых предприятий наиболее актуально разработка технологии и организация производства консервированного печеничного продукта с отличными органолептическими достоинствами без использования дорогостоящего и сложного в эксплуатации автоклавного оборудования, и, как следствие, доступной для потребителей ценой.

Целью настоящего исследования является:

- разработка технологии консервированного продукта из печени трески "Ингредиент для салатов "Морской", изготавливаемого без использования автоклавов;
- создание инновационного закусочного продукта быстрого питания "Сэндвич "Тропический Север";
- аналитические исследования конъюнктуры рынка (спроса–предложения–цены) печени трески-сырца.

Использование конвекционной печи при изготовлении консервированной продукции несравненно легче, чем стерилизационного оборудования как по ведению непосредственно процесса консервирования, так и по уровню обеспечения его безопасности, что актуально как для малых рыбообрабатывающих производств и предприятий общественного питания, так и для рыболовецких судов, необорудованных консервными участками.

На первом этапе исследований на площадях малого предприятия ИП "Арутюнян А. А." (г. Мурманск) с научным сопровождением специалистов Мурманского арктического университета была разработана технология инновационного консервированного продукта из печени трески в стеклянных банках, аналогичного по вкусовым качествам классическим консервам "Печень трески натуральная", но изготовленного без использования автоклавов. Технологический процесс изготовления данного продукта предусматривает применение конвекционной печи взамен стерилизационного оборудования, работающего под давлением.

С этой целью проведен анализ теплофизических данных, полученных при термообработке продукции, расфасованной в стеклянные банки вместимостью 500 см³ (масса продукта нетто 460 г) методом терmostатирования в пароконвектомате НММ-6/11 при двух температурных режимах 100

^0C и $112\text{ }^0\text{C}$ (варианты 1 и 2, соответственно). Термофизические исследования проведены с использованием измерительного комплекса фирмы "Эл-лаб".

Проведена оценка качества полученной в ходе экспериментальных работ продукции из печени трески "Ингредиент для салатов "Морской", на начальном и конечном сроках хранения на соответствие требованиям ТУ 10.85.12-004-2004103116-2021 "Ингредиент для салатов "Морской".

На втором этапе исследований разрабатывался новый продукт полезной уличной еды (street food) с местным колоритом за счет использования в рецептуре консервов "Ингредиент для салатов "Морской". В ходе исследований предложено три композиционных состава закусочного продукта на основе печени трески, получившего название "Тропический Север", в рецептуру которого были введены хлеб (багет пшеничный), яйца куриные, майонез оливковый, лук зеленый, укроп, ананас консервированный и перец халапеньо (халапέньо – средних размеров перец чили, который ценится за ощущения при его поедании от "теплого" до "горячего"). Композиционные составы созданного закусочного продукта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Композиционные составы закусочного продукта "Сэндвич "Тропический Север"

Состав продукта	Рецептуры (в пересчете на 250 г готового изделия)		
	1	2	3
	Масса нетто, г		
Печень трески	15	30	45
250 г готового изделия Багет пшеничный	105	95	85
Яйцо вареное	60	55	50
Лук зеленый	7	7	7
Укроп	4	4	4
Майонез оливковый	16	16	16
Ананас консервированный	40	40	40
Перец халапеньо	3	3	3
Итого	250	250	250

Образцы изготовленного продукта каждого композиционного состава были подвергнуты органолептической оценке группой дегустаторов (10 чел.) с заполнением соответствующих дегустационных листов.

Результаты органолептической оценки образцов закусочного продукта "Сэндвич "Тропический Север", представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка качества продукта

Показатели качества закусочного продукта	Рецептуры		
	1	2	3
	Масса нетто, гр.		
Средний балл продукции	4,81	4,96	4,88
Уровень качества %	96,2	99,2	97,7

Анализ результатов дегустационной оценки свидетельствует о том, что наивысшее значение (4,96 балла) получил образец продукта рецептуры № 2. Уровень качества для данного образца составил 99,2 %.

Образец № 2 имел наиболее сбалансированный состав ингредиентов. Изменение в рецептуре количества консервированной печени трески ("Ингредиент для салатов "Морской") как в большую, так и в меньшую сторону снижало значение среднего балла дегустационной оценки. Таким образом, по результатам экспериментов и анализа полученных данных наиболее приемлемой является рецептура № 2 закусочного продукта.

В процессе дегустации было также отмечено, что некоторые потребители не любят острые блюда, а некоторым наоборот острота продукта нравится. Работа по совершенствованию рецептуры продукта с учетом гендерных особенностей потребителей будет продолжена.

Авторами были проведены аналитические исследования конъюнктуры рынка (спроса–предложения–цены) печени трески.

Как уже было отмечено выше, известно, что стерилизованная продукция из печени трески, изготовленной в Мурманске и области, имеет многолетние положительные ассоциации как вкусного, полезного и ценного и относительно доступного по цене продукта у граждан не только всей России, но и у жителей ближнего Зарубежья. "Произведено в Мурманске" – это своего рода бренд, которой априори вызывает доверие потребителей, приобретающих консервы из печени трески.

Однако в последнее время цены на печеночное сырье резко возросли.

Например, холдинг "Норебо" на аукционных торгах в Мурманске в ноябре 2024 г. выставил цену 1 400 руб. за кг мороженой печени трески атлантической. А цена на сырье формирует рынок цен уже на готовую продукцию – консервы из печени трески.

Еще один негативный аспект на сырьевом печеночном рынке Заполярья: в нашем регионе появилось недорогое дальневосточное сырье: печень трески тихоокеанской (*Gadus macrocephalus*) стоимостью 420 руб./кг, а также печень минтая (*Gadus chalcogrammus*) стоимостью 115 руб./кг. Это относительно дешевое, но отличающееся по химическому составу и биохимическим свойствам сырье [1] недобросовестные производители активно используют для изготовления стерилизованной консервной продукции, выдаваемой за печень атлантической трески. Однако по органолептическим свойствам, продукция из печени дальневосточных тресковых рыб не идет ни в какое сравнение с нашим брендом – продукцией из печени атлантической трески.

Дальневосточное сырье десятками тонн завозится на территорию Мурманской области со всеми полагающимися ветеринарными документами. Некоторые мурманские нечестные на руку производители в названии готового продукта в соответствие с требованиями системы "Меркурий" имеют законное право дать название **одного** из компонентов готовой продукции, а в транзакции "**производство**" производитель должен в обязательном порядке указать все данные используемого сырья: "печень трески тихоокеанской" либо "печень минтая". Т. е., мы отмечаем, что на выходе готовая продукция может де юре иметь **одно** название или "печень минтая" или "печень трески". В системе "Меркурий" прописывается "печень трески", так как эти виды рыб относятся к семейству тресковых. На маркировке готовой продукции обязательным условием является позиция – "из какого сырья произведены консервы: охлажденная или свежемороженая печень", а место вылова указывать необязательно. Естественно, в маркировке недобросовестные изготовители не указывают вид тресковых рыб, печень которых используется в консервах, и тем самым потребитель вводится в заблуждение по составу основного ингредиента консервов, что, по нашему мнению, совершенно недопустимо.

Такая продукция сотнями тысяч банок реализуется в других российских регионах, и большинство потребителей понятия не имеют о том, как должна органолептически выглядеть настоящая печень трески.

С таким ценовым лагом в 200 % и более добросовестным предпринимателям конкурировать невозможно, а потребители за свои деньги получат не тот продукт, который собирались приобрести и фактически будут обмануты.

Все вышеизложенное должно насторожить контролирующие органы и ужесточить контроль производства консервов из печени трески. Необходимо соответствующим структурам срочно принять действенные меры по внесению корректировок в систему "Меркурий", в противном случае рынок наших высококачественных консервов из печени трески может просто обвалиться.

Выводы:

- разработана технология консервированного продукта из печени трески "Ингредиент для салатов "Морской", изготавливаемого без использования автоклавов;
- создан инновационный закусочный продукт быстрого питания "Тропический Север";
- аналитические исследования конъюнктуры рынка (спрос-предложения- цены) печени трески-сырца;
- предложено привлечь внимание надзорных органов к данной ситуации, чтобы не допустить потери высокой марки имеющихся у мурманских производителей продуктов из печени баренцевоморской трески и бренда – "ПРОИЗВЕДЕНО В МУРМАНСКЕ".

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20058, <https://rscf.ru/project/24-26-20058/>, а также в соответствии с Соглашением № 199 от 03.05.2024 г. между Минобрнауки Мурманской области и ФГАОУ ВО "МАУ".

Список источников

1. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т. К. Лебская [и др.] ; отв. ред. Ф. М. Трояновский. 2-е изд., доп. Мурманск : ПИНРО, 1998. 150 с.

Иновационная разработка пищевого продукта на основе северной креветки (Pandalus borealis)

Говзбит К. С., Бражная И. Э.

*г. Мурманск, Мурманский арктический университет,
кафедра технологий пищевых производств, govzbit@rambler.ru*

Аннотация. В работе представлено обоснование разработки новых кулинарных изделий из вторичного сырья, которое образуется при разделке креветки. Приведены причины необходимости его использования на пищевые цели.

Ключевые слова: инновационная разработка, пищевой продукт, пищевые технологии, отходы из креветок, соус биск, продукты на основе производства отходов из креветок, панцирь креветок, креветка северная

Innovative development of a food product based on the northern shrimp (Pandalus borealis)

Govzbit K. S., Brazhnaia I. E.

*Murmansk, Murmansk Arctic University,
Department of Food Production Technologies, govzbit@rambler.ru*

Abstract. The paper presents the rationale for the development of new culinary products from recycled raw materials, which are formed during the cutting of shrimp. The reasons for the need for its use for food purposes are given.

Key words: innovative development, food product, food technologies, shrimp waste, bisque sauce, products based on the production of shrimp waste, shrimp shell, northern shrimp

Большое количество вторичных пищевых ресурсов пищевой промышленности, которые образуются при разделке сырья, и растущий потребительский спрос на экологически чистые и органические заменители традиционных синтетических добавок делают необходимым изучение инновационных направлений для применения такого вида сырья для производства продуктов питания. Использование вторичных пищевых ресурсов от переработки креветок в качестве несинтетических пищевых добавок является перспективным направлением развития в индустрии питания в условиях формирования продовольственной безопасности нашей страны в сложившихся экономических условиях [1].

Общий допустимый улов креветок на 2024 год согласно приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 25 августа 2023 г. N 692 "Об утвер-

ждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2024 год" [2] (с изменениями и дополнениями), представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Общий допустимый улов креветок на 2024 год по Российским рыбохозяйственным бассейнам (тыс. тонн) [2]

Водные биологические ресурсы	Баренцево море	Дальневосточный бассейн						
		Южно-Курильская зона	Охотское море				Японское море	
			Северо-Охотоморская подзона	Западно-Камчатская подзона	Камчатско-Курильская подзона	Восточно-Сахалинская подзона	Подзона Приморье	Западно-Сахалинская подзона
Креветка северная	26,5	–	2,385	0,001	1,723	0,242	3,893	0,675
Креветка травяная	–	0,077	–	–	–	0,201	0,002	0,039
Креветка уплохвостая	–	–	–	0,001	–	0,013	–	–
Креветка гренландская	–	–	–	–	–	0,201	–	–
Креветка гребенчатая	–	–	–	–	–	–	0,872	0,872

Анализ данных, приведенных в таблицы 1, наглядно подтверждает актуальность проблемы по утилизации побочных продуктов переработки креветки.

В ходе работы были разработаны 10 опытных вариантов соуса. В качестве основного сырья использовали панцирь креветки северной мороженой, отвечающей требованиям действующей нормативной документации [3]. Остальные компоненты соответствовали требованиям действующих нормативных документов, включая технические регламенты [4; 5]. В качестве базовой технологии использовали технологию приготовления томатного соуса с овощами [6].

В образцах, произведенных по рецептограмм 1.1–1.5, варировали количество панциря креветки и жирность сливок при всех остальных постоянных характеристика. В образцах, произведенных по рецептограмм 2.1–2.5, изменяли количество белого сухого вина и томатной пасты.

Анализ органолептических показателей опытных образцов, произведенных по рецептурам 1.1–1.5, позволил определить количество панциря и жирность сливок, необходимые для производства соуса. Установлено, что жирность сливок смягчает ярко выраженный креветочный вкус соуса, придавая ему нежный оттенок. Анализ органолептической оценки опытных образцов, произведенных по рецептограм 2.1–2.5, показал, что рецептура 2.4 является лучшим вариантом для дальнейшей разработки и исследований, так как уровень качества данного опытного образца был наивысшим из всех представленных образцов и составил 94,4 % со средним баллом – 4,7. Данный образец обладал приятным слабо оранжевым цветом, был средней густоты, добавленное белое сухое вино приятно оттеняло креветочно-сливочный аромат.

Кроме того, утилизация отходов из креветок может уменьшить загрязнение окружающей среды. Побочные продукты из креветок богаты как микронутриентами, так и биоактивными компонентами, которые очень полезны для организма человека и открывают новые возможности для пищевой промышленности и нутрицевтики по разработке новых обогащенных продуктов [1]. Данные разработки могут повысить продовольственную безопасность нашей страны.

Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 124041100062-7 "Разработка и совершенствование технологий производства пищевых, кормовых и технических продуктов широкой направленности из животного и растительного сырья Арктического региона".

Список источников

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения 10.11.2024).
2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 25 августа 2023 г. № 692 "Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и Каспийском море на 2024 год" (с изменениями и дополнениями). URL <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407577724/> (дата обращения 09.11.2024).

3. ГОСТ 20845–2022. Креветки мороженые. Технические условия : межгосударственный стандарт: издание официальное : введен впервые : дата введения 2023–08–01 / разработан ФГУП "ВНИРО". М. : Стандартинформ, 2022. 20 с.
4. ТР ЕАЭС 040/2016. "О безопасности рыбы и рыбной продукции". URL: <https://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения 12.11.2024).
5. ТР ТС 021/2011. "О безопасности пищевых продуктов". URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения 10.11.2024).
6. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий. Для предприятий общественного питания / авт.-сост.: А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко. М. : Лада ; К. : Арий, 2008. 679 с.

Природные глубокие эвтектические растворители для извлечения биологически активных веществ из растительного сырья

Давыдова Е. Г.¹, Шишов А. Ю.²

*г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет,
¹кафедра аналитической химии, davkat@mail.ru, ²Институт химии*

Аннотация. Эффективность извлечения биологически активных веществ из лекарственных растений с помощью ПГЭР зависит от способа приготовления, состава ПГЭР и типа БАВ. На основании анализа литературных источников установлено и подтверждено экспериментально улучшение растворимости некоторых БАВ в системе эвтектических растворителей, содержащих природные метаболиты.

Ключевые слова: природные глубокие эвтектические растворители, биологически активные вещества, экстракция

Natural deep eutectic solvents for the extraction of biologically active compounds from herb

Davydova E. G.¹, Shishov A. Y.²

*Saint-Petersburg, St. Petersburg State University,
¹Department of analytical chemistry, davkat@mail.ru, ²Institute of chemistry*

Abstract. The efficiency of extracting biologically active compounds from medicinal plants using NADES depends on the preparation method, NADES composition and the type of biologically active compounds. Based on a review of literary sources, an improvement in the solubility and bioavailability of some biologically active substances in the system of eutectic solvents containing natural metabolites has been established experimentally confirmed.

Key words: natural deep eutectic solvents, biologically active compounds, extraction

Для увеличения выхода экстракции и снижения вредного воздействия на окружающую среду были созданы многочисленные новые методы экстракции и экстрагирующие растворители, позволяющие селективно и эффективно извлекать целевые соединения из растительного сырья. Среди множества, используемых в качестве экстрагентов, эвтектических растворителей, наиболее естественными, безвредными и экологически чистыми являются природные глубокие эвтектические растворители (ПГЭР) [1]. Они представляют собой смеси, содержащие комбинации метаболитов, которые встречаются в больших количествах в клетках, играя решающую роль в таких биологических процессах в растительных организмах, как криозащита, устойчивость к засухе, прорастание и дегидратация [2].

Для решения задач извлечения биоактивных компонентов и разработки систем доставки БАВ в терапевтической практике, выделяют терапевтические глубокие эвтектические системы (ТГЭР) и наиболее перспективные из ПГЭР – эвтектические растворители на основе аминокислот (АКГЭР), и сахаров, последние на сегодняшний день обозначения пока не имеют. Представляет особый интерес исследование экстрагирующей способности АКГЭР, так как аминокислоты являются амфи菲尔ными соединениями, поэтому способны выступать как в качестве донора, так и акцептора водородных связей, а также образовывать надмолекулярные структуры. Имея ввиду, что ПГЭР являются дизайнерским растворителем, мы можем настроить его состав таким образом, чтобы извлечение целевых веществ было максимальным, либо селективным. Авторами [3] установлено, что танины извлекаются лучше всего эвтектическим растворителем на основе пролина, по сравнению с основанными на хлориде холина и бетанине. В другой работе [4] оценивалось извлечение флавоноидов из листьев инжира в зависимости от мольного соотношения компонентов эвтектического растворителя, основанного на сахараах. Определено соотношение, при котором извлечение флавоноидов превышает таковое для систем, содержащих холин хлорид в сочетании с сахарами. Нами был продемонстрирован лучший выход экстракции БАВ на примере кровохлебки лекарственной (*Sangiusorba officinalis*) для систем на основе пролина по сравнению с эвтектическими растворителями на основе холина хлорида. Однако, не только соотношение между компонентами эвтектического растворителя оказывают влияние на его экстракционные свойства, но и присутствие воды в системе, а также способы приготовления эвтектического растворителя, что необходимо учитывать для решения конкретной экстракционной задачи [5].

Причиной лучших результатов использования ПГЭР в извлечении БАВ из растительного сырья, является повышение растворимости веществ, обладающих биологической активностью в ПГЭР. Например, исследования растворимости рутина и берберина в ПГЭР показали, что растворимость рутина улучшается в эвтектическом растворителе, состоящем из пролина и глутаминовой кислоты в соотношении 2:1 по сравнению с водой, а берберина в разных ПГЭР, на основе пролина [6]. С повышением растворимости активных природных и фармацевтических ингредиентов (АФИ) связано улучшение их биодоступности. В работе [7] установлено

улучшение биодоступности рутина и берберина в составе соответствующих пролин содержащих эвтектических растворителей. Этот эффект может быть связан с тем, что формула ПГЭР позволяет вводить берберин и рутин в виде раствора, более доступного для всасывания желудочно-кишечным трактом.

Особым достоинством экстрактов, полученных с помощью NADES на основе сахаров и аминокислот нужно считать возможность их использования непосредственно в косметических и фармацевтических целях без удаления растворителя, после оценки их цитотоксичности.

Таким образом, использование ТГЭР, как и экстрактов, полученных с помощью ПГЭР на основе аминокислот и сахаров для улучшения биодоступности различных лекарств и природных биоактивных соединений представляют собой широкое поле для исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта фонда РНФ (22-73-10039). Научные исследования частично выполнялись в ресурсном центре "Методы анализа состава вещества" СПбГУ.

Список источников

1. Tomé L I. N., Baião V., da Silva W. [et al.]. Deep Eutectic Solvents for the Production and Application of New Materials // Applied Materials Today. 2018. Vol. 10. P. 30–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2017.11.005>.
2. Usmani Z., Sharma M., Tripathi M. [et al.]. Biobased natural deep eutectic system as versatile solvents: Structure, interaction and advanced applications // Science of the Total Environment. 2023. Vol. 881. Article number: 163002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163002>.
3. Wang W., Yang X., Tang Y. [et al.]. The total tannins of *Geum japonicum* Thunb. var. *chinense* extracted by green and natural deep eutectic solvent: Extraction optimization, component identification and hypoglycemic activity // Industrial Crops and Products. 2024. Vol. 222, P. 2. Article number: 119679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119679>.
4. Wang T., Jiao J., Gai Q.-Y. [et al.]. Enhanced and green extraction polyphenols and furanocoumarins from Fig (*Ficus carica* L.) leaves using deep eutectic solvents // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2017. Vol. 145 P. 339–345. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2017.07.002>.
5. Yeow A. T. H., Hayyan A., Hayyan M. [et al.]. A comprehensive review on the physicochemical properties of deep eutectic solvents // Results in Chemistry.

2024. Vol. 7. Article number: 101378. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101378>.

6. Sut S., Faggian M., Baldan V. [et al.]. Natural Deep Eutectic Solvents (NADES) to Enhance Berberine Absorption: An In Vivo Pharmacokinetic Study // Molecules. 2017. Vol. 22, Iss. 11. Article number: 1921. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules22111921>.

7. Faggian M., Sut S., Perissutti B. [et al.]. Natural Deep Eutectic Solvents (NADES) as a Tool for Bioavailability Improvement: Pharmacokinetics of Rutin Dissolved in Proline/Glycine after Oral Administration in Rats: Possible Application in Nutraceuticals // Molecules. 2016. Vol. 21, Iss. 11. Article number: 1531. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21111531>.

Разработка технологии обогащенных структурированных продуктов на основе водных биоресурсов

Дубровина С. С., Гроховский В. А., Дубровин С. Ю., Ключников С. А.

*г. Мурманск, Мурманский арктический университет,
кафедра технологий пищевых производств, ssdubrovina21@gmail.com*

Аннотация. В статье представлена схема производства формованного обогащенного структурированного продукта из нежирного животного сырья водного происхождения, и желирующей основы, приготовленной на основе бульона, полученного при варке отходов от разделки объектов обработки. Представлены сведения о среднем химическом составе полученного продукта. Приведена технологическая схема изготовления нового пищевого продукта.

Ключевые слова: водные биоресурсы, структурообразователь, структурированные продукты

Development of enriched structured products technology based on aquatic biological resources

Dubrovina S. S., Grohovskij V. A., Dubrovin S. Yu., Kluchnikov S. A.

*Murmansk, Murmansk Arctic University,
Department of Food Production Technologies, ssdubrovina21@gmail.com*

Abstract. The article presents a scheme for the production of a molded enriched structured product from low-fat animal raw materials of aqueous origin, and a gelling base prepared on the basis of broth obtained by cooking waste from cutting processing facilities. Information on the average chemical composition of the resulting product is presented. The technological scheme of manufacturing a new food product is given.

Key words: aquatic bioresources, structure builder, structured products

Качество продуктов питания является одним из ключевых факторов, влияющих на продолжительность жизни населения. Соответственно, как и другие отрасли производства пищевых продуктов, рыбная промышленность ставит перед собой задачи по повышению эффективности использования сырья, расширению ассортимента выпускаемой продукции и повышению ее качества.

Таким образом, разработка нового высококачественного продукта на основе солено-сущеного полуфабриката водных биоресурсов и желирующей основы, отличающегося не только приятным вкусом, но и сочетающего другие привлекательные органолептические свойства, такие как форма,

внешний вид, структура, цвет является весьма перспективным направлением [1].

Способ производства формованного структурированного продукта из нежирного животного сырья водного происхождения, заключается в разделке гидробионтов на филе, посоле, высушивании при температуре до 40 °С, измельчении до размера частиц не более 0,7 мм, просеивании, смешивании с желирующей основой, приготовленной на бульоне, получаемом при варке отходов от разделки объектов обработки, включающей желатин марки П-220 в количестве около 10 % от массы основы, консерванты, пищевые красители (при необходимости) и водорастворимые витамины, макро- и микроэлементы [2–4].

Усредненный химический состав и энергетическая ценность готового продукта представлен в таблице 1.

Таблица 1 Средний химический состав 100 г продукции

Наименование продукта	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Вода, г	Минеральные вещества, г	Энергетическая ценность, кДж/ккал
ФорС из рыбы и креветки	20	1	–	76	3	380,9/90,0
ФорС из морского гребешка	18	1	2	76	3	380,9/90,0

Технологическая схема [5–6] изготовления опытных образцов формованного структурата (ФорС) представлена на рисунке 1.

Далее в ходе работы была изучена возможность замены пищевой соли заменителями и обогащения продукта БАВ, что направлено на повышение биологической ценности ФорС.

Количество хлористого натрия, поступающего с пищей в составе суточного рациона взрослого человека, не должно превышать 4,5–5 г. В то же время, среднесуточное потребление пищевой соли в РФ оценивается на уровне 10–11 г в сутки, что почти в два раза превышает норму.

В связи с этим в рамках проводимых исследований была предложена частичная замена пищевой соли разрешенной пищевой добавкой Е508 (хлорид калия). Хлорид калия, обладая выраженным соленым вкусом, является еще и желирующим агентом. В ТР ТС 029/2012 не введено ограничений по количеству данной пищевой добавки в составе продуктов питания, на основании чего в ходе эксперимента половина дозы пищевой соли была заменена на хлорид калия (0,75 г на 100 г готового продукта, что со-

ставляет около 10 % от суточной потребности взрослого человека в пересчете на ион калия). При проведении дегустации специалисты не отметили существенных изменений во вкусовых свойствах продукта, на основании чего был сделан вывод о возможности замены части хлорида натрия на пищевую добавку Е 508 при изготовлении структурированного продукта.

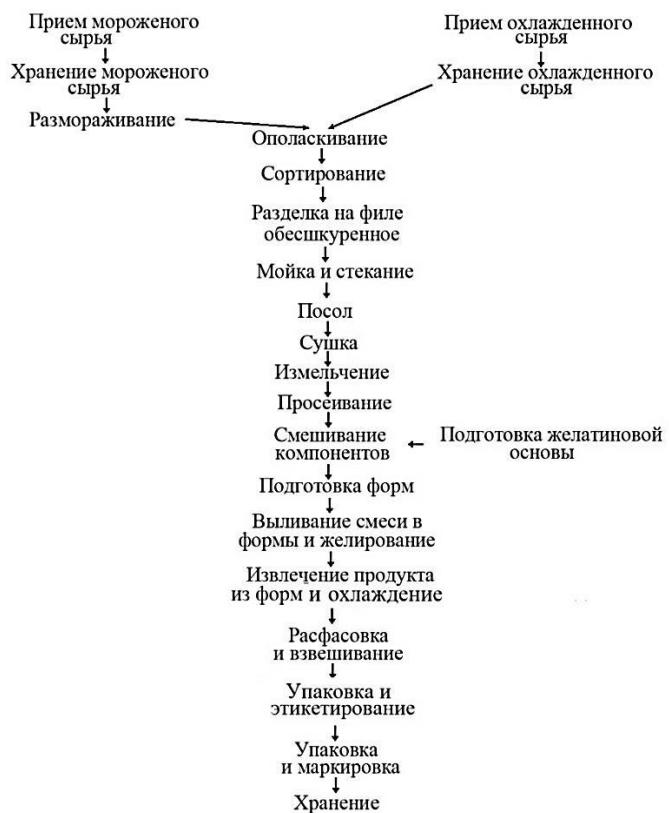


Рисунок 1 – Технологическая схема изготовления ФорС

С целью повышения биологической ценности готового продукта рассмотрена возможность его обогащения биологически активными веществами. Учитывая дефицит некоторых витаминов в сырье и материалах, используемых при изготовлении структурированного продукта, были проведены эксперименты по введению в раствор желатина (из расчета на 100 г готового продукта) как отдельных витаминов, так и их комплексов в количествах, соответствующих примерно 10 % от физиологической потребности взрослого человека. В соответствии с ТР ТС 021/2011 обогащенным считается продукт, в котором содержание биологически активного вещества (в расчете на 100 г) должно быть доведено до уровня не менее 5 % от суточного потребления.

На примере использования витаминов С (аскорбиновая кислота), В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В5 (пантотеновая кислота), В6 (пиридоксин), Н (биотин) показана возможность обогащения готового продукта биологиче-

ски активными водорастворимыми компонентами без изменения его органолептических свойств.

В настоящее время проводятся исследования по изучению возможности использования созданного структурата в качестве продукта или пищевой добавки в рационе продукции для спортивного питания.

Разработана технология изготовления формованного структурата (ФорС), которая позволяет на основе массовых видов биоресурсов получать экономически рентабельный и оригинальный по внешнему виду и вкусовым достоинствам продукт, обогащенный ценными ингредиентами. Решена задача по увеличению ассортимента продукции из промысловых гидробионтов путем получения пищевого продукта с высокими биологической ценностью и функционально-технологическими свойствами, пре-восходными органолептическими характеристиками. Высокая биологическая ценность достигается за счет использования белковых веществ гидробионтов животного происхождения и обогащения продукта водорас-творимыми биологически активными веществами.

Список источников

1. Данкбарас И. В. Разработка технологии производства рыбы в желейной заливке с использованием казеината : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2006. 123 с.
2. Низковская О. Ф., Гроховский В. А. Создание нового формованного продукта из гидробионтов функционального назначения // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 75–77. EDN: KZSWRH.
3. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб / сост. В. П. Быков [и др.] ; под ред. В. П. Быкова. М. : ВНИРО, 1998. 223 с.
4. Куранова Л. К., Дубровин С. Ю. Создание аналоговой продукции с заданными свойствами, имитирующей мускул морского гребешка // Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 88–90. EDN: KZSEOD.
5. Николаев Д. А., Дубровин С. Ю., Куранова Л. К. Разработка нового вида структурированного рыбного продукта // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 8 апреля 2016 г. : в 2 ч. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. Ч. 2. С. 53–58. EDN: WZGPFL.
6. Богданов В. Д., Якуш Е. В., Ольховая Л. П. [и др.]. Унифицированная рыбная масса для производства формованных изделий // Рыбная промышленность. 2005. № 2. С. 24–27.

Условия оценки антимикробной активности растительных экстрактов

Исакова Е. А.

г. Апатиты, Научный центр медико-биологических исследований адаптации человека
в Арктике ФИЦ "Кольский научный центр" РАН,
Лаборатория медицинских и биологических технологий, e.isakova@ksc.ru

Аннотация. Биологически активные соединения растений, обладающие антимикробными свойствами, стали рассматриваться как альтернатива широко используемым антибиотикам. Однако на сегодняшний день отсутствует унифицированная методология по оценке антимикробного действия растительных экстрактов. Достоверность и интерпретация результатов исследования зависят от ряда условий: концентрации и объема растительных экстрактов, выбора растворителя, выбора и особенностей культивирования микроорганизмов, сроков учета результатов и др.

Ключевые слова: оценка антимикробной активности, растительные экстракты, достоверность результатов, методология

Conditions for assessing the antimicrobial activity of plant extracts

Isakova E. A.

Apatity, Research Centre for Human Adaptation
in the Arctic of the Federal Research Centre "Kola Science Centre" of the Russian Academy
of Sciences, Laboratory of Medical and Biological Technologies, e.isakova@ksc.ru;

Abstract. Biologically active plant compounds with antimicrobial properties have come to be considered as an alternative to widely used antibiotics. However, to date there is no unified methodology for assessing the antimicrobial action of plant extracts. The reliability and interpretation of the study results depends on a number of conditions: the concentration and volume of plant extracts, the choice of solvent, the choice and characteristics of microorganism cultivation, the timing of recording the results, etc.

Key words: evaluation of antimicrobial activity, plant extracts, reliability of results, methodology

В последние годы поиск антимикробных соединений растительного происхождения вызывает большой интерес среди ученых. Основной причиной тому является возникновение и широкое распространение антибиотико-резистентности и как следствие снижение эффективности антимикробной химиотерапии [1]. Биологически активные соединения растений, обладающие антимикробными свойствами, стали рассматриваться как альтернатива широко используемым антибиотикам. Результаты многих иссле-

дований по оценке антимикробной активности растительных экстрактов нельзя напрямую сравнивать из-за отсутствия стандартизации используемых антимикробных методов. Поэтому перед исследовательскими группами возникает необходимость унифицировать методологию по изучению антимикробного потенциала фитохимических веществ [2].

На сегодняшний день в международном сообществе широко используются методы Института клинических и лабораторных стандартов (CLSI) [3]. В РФ подобным аналогом выступают Клинические рекомендации [4]. Однако эти методы были разработаны для тестирования чистых антимикробных молекул, таких как антибиотики. Следовательно, необходима модификация имеющихся методик, прежде чем их можно будет использовать для тестирования растительных экстрактов. На основе многочисленных публикаций установлено, что для этой цели наиболее часто используют диско-диффузионный метод (ДДМ), метод луночной диффузии в агар (ЛДМ) и метод серийных разведений в жидкой питательной среде (бульоне) [2].

При постановке опытов по оценке антимикробной активности растительных экстрактов с целью получения достоверных результатов важно соблюдать ряд условий.

1. *Выбор растворителей растительных экстрактов.* Необходимо учитывать свойства и степень растворимости растительных метаболитов, экстрагируемых растворителями различной полярности [2]. В ходе эксперимента важно достичь полного растворения экстрактов в экстрагенте и необходимо избегать хелатирования экстракта с бактериальной культурой. В ходе работы с живыми объектами необходимо использовать нетоксичные / малотоксичные растворители (например, диметилсульфоксид). В последнее время приоритетной заменой традиционным растворителям считаются глубокие эвтектические растворители [5].

2. *Первоначальные концентрации тестируемых экстрактов.* Концентрации растительных экстрактов обычно выражают в мкг/мл (мг/мл; мг/л). Степень бактериальной активности препаратов оценивают величиной минимальной подавляющей (МПК) и минимальной бактерицидной (МБК) концентрации [3; 4] и выражают в тех же единицах измерения. На начальных этапах исследования растительные экстракты следует тестировать в высоких концентрациях с целью определения рабочего концентрационного диапазона. Согласно [6], "чистые" растительные компоненты обладают антимикробным эффектом, если их МПК находится в диапазоне от 100 до 1

000 мкг/мл, что на порядки слабее, чем у обычных антибиотиков (0,01–10 мкг/мл). Следовательно, богатый по компонентному составу тестируемый растительный экстракт, соединения которого могут обладать как синергическим, так и антагонистическим действием, следует брать в исходной концентрации значительно выше 1 мг/мл.

3. *Объем тестируемых экстрактов.* Многочисленные публикации свидетельствуют об отсутствии унификации используемых объемов растительных экстрактов. Чаще всего объем экстрактов на одну тестируемую пробу в зависимости от применяемого метода составляет от 10 до 100 мкл.

4. *Выбор штаммов микроорганизмов.* В качестве тест-объектов, как правило, используют грамположительные и грамотрицательные бактерии, реже – дрожжи и грибы [6]. Среди бактериальных культур используют высокочувствительные эталонные штаммы (из международных и региональных коллекций), полирезистентные штаммы, свежевыделенные клинические изоляты, а также выделенные из природных сред экологические штаммы микроорганизмов.

5. *Выбор питательных сред для культивирования микроорганизмов.* В составе питательных сред не должны содержаться вещества, подавляющие действие антибиотических препаратов. В наибольшей степени указанным требованиям для культивирования бактерий соответствует среда Мюллера-Хинтон [1; 3; 4].

6. *Величина посевной дозы.* В ходе эксперимента обычно используют взвесь суточной бульонной или агаровой культуры [2]. Бактериальную суспензию готовят по унифицированной методике [3; 4] с использованием стандарта мутности 0,5 Макфарланда, сравнивая растворы визуально, что является крайне субъективной оценкой. Нередко плотность бактериальной суспензии устанавливают по кривой роста бактериальных штаммов [7]. Все чаще плотность инокулята определяют с помощью микропланшетного анализатора иммуноферментных реакций на желаемой длине волны. При использовании диффузионных методов важно учитывать распределение и плотность бактерий на агаровой пластине: низкое количество инокулята может привести к ложной восприимчивости бактерий, а высокое – к ложной устойчивости [2].

7. *Условия культивирования.* Состав среды, время и температура инкубации зависят от конкретного вида микроорганизма. При оценке антимикробной активности тестируемые пробы обычно инкубируют при температуре 37 °С в течение 18–24 ч. Экологические бактериальные штаммы,

дрожжи и грибы инкубируют при 28 °С, период инкубации может достигать до 48–72 ч. [1; 3; 4].

8. *Интерпретация результатов.* Многие методы, используемые в фармакологии, основаны на анализе кривых концентрация-эффект. Результаты оцениваются в сравнении с известными антибиотиками и растворителем сухого растительного экстракта [1].

Статистически обработанные данные позволяют оценить преимущества / выявить недостатки использования растительных экстрактов перед существующими антибиотиками аналогичного спектра действия.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FMEZ-2023-0012.

Список источников

1. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общ. ред. Р.У. Хабриева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во Медицина : Изд-во Шико, 2005. 826 с.
2. Othman M., Loh H. S., Wiart C. [et al.]. Optimal methods for evaluating antimicrobial activities from plant extracts // Journal of Microbiological Methods. 2011. Vol. 84, Iss. 2. P. 161–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2010.11.008>.
3. CLSI (NCCLS). Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically; Approved Standard M7-A6. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, Pa, USA. 2003.
4. Рекомендации MAKMAX. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Версия 2021-01. Год утверждения (частота пересмотра): 2021 (пересмотр ежегодно). MAKMAX, 2021. 222 с.
5. Dai Y., van Spronsen J., Witkamp G.-J. [et al.]. Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology // Analytica Chimica Acta. 2013. Vol. 766. P. 61–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.12.019>.
6. Tegos G., Stermitz F. R., Lomovskaya O. [et al.]. Multidrug Pump Inhibitors Uncover Remarkable Activity of Plant Antimicrobials // Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 2002. Vol. 46, Iss. 10. P. 3133–3141. DOI: <https://doi.org/10.1128/aac.46.10.3133-3141.2002>.
7. Cappuccino J. G., Sherman N. The bacterial growth curve // In Microbiology: A Laboratory Manual. 7th ed. San Francisco (Calif.) : Pearson education, 2005. P. 156–158.

**Возможность применение экстрактов *Chamaenérion angustifolium* (L.)
на основе глубоких эвтектических растворителей
для получения инновационных функциональных напитков**

Койгерова А. А., Цветов Н. С.

г. Апатиты, Научный центр медико-биологических исследований адаптации человека
в Арктике ФИЦ "Кольский научный центр" РАН,
Лаборатория медицинских и биологических технологий, a.koygerova@ksc.ru

Аннотация. Глубокие эвтектические растворители (ГЭР) – класс принципиально новых веществ, завоевающих все большую популярность во многих областях промышленности, в том числе и фитохимической. Их применение связано с возможностью внедрять в производство, полученные при их помощи растительные экстракты, без дополнительной очистки от экстрагента.

Ключевые слова: глубокие эвтектические растворители, *Chamaenérion angustifolium* (L.), экстракция, флавоноиды, функциональное питание

The possibility of using *Chamaenerion angustifolium* (L.) extracts based on deep eutectic solvents to produce innovative functional beverages

Koigerova A. A., Tsvetov N. S.

Apatity, Research Centre for Human Adaptation in the Arctic of the Federal Research Centre "Kola Science Centre" of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Medical and Biological Technologies, a.koygerova@ksc.ru

Abstract. Deep eutectic solvents (ГЭР) are a class of fundamentally new substances that are gaining popularity in many areas of industry, including phytochemicals. Their application is associated with the possibility of using plant extracts obtained with their help, for example, without additional purification from the extractant.

Key words: deep eutectic solvents, *Chamaenérion angustifolium* (L.), extraction, flavonoids, functional food

В последние годы среди населения возрастаёт спрос на функциональные продукты питания. В основном это связано с беспокойством жителей по поводу использования большого количества искусственных добавок, а так же в связи с динамично развивающимся направлением поддержания здорового образа жизни (ЗОЖ). Известно, что растения всегда оставались одним из главных источников таких продуктов. Эта тенденция требует от ученых более глубокой проработки темы по максимально эффективному извлечению биологически активных веществ (БАВ) из растительного сы-

ря для использования метаболитов растений в разработках создания инновационных функциональных напитков (ФН) на их основе.

Биологически активные вещества растений зачастую образуются в процессе вторичного метаболизма – биосинтеза веществ, функцией которых является защита растений от действия экстремальных факторов. Поскольку Арктическая зона, характеризуется быстрыми и значительными сезонными климатическими изменениями, для северных растений метаболическая адаптация такого рода выражена ярче, чем у растений того же вида, произрастающих в умеренной зоне.

Развитие методов экстракции БАВ из растений связано во многом с применением новых растворителей. В частности, в 2000-х годах было открыто новое поколение растворителей – глубокие эвтектические растворители – жидкостей, состоящих из двух компонентов. Один из компонентов выступает в роли акцептора водородных связей. Это могут быть четвертичные аммониевые соли, например, хлорид холина. Второй компонент ГЭР – донор водородных связей. В качестве этого компонента могут выступать органические кислоты, многоосновные спирты, мочевина и другие соединения. Таким образом, количество различных комбинаций веществ, составляющих ГЭР достаточно велико. При этом состав ГЭР может быть абсолютно натурален и не требует дополнительной очистки полученных экстрактов. Кроме того, было доказано, что ГЭР на основе органических кислот и хлорида холина обладают хорошей экстракционной способностью и извлекают большое количество метаболитов из растительного сырья. [1; 2] Особое внимание уделяется ГЭР, имеющим в своем составе сахара. Такие растворители, как было показано, [3] достаточно эффективны, а в случае использования в пищевой промышленности, к тому же обладают хорошими вкусовыми качествами.

Одним из примеров применения ГЭР является извлечение метаболитов из *Chamaenérion angustifolium* (L.), иван-чая узколистного (рисунок 1) [4; 5].

Иван-чай узколистный – это многолетнее травянистое растение, относящееся к семейству кипрейные (*Onagraceae*). В нем содержится много фенольных кислот, флавоноидов, их производных, эллаготанинов, тритерпенов и т. д. В результате фитохимических исследований кипрея установлено, что в нем содержится около 250 различных метаболитов, из которых, в настоящее время, подробно изучено только 170 [6]. При этом экстракты *C. angustifolium* обладают мощной антибактериальной активностью, изби-

рательно ингибируя, бактерии патогенной кишечной палочки, при этом, не влияя на полезную микробиоту кишечника человека. Так же экстракты *C. angustifolium* малотоксичны, в них не содержится сильнодействующих и ядовитых веществ [7]. Эти данные свидетельствуют о том, что растительное сырье листьев иван-чая можно использовать в качестве основы для создания инновационных функциональных продуктов питания. При этом важно отметить, что применение в качестве экстрагентов глубокие эвтектические растворители позволит получать необходимы продукты без дополнительных этапов очистки, и отгонки экстрагента. Так же важно учитывать, что синтез готовых ГЭР может происходить из компонентов, прошедших всю необходимую стандартизацию и заявленных в качестве пищевых. Исследователь сам может выбирать компоненты для приготовления ГЭР, тем самым регулируя свойства самого экстрагента и выход целевых показателей.



Рисунок 1 – *Chamaenérion angustifolium* (L.)¹

¹ Источник:

http://oldboy.icnet.ru/SITE_2103/MY_SITE/My_rast/Chamaenerion_angustifolium/Chamaenerion_angustifolium.htm

Работа выполнена в рамках тем НИР № FMEZ- 2023-0012 и НИР "Разработка и производство пищевых продуктов, обогащенных йодом ламинарии беломорской" по договору № Д-1357.2024 от 15.10.2024 г.

Список источников

1. Tsvetov N., Pasichnik E., Korovkina A. [et al.]. Extraction of Bioactive Components from *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. with Choline Chloride and Organic Acids Natural Deep Eutectic Solvents // *Molecules*. 2022. Vol. 27, Iss. 13. Article number: 4216. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27134216>.
2. Tsvetov N., Sereda L., Korovkina A. [et al.]. Ultrasound-assisted extraction of phytochemicals from *Empetrum hermafroditum* Hager. using acid-based deep eutectic solvent: kinetics and optimization // *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022. Vol. 12(S1). P. 145–56. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02299-2>.
3. Obluchinskaya E. D., Pozharitskaya O. N., Zakharova L. V. [et al.]. Efficacy of Natural Deep Eutectic Solvents for Extraction of Hydrophilic and Lipophilic Compounds from *Fucus vesiculosus* // *Molecules*. 2021. Vol. 26, Iss. 14. Article number: 4198. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26144198>.
4. Pasichnik E. A., Paukshta O. I., Nikolaev V. G. [et al.]. Extraction of bioactive components from *Chamaenerion angustifolium* (L.) herb growing in Kola Peninsula using deep eutectic solvents // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Information Technologies, Automation Engineering and Digitization of Agriculture*. 2022. Vol. 981. Article number: 032080. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/3/032080>.
5. Koigerova A. Estimation of efficiency of ultrasonic extraction using deep eutectic solvents for extraction of biologically active compounds from plant raw materials // *E3S Web of Conferences*. 2024. Vol. 486. Article number: 04012. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448604012>. IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-IX 2023).
6. Антоненко М. С., Зуйкова Е. Ю., Дул В. Н. [и др.]. Особенности накопления флавоноидов в сырье кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium* L.) в зависимости от происхождения и морфологической группы сырья // *Овощи России*. 2023. № 1. С. 38–43. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-38-43>. EDN: URKPVC.
7. Kowalik K., Polak-Berecka M., Prendecka-Wróbel M. [et al.]. Biological Activity of an *Epilobium angustifolium* L. (Fireweed) Infusion after In Vitro Digestion // *Molecules*. 2022. Vol. 27, Iss. 3. Article number: 1006. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27031006>.

К вопросу разработки технологии новых пищевых продуктов на основе икры морских ежей

***Куранова Л. К., Гроховский В. А., Бражная И. Э.,
Скрипова О. Е., Ромашов В. К.***

*г. Мурманск, Мурманский арктический университет,
кафедра технологий пищевых производств, kuranovalk@mauniver.ru*

Аннотация. В статье представлены сведения о химическом составе, содержании основных биологически активных веществ, энергетической ценности икры морского ежа. Приведены результаты разработки ингредиентного состава молочных и растительных соусов и технологии нового вида пищевой продукции из икры морского ежа в соусах. Даны рекомендации по использованию вновь разработанной продукции в качестве гарниров к различным блюдам.

Ключевые слова: морской еж, икра, биологически активные вещества, продукция в соусах

On the development of technology for new food products based on sea urchin caviar

***Kuranova L. K., Grohovskij V. A., Brazhnaya I. E.,
Skripova O. E., Romashov V. K.***

*Murmansk, Murmansk Arctic University,
Department of Food Production Technologies, kuranovalk@mauniver.ru*

Abstract: The article provides information on the chemical composition, content of main biologically active substances, and energy value of sea urchin caviar. The results of the development of the ingredient composition of dairy and vegetable sauces and the technology of a new type of food product from sea urchin caviar in sauces are presented. Recommendations are given for the use of newly developed products as side dishes for various dishes.

Key words: sea urchin, caviar, biologically active substances, products in sauces

Известно, что пищевое сырье водного происхождения имеет значительное преимущество по сравнению с наземным, ввиду разнообразия биоресурсов, характеризующихся различным химическим составом, наличием ценных веществ, отсутствующих или редко встречающихся в наземном сырье. В этой связи, нерыбные объекты активно используются для получения продуктов рационального, сбалансированного, диетического и специального питания.

Икра морских ежей содержит биологически активные вещества, имеет большой антиоксидантный потенциал, доказано и ее противовоспалительное действие. Белок гонад содержит 17 аминокислот, в составе икры присутствуют также сульфатированные полисахариды, витамины А, Д, Е, В1, В2, В12, К, РР, физиологически важные макроэлементы: железо, цинк, калий, натрий, кальций, а также микроэлементы: медь, магний, хром, марганец, кобальт и йод, количество которых в 50–100 раз выше, чем у наземных животных. Липидный комплекс икры включает насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты [1–4]. Химический состав и калорийность икры морского зеленого ежа (*Strongylocentrotus droebachiensis*) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и калорийность икры морского ежа [1]

Показатель	Вода, г/100г	Белок, г/100г	Жир, г/100г	Углеводы, г/100г	Калорийность, ккал/100г
Значение	79,4	13,8	4,3	2,5	104

Высокая пищевая и биологическая ценность и растущий спрос на икру морских ежей на внутреннем и международном рынках, с одной стороны, и слишком специфические и не для всех привлекательные ее вкусовые свойства, с другой стороны, являются предпосылками разработки технологии производства продукции на основе икры ежей, привлекательной и в гастрономическом плане.

Развитие рынка соусов обеспечено постоянным интересом покупателей к новым вкусам. В 2017–2018 годах россияне увеличили покупки соусов и специй: так, продажи пасты в современной торговле выросли на 3,5 %, соусов – на 4,9 %, специй – на 2,2 % [5]. Именно благодаря применению соуса можно изменить гармонию вкуса, цвета и аромата одного и того же продукта. Соус может как "поправить", и облагородить готовое блюдо, так и, напротив, изменить его до высококалорийного "нездорового" продукта [6].

В этой связи проведение поисковых работ по созданию технологии новых видов пищевой продукции "Икра морского ежа в различных соусах" – актуальная задача.

Научные исследования включали как разработку ингредиентного состава соусов в ассортименте, так и технологию нового вида готовой продукции из икры морского ежа в соусах. В научно-исследовательской лабо-

ратории пищевых технологий кафедры ТПП разработаны и обоснованы рецептуры изготовления соусов с учетом цветовых и вкусовых качеств будущего продукта: шоколадный, брусничный, сливочный, из авокадо.

Продукцию из икры морского ежа в соусах изготавливали методом гомогенизации в эмульситаторе в различных соотношениях икры ежа и соуса. Установлены основные технологические параметры процесса изготовления и оптимизированы рецептуры как соусов, так и готовой продукции.

Органолептические свойства готовой продукции оценивались группой независимых дегустаторов. В таблице 2 представлены результаты дегустации продукции "Икра морского ежа в соусах" и даны рекомендации по направлениям ее использования.

Таблица 2 – Органолептическая оценка разработанной продукции

№ п/п	Ассортимент продукта	Характеристика продукта	Рекомендации по использованию
1	"Икра морского ежа в сливочном соусе"	Вкус – неярко выраженный солоновато-йодный привкус Цвет – теплый бежевый Консистенция – однородная, средней густоты Аромат – сливочный	Предложено использовать продукт к рыбным блюдам
2	"Икра морского ежа в брусничном соусе"	Вкус – сладкий с привкусом морских ежей. Цвет – красно-розовый Консистенция – жидкая, однородная с небольшими включениями Аромат – бруснично-ягодный	Предложено использовать продукт к мясным блюдам
3	"Икра морского ежа в соусе авокадо"	Вкус – кисло-сладкий с привкусом икры ежей Цвет – ярко-зеленый Консистенция – жидкая, однородная с небольшими включениями Аромат – специфический, характерный для авокадо	Предложено использовать продукт к широкому спектру блюд с учетом вкусовых предпочтений
4	"Икра морского ежа в шоколадном соусе"	Вкус – шоколадный с солоновато-йодным привкусом Цвет – темно-коричневый Консистенция – однородная, средней густоты Аромат – характерный для темного шоколада	Предложено использовать продукт к десертам

Обоснована целесообразность, разработана технология, предложены рецептуры и даны рекомендации по использованию нового вида продукции "Икра морского ежа в соусах". Работы предполагается продолжить в направлении расширения ассортимента, исследования биохимических свойств, подбора упаковки и режима пастеризации, определения сроков и условий хранения разработанной продукции.

Выражаем благодарность генеральному директору ООО "МП-ГРУППА" Димовой Виктории Витальевне за предоставленные образцы икры морского ежа.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20058, <https://rscf.ru/project/24-26-20058/>, а также при реализации Соглашения № 199 от 03.05.2024 г. между Минобрнауки Мурманской области и ФГАОУ ВО "МАУ".

Список источников

1. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т. К. Лебская [и др.] ; отв. ред. Ф. М. Трояновский. 2-е изд., доп. Мурманск : ПИНРО, 1998. 150 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов : учебник для вузов / Артюхова С. А. [и др.] ; под ред. А. М. Ершова. 2-е изд. М. : Колос, 2010. 1063 с.
3. Пивненко Т. Н., Дроздова Л. И., Загородная Г. И. Функциональный комбинированный продукт из медузы *Rhopilema asamushi* и икры морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Известия ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 303–312. EDN: PWWJDX.
4. Крыжановский С. П. Биологически активные вещества морских ежей – основа для разработки лекарственных препаратов и фармацевтических субстанций // Сибирский научный медицинский журнал. 2013. Т. 33, № 2. С. 39–48. EDN: RHUAYV.
5. Анализ рынка соусов в России в 2019–2023 гг., прогноз на 2024-2028 гг. Структура розничной торговли // БизнесСтат : сайт. URL: https://businesstat.ru/images/demo/sauces_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 15.05.2024).
6. Фурс И. Н. Технология производства продукции общественного питания / И. Н. Фурс. Мн. : Новое знание, 2002. 799 с.

Исследование качества нового вида пастеризованной продукции из икры морских ежей

**Новожилов М. П., Ершов М. А., Куранова Л. К.,
Живлянцева Ю. В., Федоренко М. С.**

*г. Мурманск, Мурманский арктический университет,
кафедра технологий пищевых производств, kuranovalk@mauniver.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты разработки нового вида пастеризованной продукции "Икра морского ежа зернистая пастеризованная" и приведены данные, характеризующие ее качество и микробиологическую безопасность.

Ключевые слова: морской еж, икра зернистая пастеризованная, качество, безопасность

Research on the quality of a new type of pasteurized products from sea urchin caviar

Novozhilov M. P., Ershov M. A., Kuranova L. K.,

Zhivlyantseva Yu. V., Fedorenko M. S.

*Murmansk, Murmansk Arctic University,
Department of Food Production Technologies, kuranovalk@mauniver.ru*

Abstract. The article presents the results of the development of a new type of pasteurized product "Granular pasteurized sea urchin caviar" and provides data characterizing its quality and microbiological safety.

Key words: sea urchin, granular pasteurized caviar, quality, safety

Многие морепродукты обладают высокой пищевой ценностью, так как отличаются сбалансированным составом незаменимых аминокислот, широким спектром минеральных соединений и другими биологически активными веществами, которые находят применение как в питании населения, так и в лечебно-профилактических целях. Морские ежи – одни из таких ценных морепродуктов.

Из известных около 1 000 видов морских ежей в мире в настоящее время добывают не более 15 видов. Морской зеленый еж (*Strongylocentrotus droebachiensis*) наиболее популярный вид мирового промысла морских гидробионтов, который широко распространен в Баренцевом море (рисунок 1).



Рисунок 1 – фото ежей (фотография авторов)

Пищевую ценность морского ежа представляют гонады, так называемая икра.

Из пищевой продукции на основе икры морских ежей известны пасты, соусы, порошки, приправы, а также новый вид продукции "Зернистая икра морского ежа", изготавливаемый из охлажденных гонад [1], сохраняющий все химические и биохимические свойства исходного продукта и его основные органолептические характеристики, отличающийся лишь размером икринок: диаметр зернистой икры составляет 2,0–5,0 мм, тогда как диаметр икринки в ястыках не превышает 1,0 мм.

Однако, срок хранения этого вида продукции при температуре 1–5 °C не превышает 3–5 дней.

Для продления срока годности зернистой икры морского ежа, с одной стороны, и минимизации потерь нативных свойств продукта, с другой стороны, авторами предложено использовать метод пастеризации продукта. Пастеризованные консервы – продукты, укупоренные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке при температуре не выше 100 °C, обеспечивающей гибель нетермостойкой, неспорообразующей микрофлоры, уменьшающей количество спорообразующих микроорганизмов и гарантирующей микробиологическую стабильность и безопасность продукта в течение ограниченного срока хранения при температурах не выше 6 °C, в соответствии с требованиями нормативной и технической документации.

В ходе выполнения исследований проведены работы по разработке режима пастеризации нового вида продукции из икры морского ежа:

– выбрана оптимальная тара для фасовки продукта: стеклянная банка вместимостью 30 см³ (нетто продукта 25 г) и стеклянная банка вместимо-

стью 50 см³ (нетто продукта 40 г) с завинчивающейся методом "твист-офф" крышкой, установлена необходимость использованием вакуума при герметизации банок;

- подобран режим пастеризации полуконсервов;
- рассчитан пастеризующий эффект для изготовления полуконсервов в зависимости от вида используемой тары и ее наполнения, который превышал нормативный на 27–73 %.

Проведена сравнительная оценка качества исходной и разработанной пастеризованной продукции по комплексу показателей, характеризующих органолептические свойства. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели качества "Охлажденной икры морского ежа", "Зернистой икры морского ежа" и "Пастеризованной зернистой икры морского ежа"

Наименование показателя	Вид продукта			
	Охлажденная икра морского ежа	Мороженая икра морского ежа	Зернистая икра морского ежа	Пастеризованная зернистая икра морского ежа
Внешний вид	Икра в ястыках, ястыки икры целые, с четкими краями	Икра мороженая (после размораживания) – в виде отдельных ястыков или вязкой массы с включением отдельных кусочков ястыков без жидкого отстоя	Поверхность икры чистая, естественной окраски, икринки чистые, целые	Поверхность икры чистая, естественной окраски, икринки чистые, целые
Размер икринки, см	0,07	0,07	От 0,2 до 0,5	От 0,2 до 0,5
Запах	Свойственный охлажденной икре морского ежа, с легким запахом свежего огурца, без постороннего запаха	Свойственный охлажденной икре морского ежа без постороннего запаха	Свойственный охлажденной икре морского ежа	Ослабленный аромат охлажденной икры морского ежа

Окончание табл. 1

Наименование показателя	Вид продукта			
	Охлажденная икра морского ежа	Мороженая икра морского ежа	Зернистая икра морского ежа	Пастеризованная зернистая икра морского ежа
Цвет	Лимонный, желтый или оранжевый – с различными оттенками	Лимонный, желтый или оранжевый – с различными оттенками	От светло-желтого до светло-оранжевого	От бледно-желтого до бледно-оранжевого
Консистенция	Консистенция ястыков икры плотная, сочная	Консистенция ястыков икры (после размораживания) – мягкая или ма-жущаяся	Консистенция икринок плот-ная, упругая.	Консистенция икринок плот-ная, упругая.
Вкус	Свойственный охлажденной икре морских ежей, сладковатый, со слабым привкусом йода	Свойственный охлажденной икре морских ежей, сладковатый, со слабым привкусом йода	Слегка солоноватый со слабым привкусом йода – свойственный слабосоленой икре морского ежа	Слегка солоноватый со слабым привкусом йода – свойственный слабосоленой икре морского ежа
Наличие посторонних примесей (в потребительской упаковке)	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

В таблице 2 представлены результаты исследования химического состава пастеризованной зернистой икры, в таблице 3 – результаты микробиологического исследования качества полуконсервов на соответствие требованиям технических регламентов [2; 3].

Таблица 2 – Химический состав и калорийность полуконсервов "Пастеризованная зернистая икра морского ежа"

Показатель	Вода, г/100 г	Белок, г/100 г	Жир, г/100 г	Углеводы, г/100 г	Калорийность, ккал/100 г
Значение	84,60	5,55	6,40	3,45	94

Таблица 3 – Микробиологическая оценка безвредности полуконсервов "Пастеризованная зернистая икра морского ежа"

Наименование показателя	Норматив согласно ТР ТС 040/2016 (полуконсервы пастеризованные из рыбы в стеклянной упаковке)	Результат исследований
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)	не более 2×10^2 КОЕ/г	$1,2 \times 10^2$
бактерии группы кишечных палочек (coliформы) (БГКП)	не допускаются в 1 г продукции	Не обнаружено
<i>B. cereus</i>	не допускаются в 1 г продукции	Не обнаружено
сульфитредуцирующие клостридии	не допускаются в 1 г продукции	Не обнаружено
<i>S. aureus</i> и другие коагулазо- положительные стафилококки	не допускаются в 1 г продукции	Не обнаружено

Исследования предполагается продолжить в направлении определения срока годности и условий хранения полуконсервов "Пастеризованная зернистая икра морского ежа" с целью разработки нормативно-технической документации для организации промышленного выпуска продукции, а также изучению возможности использования этого продукта в качестве пищевой добавки для продукции спортивного питания.

Выражаем благодарность директору ООО "Баренцморепродукт" Артемьеву Юрию Александровичу за предоставленные образцы продукции "Зернистая икра морского ежа".

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20058, <https://rscf.ru/project/24-26-20058/>, а также в соответствии с Соглашением № 199 от 03.05.2024 г. между Минобрнауки Мурманской области и ФГАОУ ВО "МАУ".

Список источников

- Способ получения зернистой икры морских ежей : пат. 2732494 Рос. Федерации / Ю. А. Артемьев, Р. Ю. Артемьев ; № 2019114441 ; заявл. 08.05.2019 ; опубл. 17.09.2020, Бюл. № 26.
- ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции".
- ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции".

**Ресурсосберегающие биотехнологии для получения экологически
безопасных органических солей кальция
из вторичного сырья гидробионтов**

Пожаритская О. Н., Облучинская Е. Д.

г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт,
лаборатория зообентоса, olgapozhar@mail.ru

Аннотация. Исследованы соли кальция из панцирьсодержащих отходов ракообразных (головогрудь с внутренностями и панцирь), полученные реакцией деминерализации растворами органических кислот в мягких условиях. Установлено высокое содержание кальция в готовом продукте. Предложен функциональный продукт питания в виде обогащенного кальцием молока в качестве дополнительного источника кальция.

Ключевые слова: ракообразные, панцирьсодержащие отходы переработки креветок, органические соли кальция, функциональные продукты питания

**Resource-saving biotechnologies for obtaining environmentally friendly
organic calcium salts from secondary raw materials of hydrobionts**

Pozharitskaya O. N., Obluchinskaya E. D.

Murmansk, Murmansk Marine Biological Institute,
Zoobenthos laboratory, olgapozhar@mail.ru

Abstract. Calcium salts from shell-containing waste of crustaceans (cephalothorax and shell) obtained by reaction demineralization with solutions of organic acid under mild conditions were studied. The high calcium content in the finished product was determined. Functional food product in the form of calcium-enriched milk as an additional source of calcium was proposed.

Key words: crustaceans, shell-containing waste from shrimp processing, organic calcium salts, functional food products

Производство и потребление морепродуктов в мире растет, согласно отчету IMARC, рыночная стоимость креветок в 2021 году составила 62,8 млрд долларов США. По прогнозам, в 2027 году она увеличится до 84,2 млрд долларов США, а совокупный годовой темп роста составит 4,8 % в период 2022–2027 годов [1]. В России за период с 2008 по 2013 годы вылов креветок составлял порядка 9 000–10 000 тонн в год, а затем начал стабильно расти. По итогам 2019 промысел превысил 42 000 тонн в год. Основными промысловыми видами креветок в России являются северная (*Pandalus borealis* Krøyer, 1838) и гребенчатая (*Pandalus hypsinotus*

Brandt, 1851). В Баренцевом море за период с января по сентябрь 2020 года было выловлено 18,7 тыс. тонн креветок [2]. Образующиеся отходы при промышленной переработке креветок достигают 50–70 % от массы креветки-сырца. При этом отсутствует контролируемая утилизация, что вызывает экологические проблемы: панцири креветок сжигают, оставляют гнить на сушке, сушат на корм домашним птицам или просто сбрасывают обратно в море.

Известно, что панцирь-содержащее сырье ракообразных характеризуется высоким содержанием уникальных биологически активных веществ различных классов. Основными минеральными компонентами в панцирях креветок являются кальций и фосфор, на долю которых приходится около 44,75 и 7,06 % общего содержания минералов [3]. Таким образом, панцири креветок являются недооцененным природным источником кальция, который может быть подходящим сырьем для производства кальция.

Целью данной работы – разработка нового эффективного способа получения кальцийсодержащего продукта, обогащенного биоминеральным комплексом, из отходов переработки креветок и создание продукта на его основе.

Для получения малат-цитратата кальция из голов и панцирей промысловых креветок *Pandalus borealis* или *Pandalus hypsinotus* сырье после предварительной разделки промывают от остатков органического происхождения; сушат; измельчают, деминерализуют растворами кислот; отделяют нерастворившийся осадок; сушат [4].

Особенностью разработанной технологии является деминерализация сырья смесью лимонной и яблочной кислот. Концентрацию растворов кислот готовили исходя из их констант диссоциации, чтобы получить молярное соотношение кислоты и кальция 2:1. Экстракцию кальция проводили при нагревании смеси при (80 ± 5) °С в течение 2-х часов с периодическим перемешиванием. После завершения реакции смесь охлаждали до комнатной температуры, фильтровали через сетчатый фильтр и нейтрализовали избыток кислоты. Для получения более высокого содержания кальция в конечном продукте дополнительно осаждали малат-цитрат кальция этиловым спиртом.

Приготовление функционального продукта питания в виде обогащенного кальцием овсяного молока. Овсяное молоко смешивали с калия цитратом (0,67 г/100 мл), сахаром (3 г/100 мл) и морским кальцием (100 мг

Са/100 мл) для получения обогащенного овсяного молока с концентрацией кальция около 120 мг Са/100 мл, что аналогично коровьему молоку. Обогащенное овсяное молоко пастеризовали, разливали горячим в стеклянные бутылки, немедленно охлаждали на ледяной бане и хранили в холодильнике. Контрольную смесь готовили без добавления соли кальция.

Органолептическая приемлемость обогащенного и необогащенного овсяного молока была оценена 11 неподготовленными экспертами (3 мужчины и 8 женщин в возрасте 19–55 лет). Все образцы готовили накануне дня испытаний и хранили в холодильнике при температуре 4–8 °С. Девятивалльная гедонистическая шкала использовалась для оценки приемлемости общего вида, цвета, запаха, вкуса, ощущения во рту и общей приемлемости образцов. Шкала варьировалась от 1 до 9, где 1 – "очень не нравится", 5 – "ни нравится, ни не нравится", а 9 – "очень нравится".

Таблица 1 – Оценка органолептической приемлемости овсяного молока, обогащенного кальцием, приготовленного из панцирей и голов креветок

Органолептические показатели	Контрольная смесь	Обогащенное овсяное молоко
Внешний вид	6.8±1.2	6.5±0.9
Цвет	7.0±1.0	7.0±0.8
Запах	6.5±1.1	6.3±1.5
Вкус	6.9±1.0	7.3±0.6
Ощущение во рту	6.0±0.5	6.4±1.0
Общая приемлемость	6.1±0.8	6.7±0.9

Дальнейшие сравнения данных (таблица 1) показывают, что обогащенное молоко принадлежит к той же статистической совокупности для цвета, запаха, внешнего вида и вкуса, что и коммерческий продукт ($p > 0,05$). Согласно статистической обработки данных не было значимой ($p > 0,05$) разницы в уровне предпочтения для двух напитков (в целом, оценки по гедонистической шкале коммерческого и разработанного продуктов были 6,55 и 6,70, соответственно), что позволяет утверждать о приемлемости двух молочных напитков с общей оценкой "нравится". Таким образом, разработанный продукт, содержащий дополнительно биокальций из панцирных отходов креветок, обладает приемлемыми сенсорными свойствами, как и коммерческий продукт. 200 мл обогащенного кальцием молока (эквивалентно 240 мг элементарному кальция), обеспечивают 16 % потребности от суточной нормы кальция [5].

Таким образом, впервые предложена экстракция при константе диссоциации малат-цитрата кальция в одну стадию из отходов промысловых креветок, обеспечивающая высокий технологический выход и содержание кальция. Полученные данные могут быть применены для обогащения пищевых продуктов растворимыми солями кальция за счет повышения коэффициента использования морских биоресурсов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания Мурманскому морскому биологическому институту РАН (№ Гос. регистрации 124013000732-7).

Список источников

1. IMARC. Shrimp Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2022-2027. Glob. Shrimp Mark. Res. Rep. 2022-2027. Published online 2022. URL: <https://www.imarcgroup.com/prefeasibility-report-shrimp-processing-plant/requestsample>.
2. Российский рынок креветок: комплексный анализ и прогноз. Март, 2021. Analytic Research Group (ARG), 2021. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/12361>.
3. Mahmoud N. S., Ghaly A. E., Arab F. Unconventional Approach for Demineralization of Deproteinized Crustacean Shells for Chitin Production // American Journal of Biochemistry and Biotechnology. 2007. Vol. 3, Iss. 1. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2007.1.9>.
4. Способ получения морского биологического кальция из панцирных отходов креветки : пат. № 2802759 Рос. Федерация / Е. Д. Облучинская, О. Н. Пожарицкая, А. Н. Шиков ; № 2022133998 ; заявл. 22.12.2022 ; опубл. 01.09.2023, Бюл. № 25.
5. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076084>.

**Определение содержания суммы флавоноидов
в водных экстрактах соцветий представителей рода *Arnica* L.,
произрастающих в условиях интродукции**

Середа Л. Н.¹, Носатенко О. Ю.²

*г. Анадырь, ¹Научный центр медико-биологических исследований адаптации человека
в Арктике ФИЦ "Кольский научный центр" РАН,*

Лаборатория медицинских и биологических технологий, l.sereda@ksc.ru;

*²Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина ФИЦ
"Кольский научный центр" РАН*

Аннотация. Растения рода Арника (*Arnica* L.) – многолетние травянистые виды, широко применяемые в дерматологии благодаря синтезу значительного количества вторичных метаболитов. Методом ультразвуковой экстракции получены водные экстракты различных видов растений арники. Определено общее содержание флавоноидов. Полученные результаты могут быть использованы в фармацевтической и косметологической отраслях.

Ключевые слова: *Arnica* L., ультразвуковая экстракция, водные экстракты, флавоноиды, Арктика

**Determination of the amount of flavonoids in aqueous extracts
of inflorescences of representatives of the genus *Arnica* L.
growing under conditions of introduction**

Sereda L. N.¹, Nosatenko O. U.²

*Apacity, ¹Research Centre for Human Adaptation in the Arctic of the Federal Research
Centre "Kola Science Centre" of the Russian Academy of Sciences,*

Laboratory of Medical and Biological Technologies, l.sereda@ksc.ru;

*²Polar Alpine Botanical Garden-Institute Federal Research Centre
"Kola Science Centre" of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. Plants of the genus arnica (*Arnica* L.) are perennial herbaceous species widely used in dermatology due to the synthesis of a significant number of secondary metabolites. Aqueous extracts of various types of arnica plants were obtained by ultrasonic extraction. The total content of flavonoids has been determined. The results obtained can be used in the pharmaceutical and cosmetology industries.

Key words: *Arnica* L., ultrasound-assisted extraction, aqueous extracts, flavonoids, Arctic

Растения рода Арника (*Arnica* L.) семейства сложноцветные (*Asteraceae* Bercht. & J.Presl) – многолетние травянистые виды, произра-

тающий в лесах и на лесных лугах Западной и Центральной Европы [1], и успешно интродуцируемый на территории Арктической зоны Российской Федерации.

Благодаря значительному содержанию, каротиноидов, витаминов, терпеноидов, полифенольных кислот, флавоноидов, обладающих протекторной, сосудоукрепляющей, ранозаживляющей, противовоспалительной активностью [2], экстракты арники горной используются в косметологии в виде экстрактов в составе мазей и кремов [3]. Вследствие ее активного сбора в качестве лекарственного сырья, в настоящее время этот вид всходит Красный список Международного союза охраны природы [4]. В виду широкого применения и ценности арники горной, встает вопрос о необходимости выявления видов, не уступающих по содержанию фенольных соединений и создания сырьевой базы с целью обеспечения сырьем производства фитопрепаратов из растений арники.

Традиционно, для получения экстрактов из соцветий растений арники используют водно-спиртовую смесь с содержанием 70 об. % этанола [5], однако в соответствии с ПНСТ 331 – 2018 "Зеленые" стандарты. "Зеленая" продукция и "зеленые" технологии. Классификация, принятом 25.12.2018 г. и изменениями в ФЗ № 61 РФ "Об обращении лекарственных средств", принятыми 08.08.2024 г., использование традиционного этанола для получения фармацевтических препаратов на основе растительного сырья становится менее приемлемым, а предпочтение отдается в пользу нетоксичных растворителей.

Таким образом, целью настоящей работы, являлось определение общего содержания флавоноидных компонентов в водных экстрактах растений рода *Arnica*L., произрастающих в условиях интродукции.

Объектами исследования служили виды – арника горная (*Arnica montana*L.), арника Шамиссо (*Arnica chamissonis*Less.), арникаланцетная (*Arnica lanceolata*Nutt.), арника двойная (*Arnica sororia*Greene), арника мягкая (*Arnica mollis*Hook.), арника длиннолистная (*Arnica longifolia*D.C.Eaton), произрастающие на открытом интродукционном питомнике многолетних травянистых растений расположенным у подножия г. Вудъярчорр Хибинского горного массива территории Полярно альпийского ботанического сада-института им. А. Н. Аврорина ФИЦ КНЦ РАН в Кировском районе Мурманской области.

Подготовка растительного материала, экстрагирование и определение общего содержание флавоноидов проводились методом ультразвуковой экстракции биологически активных соединений водно-спиртовой смесью².

Химические анализы проводились в 3-кратной повторности. Расчеты производились в MS Excel 2021 (Microsoft, США).

В последние годы все большее внимание изучению полезных свойств растений арники уделяется не только в фармацевтической, но и в косметологической промышленности. Так, например, группой японских ученых [6] в ходе клинического исследования на людях, установлено, что гели, содержащие 1 % водного экстракта арники горной, ускоряют рост и дифференцировку подкожных предадипоцитов, способствующих увеличению упругости кожи и улучшению внешнего вида морщин. Однако, к представителям рода *Arnica* L. относятся и другие виды, превосходящие означенный вид по содержанию полифенолов и флавоноидов, что делает их перспективным источником биологически активных компонентов.

Результаты определения общего содержания флавоноидных соединений в соцветиях растений арники, представлены на рисунке 1. Видно, что сумма флавоноидов находится в диапазоне $(11,2 \pm 0,2) - (38,8 \pm 0,3)$ мг RE/г, минимальная концентрация определена в экстракте соцветий арники горной – $(11,2 \pm 0,2)$ мг RE/г, максимальная – $(38,8 \pm 0,3)$ мг RE/г – в арнике мягкой.

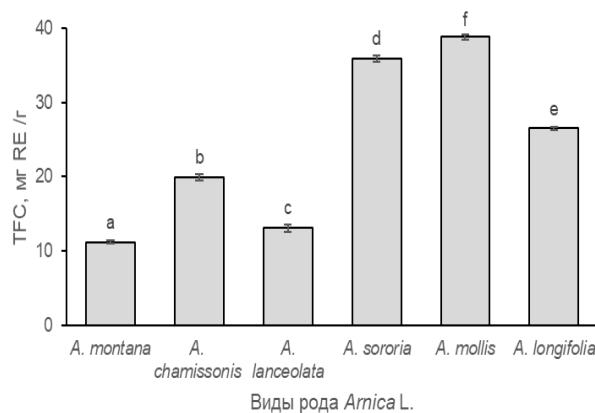


Рисунок 1 – Общее содержание флавоноидов в водных экстрактах соцветий *Arnica* L.

Как видно, значимое ($p \leq 0.05$) возрастание содержания флавоноидов в водных экстрактах различных видов растений арники наблюдается в ря-

² Середа Л. Н., Носатенко О. Ю., Цветов Н. С. Оптимизация метода ультразвуковой экстракции биологически активных соединений водно-спиртовой смесью из соцветий *Arnica montana* L., произрастающей на территории арктической зоны РФ в условиях интродукции // Химия растительного сырья. 2025. №1. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115372>

ду *Arnica montana* < *A. lanceolata* < *A. chamissonis* < *A. longifolia* < *A. sororia* < *A. mollis*.

Таким образом, в настоящей работе впервые проведен сравнительный анализ общего содержания флавоноидных соединений в водных экстрактах соцветий представителей рода *Arnica* L. культивируемых в условиях интродукции с наибольшим их содержанием в арнике мягкой (*Arnica mollis*).

Полученные результаты могут способствовать развитию технологий производства фитокомпонентов из соцветий растений арники, произрастающей на Кольском полуострове в условиях интродукции, для использования в фармацевтической и косметологической отраслях.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФИЦ КНЦ РАН FMEZ-2024-0012 и № FMEZ-2023-0012.

Список источников

1. Petrova M., Miladinova-Georgieva K., Geneva M. Influence of Abiotic and Biotic Elicitors on Organogenesis, Biomass Accumulation, and Production of Key Secondary Metabolites in Asteraceae Plants // International Journal of Molecular Sciences. 2024. Vol. 25, Iss.8. Article number: 4197. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms25084197>.
2. Klaas C. A., Wagner G., S. Laufer [et al.]. Studies on the Anti-Inflammatory Activity of Phytopharmaceuticals Prepared from Arnica Flowers // Planta Medica. 2002. Vol. 68, Iss. 5. P. 385–391. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2002-32067>.
3. Kriplani P., Guarve K., Baghael U. S. Arnica montana L. – a plant of healing: review // Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2017. Vol. 69, Iss. 8. P. 925–945. DOI: <https://doi.org/10.1111/jphp.12724>.
4. Кроль Т. А., Зиннатшина Л. В., Гатиатулина Е. Р., [и др.]. Состав и содержание фенольных соединений в различных фракциях экстракта надземной части *Arnica Foliosa* Nutt. // Химия растительного сырья. 2020. № 4. С. 139–147. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047448>.
5. ГОСТ 13399-89. Цветки арники. Технические условия. М., 1990. 11 с.
6. Sakamoto K., Watanabe C., Masutani T. [et al]. *Arnica montana* L. extract containing 6-*O*-methacryloylhelenalin and 6-*O*-isobutyrylhelenalin accelerates growth and differentiation of human subcutaneous preadipocytes and leads volumizing of skin // International Journal of Cosmetic Science. 2023. Vol. 45, Iss. 1. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1111/ics.12815>.

Исследование безопасности растительных экстрактов методами биотестирования

Смирнова М. В.

г. Апатиты, Научный центр медико-биологических исследований адаптации человека в Арктике ФИС "Кольский научный центр" РАН,
Лаборатория медицинских и биологических технологий, zbe3do4et@mail.ru

Аннотация. В статье показаны преимущества биотестирования растительных экстрактов на *Allium cepa* L. и *Drosophila melanogaster*. Кратко даны основные характеристики тест-моделей, перспективы их использования в токсикологических исследованиях экстрактов растений.

Ключевые слова: *Allium cepa*, растительные экстракты, токсичность, Аллиум-тест, Дрозофилы меланогастер, *Drosophila melanogaster*, Север

Investigation of safety of plant extracts by biotesting methods

Smirnova M. B.

Apacity, Research Centre for Human Adaptation in the Arctic of the Federal Research Centre "Kola Science Centre" of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Medical and Biological Technologies, zbe3do4et@mail.ru

Abstract. The article shows the advantages of biotesting of plant extracts on *Allium cepa* L. and *Drosophila melanogaster*. The main characteristics of test models, prospects of their use in toxicological studies of plant extracts are briefly given.

Key words: *Allium cepa*, plant extracts, *Drosophila melanogaster*, toxicity, Allium-test, North

Растения являются ценными источниками полезных веществ для медицинского применения [1].

Использование любого растения в медицинских целях может привести к негативным последствиям. Оценить возможные эффекты растительных экстрактов на живые организмы позволяют различные тест-системы. В настоящей работе рассматриваются два известных теста – Allium-тест на луке репчатом (*Allium cepa* L.) и тест на мухе дрозофиле чернобрюхой (*Drosophila melanogaster*).

Растения, наиболее часто используемые в биотестировании, включают фасоль (*Vicia faba* L.), лук (*Allium cepa* L.), кукурузу (*Zea mays* L.) и т. д. Аллиум-тест – это краткосрочный тест на модели *A. cepa*, обладающей многими преимуществами: низкая стоимость, простота в обращении, хорошее состояние хромосом для изучения повреждения хромосом или нарушения клеточного деления. Исследования токсичности растительных

экстрактов и химических соединений с помощью Allium-теста в настоящее время широко распространены [2; 3]. Цитотоксичность оценивается по показателю митотического индекса на 1 000 клеток в препарате ($МИ = \text{профазы} + \text{метафазы} + \text{анафазы} + \text{телофазы} \div 1\ 000 \times 100\%$), а воздействие токсикантов можно наблюдать на уровне хромосом посредством изменений в структуре хромосом (хромосомные аберрации) [3; 4]. Методика теста заключается в проращивании луковиц на опытных концентрациях экстрактов в различных растворителях в течение 72–96 часов с последующей фиксацией корней, их окрашиванием, приготовлением давленых препаратов и просмотром их на микроскопе.

Другой тестовой моделью для изучения экстрактов используется *Drosophila melanogaster*. Плодовая мушка является идеальной моделью для исследований цитотоксичности и генотоксичности из-за значительного количества генов, идентичных человеческим (более 60 %) и почти 75 % генов, имеющих функциональные гомологи и связанных с заболеваниями человека [5]. Как голометаболические насекомые дрозофилы проходят 4 различные стадии развития (яйцо, личинка, куколка и взрослая особь) общей продолжительностью около 10 суток при температуре 24–25 °C [6; 7]. Потенциальная токсичность различных химических веществ может быть оценена при откладке яиц имаго, вылуплении из них личинок, окукливании их в пупарии и выхода имаго, а также по продолжительности жизни взрослых особей [8].

Направление дрозофотоксикологии охватывает множество методологических подходов к использованию *Drosophila melanogaster* в качестве организма выбора в токсикологических исследованиях [9].

В литературе встречается методики "орошения" питательной среды и выкармливания дрозофил на среде с добавленным в нее экстрактом растения в растворителях (вода, этанол) в восходящих концентрациях. Мухи помещаются на откладку яиц с последующим их удалением и наблюдением за яйцами, личинками и новым поколением в течение 10–15 дней. Затем подсчитывается высота расположения пупариев над средой (в мм), соотношение полов, имаго просматриваются под микроскопом на наличие морфозов. Эти параметры считаются весьма чувствительными показателями состояния тест-объекта и широко используются в разных комбинациях [10]. Кроме того токсическое воздействие на дрозофилу может быть оценено по ее поведению (ухаживание, предпочтение партнера, уход за собой, циркадные ритмы, обучение и память, агрессия и исследование открытого пространства).

Список источников

1. Nadaf M., Joharchi M. R., Amiri M. S. Ethnomedicinal uses of plants for the treatment of nervous disorders at the herbal markets of Bojnord, North Khorasan Province, Iran // *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2019. Vol. 9, Iss. 2. P. 153–163. DOI: 10.22038/ajp.2018.11778.
2. Bhagyanathan N. K., Thoppil J. E. Pre-apoptotic activity of aqueous extracts of *Cynanchum sarcomedium* Meve & Liede on cells of *Allium cepa* and human erythrocytes // *Protoplasma*. 2016. Vol. 253. P. 1433–1438. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0898-y>.
3. Ribeiro I. A. Allium Test in Environmental Monitoring and Health: A simple and reliable onion root test to detect environmental and human health risks. *Novas Edições Acadêmicas*, 2018.
4. Bonciu E., Firbas P., Fontanetti C. S. [et al.]. An evaluation for the standardization of the *Allium cepa* test as cytotoxicity and genotoxicity assay // *Caryologia*. 2018. № 71, Iss. 3. P. 191–209. <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1503496>.
5. Bier E. *Drosophila*, the golden bug, emerges as a tool for human genetics // *Nature Reviews Genetics*. 2005. Vol. 6. P. 9–23. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrg1503>.
6. Affleck J. G., Walker V. K. *Drosophila* as a Model for Developmental Toxicology: Using and Extending the Drosophotoxicology Model // *Developmental Toxicology. Methods in Molecular Biology* / ed.: J. M. Hansen, L. M. Winn. Humana, New York, 2019. Vol. 1965. P. 139–153. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9182-2_103.
7. Experiments with *Drosophila* for Biology Course / S. C. Lakhotia, H. A. Ranganath. 1st ed. Indian Academy of Sciences, Bengaluru, India, 2021.
8. Hsu T., Schulz R. A. Sequence and functional properties of Ets genes in the model organism *Drosophila* // *Oncogene*. 2000. Vol. 19, P. 6409–6416. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1204033>.
9. Chifiriuc M., Ratiu A., Popa M. [et al.]. Drosophotoxicology: An Emerging Research Area for Assessing Nanoparticles Interaction with Living Organisms // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. Vol. 17, Iss 2. Article number: 36. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms17020036>.
10. Азарова С. В., Язиков Е. Г., Ильинских Н. Н. Оценка экологической опасности отходов горнодобывающих предприятий республики Хакасия с применением метода биотестирования // *Известия Томского политехнического университета*. 2004. Т. 307, № 4. С. 55–59. EDN: HOHYQV.