

ISSN 2222-4661



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 47

Том

47

1 • 2019



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 47

Том

47

Адрес редакции:
Россия, 690091, Владивосток,
ул. Светланская, 27
телефон: (423) 244-21-91
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

1 · 2019

Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. № 1 (т. 47)

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь – Т.В. Ломакина, начальник редакционно-издательского отдела

Редакционная коллегия:

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);

Г.С. Гаврилова, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;

О.А. Иванов, доктор биологических наук, зав. лабораторией прикладной биоценологии ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;

Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;

А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;

Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;

Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;

С.А. Бредихин, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;

Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет;

П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, ТОВВМУ им. С.О. Макарова;

А.М. Попов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;

С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;

С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

М.М. Розенштейн, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	5
<i>Дубина В.А., Плотников В.В., Круглик И.А., Дабижса М.К., Черномырдина И.Н., Ромашечкина Е.А.</i> Результаты экологического спутникового мониторинга юго-востока России в 2018 г.	5
<i>Казаченко В.Н., Матросова И.В., Калинина Г.Г., Рыбникова И.Г., Фещенко Н.В.</i> Паразитические копеподы рода <i>Jusheyus</i> (Crustacea: Copepoda) на новом хозяине и в новых районах	13
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	18
<i>Блинова А.Л., Макаренко Д.В.</i> Применение экспресс-методов микробиологических испытаний молочной продукции для оценки ее соответствия требованиям технических регламентов	18
<i>Глебова Е.В.</i> Автоматизация ветеринарного сопроводительного документооборота на предприятиях общественного питания	25
<i>Давидович В.В., Засимук В.А.</i> Использование структурообразующих компонентов из сырья водного происхождения в производстве кисломолочных продуктов	31
<i>Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М.</i> Обоснование способов обработки зостеры.....	37
<i>Полещук В.И., Полещук Д.В., Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н.</i> Технология соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси)	45
<i>Рыжкина Т.А.</i> Построение адаптивной модели контроля стохастического процесса.....	49
БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ	57
<i>Чанцин Тун, Синьяо Ли, Чэнчэн Цай, Сюань Ши, Вэй Ли.</i> Гепатопротекторное и гиполипидемическое действие напитка из яблочного уксуса с полисахаридами устриц	57

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	5
<i>Dubina V.A., Plotnikov V.V., Kruglik I.A., Dabija M.K., Chernomyrdina I.N., E.A. Romashechkina.</i> Results of environmental satellite monitoring of the southeast of Russia in 2018.....	5
<i>Kazachenko V.N., Matrosova I.V., Kalinina G.G., Rybnikova I.G., Feschenko N.V.</i> Parasitic copepods of the genus <i>Jusheyus</i> (Crustacea: Copepoda) on new host and in new areas	13
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	18
<i>Blinova A.L., Makarenko D.V.</i> Application of express methods of microbiological tests of dairy products to assess the conformity of technical regulations	18
<i>Glebova E.V.</i> The automated mercury system for the enterprises public catering.....	25
<i>Davidovich V.V., Zasimuk V.A.</i> Use of structuring compound components from raw material origin in the production of oxidum products	31
<i>Kovalev N.N., Pozdnyakova Yu.M.</i> Justification methods of zoster processing.....	37
<i>Poleshchuk V.I., Poleshchuk D.V., Maksimova S.N., Slutskaya T.N.</i> Technology of salted products from pacific sardine (ivasi)	45
<i>Ryzhkina T.A.</i> Construction of adaptive model of control of the stochastic process.....	49
BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY	57
<i>Changqing Tong, Xinyao Li, Chengcheng Cai, Xuan Shi, Wei Li.</i> Hepatoprotective and lipid-lowering effect of an apple vinegar beverage with oyster polysaccharides.....	57

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 502; 528.88

**В.А. Дубина^{1,2}, В.В. Плотников^{1,2}, И.А. Круглик², М.К. Дабижа²,
И.Н. Черномырдина², Е.А. Ромашечкина**

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ В 2018 г.

Приводятся наиболее значимые результаты экологического спутникового мониторинга Приморского края и исключительной экономической зоны Российской Федерации в Японском море в 2018 г. Применение современных спутниковых измерений позволило оценить масштабы катастрофического наводнения и картографировать затопленные территории на юго-западе Приморья, зарегистрировать нефтяные разливы с судов в зал. Петра Великого и механизмы поступления загрязняющих веществ через его морскую границу, определить районы интенсивного рыболовства и оценить рыболовный трафик в северо-западной части Японского моря.

Ключевые слова: Sentinel-1, Sentinel-2.

**V.A. Dubina, V.V. Plotnikov, I.A. Kruglik, M.K. Dabija,
I.N. Chernomyrdina, E.A. Romashechkina
RESULTS OF ENVIRONMENTAL SATELLITE MONITORING
OF THE SOUTHEAST OF RUSSIA IN 2018**

The most significant results of environmental satellite monitoring of Primorsky Krai and the exclusive economic zone of the Russian Federation in the Sea of Japan in 2018 are presented. The use of modern satellite measurements made it possible to estimate the scale of catastrophic floods and map the flooded areas in the south-west of Primorye, register oil spills from ships into the hall. Peter the Great and the mechanisms for the entry of pollutants through its sea border, identify areas of intensive fishing and assess the fishing traffic in the northwestern part of the Sea of Japan.

Key words: Sentinel-1, Sentinel-2.

Введение

Научные исследования в экологии и природопользовании проводятся в разных направлениях. Чтобы сконцентрировать силы и возможности, необходимо остановиться на отдельных наиболее востребованных в настоящее время задачах. Эффективно концентрацию научного потенциала и выбор актуальных направлений исследования можно реализовать путем создания творческих коллективов, объединенных в научные школы. В Дальрыбвтузе в области экологии исследования проводятся в рамках научной школы «Экологические проблемы Дальнего Востока» по проблеме «Экосистема Японское море: Оценка и моделирование абиотических факторов».

При решении любой научно-практической задачи исследователь опирается на комплекс исходных сведений, характеризующий состояние и поведение исследуемого объекта. Учи-

тывая пространственно-временные масштабы исследуемого объекта, накопление информации – довольно сложный процесс. В настоящее время он успешно реализуется только с привлечением разномасштабной спутниковой информации.

Спутниковые изображения используются для мониторинга опасных природных явлений и чрезвычайных антропогенных ситуаций: наводнений, землетрясений, крупных техногенных катастроф и др. На основе спутниковых данных исследуются факторы, влияющие на состояние и устойчивость прибрежных экосистем:

- пространственно-временные особенности мезомасштабных явлений (вихрей, фронтов, внутренних волн), которые определяют характер и интенсивность перемешивания в прибрежных районах [1], что особенно важно при планировании и для функционирования объектов марикультуры [2–3];
- особенности смешения речных и морских вод (речной сток является основным источником биогенных элементов и загрязняющих веществ в прибрежных морских экосистемах) [4];
- источники, масштабы и пути перемещения нефтяного загрязнения и мусора [1, 4];
- климатические характеристики и пространственно-временная изменчивость ледяного покрова [5].

В настоящей работе приводятся наиболее значимые результаты экологического спутникового мониторинга Приморского края и исключительной экономической зоны Российской Федерации в Японском море в 2018 г.

Объекты и методы исследования

В процессе экологического мониторинга используется вся доступная информация, принимаемая в видимом, инфракрасном (ИК) и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра с метеорологических и ресурсных спутников. К ним относятся спутники программ NOAA, Landsat, Sentinel, космические аппараты Terra, Aqua, Ресурс-П. Пространственное разрешение изображений варьирует от 0,6 м до 1 км, частота съёмки от 2 раз в сутки до одного раза в 16 дней. В видимом диапазоне получают высоко детальные изображения поверхности Земли (с разрешением несколько десятков сантиметров), но только днём и при отсутствии облачности. В инфракрасном диапазоне «видно» днём и ночью, но тоже без облаков. Облака почти прозрачны в микроволновом диапазоне, но пассивные приборы, работающие на этих длинах волн, имеют низкое пространственное разрешение – несколько километров и более. В настоящее время есть три основных вида активных микроволновых приборов – радаров: альтиметры (измеряют высоту уровня океана), скаттерометры (измеряют скорость и направление приводного ветра) и радиолокационные станции с синтезированной апертурой (РСА). С помощью последних можно так же, как в видимом диапазоне получать высоко детальные снимки земной поверхности, только в любое время суток и при любой погоде.

Поставленные задачи решаются путём комплексирования разнородных спутниковых данных и их совместного анализа с привлечением всей доступной подспутниковой гидрометеорологической информации, визуальных и инструментальных наблюдений, а также результатов численного гидродинамического моделирования.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время имеются обширные доступные (бесплатные) архивы спутниковых измерений за период с 1984 г. В ходе выполнения работ по изучению абиотических факторов экосистемы Японского моря проводится как оперативный, так и ретроспективный спутниковый мониторинг. На основе анализа архивных спутниковых наблюдений выявлены особенно-

сти трансграничного переноса поверхностных вод в северо-западной части Японского моря [1], рассмотрены механизмы поступления загрязняющих веществ в зал. Петра Великого через его морскую границу [4], исследованы пространственно-временные особенности мезомасштабных абиотических факторов в районах существующих и планируемых предприятий аквакультуры [2–3]. В настоящей работе приводятся результаты оперативного спутникового мониторинга.

Катастрофическое наводнение в Приморье в августе 2018 года

17 августа 2018 г. тропический циклон Rumbia (1818) в стадии шторма в районе Шанхая вышел на территорию Китая, сместился по континенту и через Жёлтое море и Корейский полуостров в виде трансформированного циклона с мощными фронтальными разделами 21 августа обрушился на Приморский край. Следом за ним на акваторию Японского моря сместились ещё два тропических циклона – Cimaron (1820) и Soulik (1819).

За 7 сут в период с 20 по 26 августа месячные нормы осадков на ряде гидрометеостанций (ГМС) юго-западной части Приморского края были достигнуты и превышены. Так, по ГМС «Тимирязевский» среднее многолетнее количество осадков составляет 117 мм, тогда как за указанный период выпало в сумме 134 мм. Аналогичные цифры для ГМС «Пограничный» составили 119 и 128 мм, для ГМС «Полтавка» – 125 и 169, для ГМС «Хороль» – 116 и 128, для ГМС «Суйфэньхэ» (КНР) – 128 и 127 мм соответственно.

Выпавшие осадки вызвали быстрый рост уровней воды в реках района. В частности, по оперативным данным портала allrivers.info, на р. Илистой у пос. Халкидон уровень воды с 20 по 26 августа поднялся на 90 см (достигнув отметки 488 см над «0» водпоста), а у пос. Ивановка, расположенного выше по течению, – на 202 см (отметка 509 см). На р. Раздольной у пос. Тереховка, где пойма реки сужается от 1,0–1,5 км до нескольких сотен метров, подъем воды за те же 7 сут составил 486 см, т.е. почти 5 м; уровень воды при этом достиг величины 701 см. В ряде административных районов Приморского края было объявлено чрезвычайное положение.

Для сравнения, в сентябре 2016 г. в результате сильных осадков, вызванных прохождением тайфуна Liongock (1610) и породивших разрушительные наводнения во многих районах Приморского края, уровни в реках Илестая и Раздольная оказались не столь высокими, как в августе 2018 г. По данным портала gmvo.skniivh.ru, максимальный уровень р. Илистой у с. Халкидон 14.09.2016 составил 470 см, для р. Раздольной у пос. Тереховка пик уровня был достигнут 04.09.2016 и равнялся 670 см. При этом специалистами Примгидромета было отмечено, что в сентябре 2016 г. на реках рассматриваемого района среднемноголетние месячные уровни воды были превышены в 3,5–7 раз (<https://www.newsvl.ru/society/2016/10/10/152465/>).

На рис. 1 приведены изображения, полученные радиолокационными станциями с синтезированной апертурой (РСА) со спутника Sentinel-1B 8 августа и со спутника Sentinel-1A 26 августа в 07:21 владивостокского времени. Сопоставляя яркость изображений, полученных до начала ливневых дождей и в момент пика паводка, можно без труда определить районы и масштабы наводнения. Так, площадь затопленной территории в бассейне р. Илистой составила 145 км², а в бассейне р. Мельгуновка (до дамб, построенных в её низовье) – 75 км². На р. Раздольной к югу от г. Уссурийска видна граница участка, где ширина разлива составляет 3–4 км, перед резким – до 300–400 м – сужением долины [6–7].

В условиях плотной низкой облачности и штормового ветра спутниковые РСА являются безальтернативным инструментом для картирования затопленных в результате наводнений территорий и оценки масштабов бедствий такого рода.

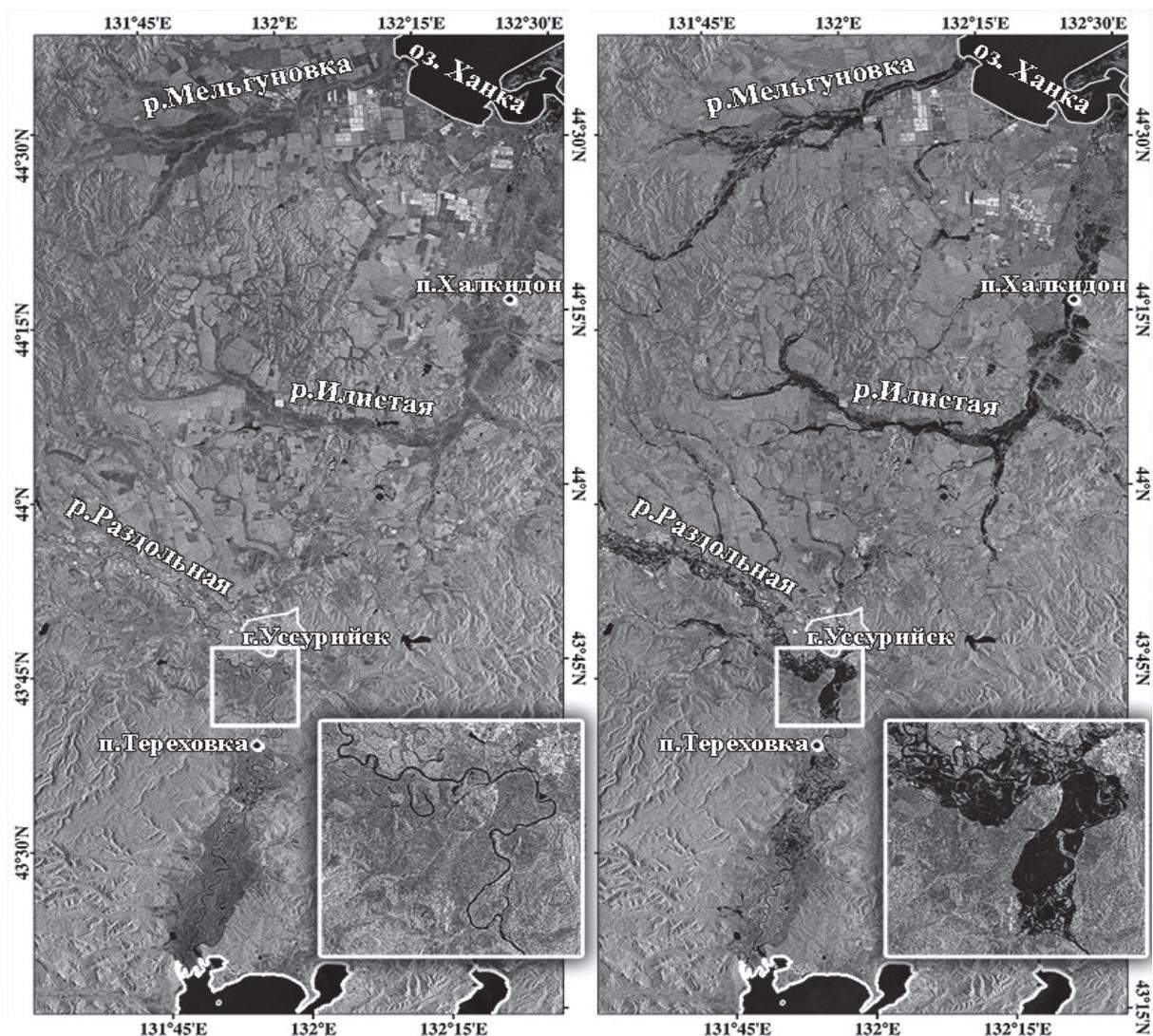


Рис. 1. РСА-изображения, полученные со спутника Sentinel-1B 8 августа (слева) и со спутника Sentinel-1A 26 августа (справа) в 07:21 владивостокского времени

Fig. 1. RSA images from the Sentinel-1B satellite on August 8 (left) and from the Sentinel-1A satellite on August 26 (right) at 07:21 Vladivostok time

Нефтяной разлив в Уссурийском заливе 12 сентября 2018 года

12 сентября 2018 г. у берегов бухты Лазурной была обнаружена в прибрежных водах нефть. Согласно электронным СМИ общая площадь загрязнения на суше составила более 1500 м². В тот же день в 7:21 по владивостокскому времени акватория зал. Петра Великого была отснята радиолокационной станцией с синтезированной апертурой, установленной на европейском спутнике Sentinel-1B (рис. 2). Анализ этого изображения позволил оценить площадь нефтяного пятна, примерный объём разлитых нефтепродуктов и размер вреда, нанесённого водному объекту.

Площадь нефтяного загрязнения составила примерно 13 км². Судя по внешнему виду загрязнения на представленных в Интернете роликах, пятно образовано, вероятнее всего, тяжёлым судовым топливом (мазутом). Его источник мог быть как на берегу, так и в море: либо у причальных сооружений, либо в открытой части залива.

Для определения возможного места нефтяного разлива были проанализированы данные о скорости и направлении ветра и течений за сутки, предшествующие времени спутниковой съёмки. На основе этих данных по линейной модели был рассчитан дрейф нефтяного пятна (рис. 2).

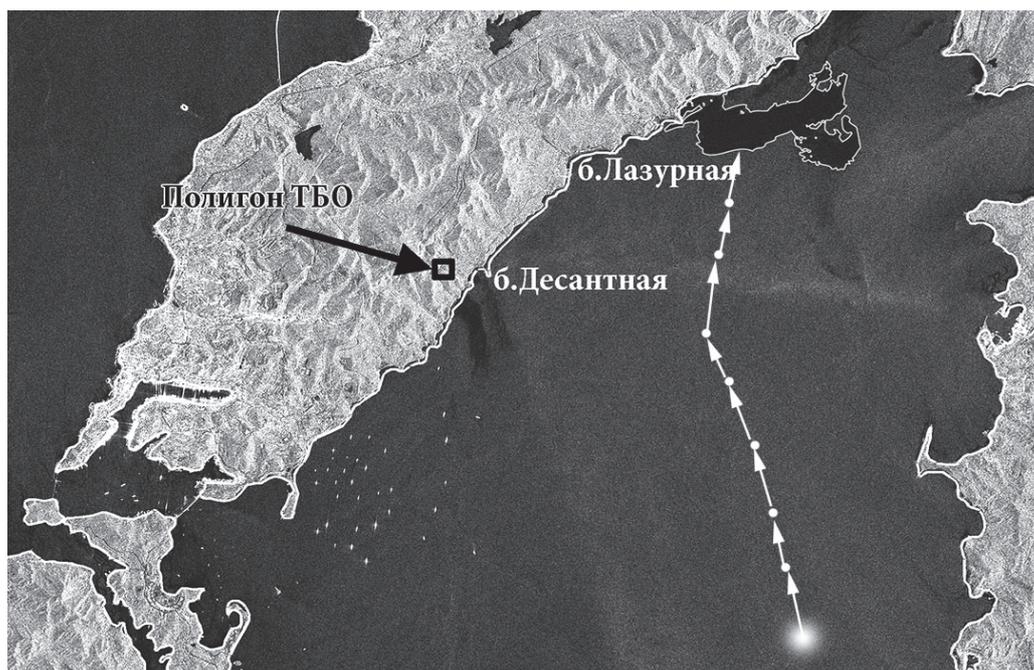


Рис. 2. Фрагмент изображения, полученного 12 сентября 2018 г. в 07:21 владивостокского времени радиолокационной станцией с синтезированной апертурой, установленной на спутнике Sentinel-1B. Нефтяное пятно выделено белым контуром, стрелками показан «обратный» дрейф, рассчитанный по линейной модели

Fig. 2. Part of the image obtained on September 12, 2018 at 07:21 (Vladivostok) a synthetic aperture radar station installed on the Sentinel-1B satellite. The oil slick is highlighted with a white outline, the arrows show the “reverse” drift calculated by the linear model

Утечки топлива происходят в аварийных ситуациях при бункеровке судов, которые осуществляются как у причалов, так и в море, чаще всего на рейде. На спутниковых изображениях нефтяные пятна регулярно регистрируются в указанном районе, но они чаще всего появляются в результате сброса льяльных вод, при которых толщина нефтяных slickов тоньше, чем при разливе мазута, и визуалью вблизи и на спутниковых снимках они выглядят по-другому.

Ущерб, выраженный в денежном эквиваленте, был рассчитан по «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утвержденной Министерством природных ресурсов и экологии РФ от 13.04.2009 г., и составил более 22 млн руб. [8].

Мониторинг рыболовства в Японском море

В предыдущие годы анализировался рыболовный трафик в пределах исключительной экономической зоны КНДР вблизи морской границы с РФ. Интерес к этой теме возник и усиливался в связи с резким ростом в последнее десятилетие антропогенной нагрузки на прибрежные экосистемы юго-западной части зал. Петра Великого, связанной с рыболовством северокорейских рыбаков в Японском море [9–10]. Исследования проводились в основном на основе РСА-изображений с привлечением видимых снимков спутников Landsat-8 и Sentinel-2A/B.

Летом и осенью 2018 г. на берегах Приморья в качестве морского мусора появились деревянные северокорейские рыболовные шхуны. В конце августа около трехсот северокорейских рыбацких шхун неожиданно для всех появились в зал. Ольга, ища укрытия от надвигающегося тайфуна, хотя из нейтральных вод ближе до портов КНДР.

В системах слежения за судами чаще всего применяют спутниковые изображения, полученные радиолокационными станциями с синтезированной апертурой. РСА позволяют регистрировать и отслеживать перемещения судов даже ночью и под облаками. Однако небольшие деревянные шхуны из КНДР на РСА-изображениях практически не видны.

Для оценки плотности рыболовства на акваториях в масштабе морей успешно используют измерения со спутников, выполненные в видимом диапазоне электромагнитного спектра в ночное время. С 1976 г. ночные снимки Земли получали приборами Operational Linescan System (OLS), установленными на космических аппаратах программы Defense Meteorological Satellite Program (DMSP). 28 октября 2011 г. был запущен спутник NPP. Через три месяца, 24 января 2012 г., он был назван в честь Вернера Суоми (Verner E. Suomi) – метеоролога из University of Wisconsin-Madison, Suomi NPP. Один из сенсоров этого спутника Visible/Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) имеет канал для ночной съёмки (Day/Night channel, DNB). Этот прибор работает также на спутнике NOAA-20, запущенном 18 ноября 2017 г.

Для того чтобы оценить районы и масштабы рыболовства в исключительной экономической зоне РФ у побережья Приморского края в 2018 г., были использованы данные ночных съёмок радиометров VIIRS, полученные со спутников Suomi/NPP и NOAA-20 [11]. Во время ловли кальмара рыболовные суда используют яркое освещение, которое в безоблачную погоду хорошо видно со спутников.

На рис. 3 приведено такое изображение, полученное 9 сентября примерно в 3 ч ночи по владивостокскому времени. На нём можно видеть огромное количество судов в Японском море, а в российской экономической зоне напротив бухты Ольга мы насчитали 3100 «огней». Национальную принадлежность промысловых судов по ночным изображениям, конечно, определить невозможно. В наших водах официально разрешена добыча южнокорейским рыбакам, японским и китайским, но нам представляется, что большая часть обнаруженного рыболовного флота принадлежит именно Северной Корее. Для сведения – весь приморский рыбопромысловый флот насчитывает около 500 судов различного типа. В их числе 57 крупнотоннажных судов, 177 среднетоннажных, 98 малотоннажных судов, три танкера, 166 единиц маломерного флота, часть которого используется на плантациях марикультуры (<http://www.primorsky.ru/news/140040/>).

Анализ ночных снимков Японского моря с 2012 по 2018 гг. свидетельствует о том, что масштабы северокорейского промысла в Японском море с каждым годом возрастают. Массовое проникновение северокорейского флота в российскую экономическую зону наблюдается с 2015 г. До 2018 г. суда группировались в основной массе южнее 42° с.ш. В прошедшем году массовый лов в исключительной экономической зоне России начался в третьей декаде июня и закончился в первых числах ноября. Флот КНДР сместился на северо-восток и вытянулся вдоль 12-мильной зоны РФ, образуя «дорогу» к портам Расон и Чхончжин. В октябре северокорейские рыбаки зашли также в экономическую зону Японии. Сильные штормы, вызванные выходом тайфунов, послужили причиной аварийных ситуаций и массовых выносов судов и рыбаков к берегам Приморья и Японии.

Заключение

С каждым годом растёт объём и разнообразие спутниковой информации, а также степень её доступности для потребителей. Результаты дистанционного зондирования Земли из космоса используются не только в профессиональных целях, но и на бытовом уровне.

Реалиями современной повседневной жизни стали спутниковые высокодетальные снимки в различных географических приложениях. Квалифицированный диагноз и прогноз любого географического объекта непременно сопровождается демонстрацией изображений, полученных с геостационарных спутников. Информация о возникновении и протекании чрезвычайных ситуаций (лесных пожаров, наводнений, оползней, разливов нефти и пр.) основывается и визуализируется с применением спутниковых данных.

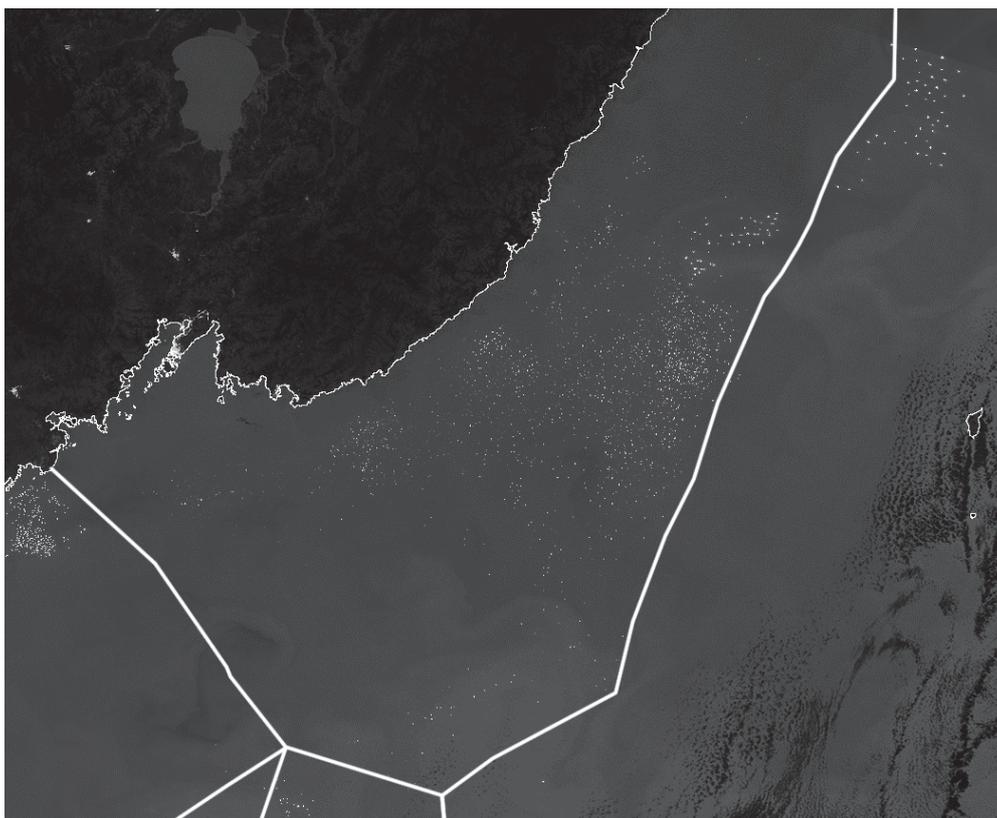


Рис. 3. Спутниковое изображение в 3 ч ночи 9 сентября 2018 г. радиометром VIIRS со спутника Suomi/NPP (белые точки – суда). Линиями показаны морские границы государств
 Fig. 3. Satellite imagery at 3 am on September 9, 2018 with a VIIRS meter from the Suomi / NPP satellite (white dots – trial). Lines show the maritime borders of states

Оперативный спутниковый мониторинг Земли выходит за границы компетенции специализированных организаций и учреждений и становится частью образовательного процесса. Приведённые в данной работе результаты были получены в ходе комплексных исследований, проводимых по программе научной школы «Экологические проблемы Дальнего Востока», а также при выполнении практических заданий обучающимися по дисциплинам «Методы исследования и обработка информации», «Экологический мониторинг», «ОВОС», «Экология моря», «Геоэкологические проблемы Дальневосточного региона».

Привлечение студентов к работе по обработке и анализу спутниковых наблюдений, являющейся частью исследований, проводимых в рамках научной школы, позволяет пробудить у обучающихся интерес к научной работе, к решению практических задач экологии и природопользования, способствует более эффективному формированию как общекультурных, так и профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Дубина В.А., Катин И.О. Особенности трансграничного переноса поверхностных вод в северо-западной части Японского моря по многолетним спутниковым наблюдениям // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 6. С. 13–19.
2. Плотников В.В., Дубина В.А., Круглик И.А., Руденко О.Н. Гидрометеорологические условия в районе о. Аскольда (залив Петра Великого) // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы Нац. очно-заоч. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 60–68.

3. Уколова Е.С., Кустова Е.В., Пономарев В.И., Дубина В.А. Влияние динамики прибрежных вод на воспроизводство *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Находка // Океанологические исследования: материалы VIII конф. молодых ученых, 6–9 июня 2018 г. Владивосток, 2018.

4. Дубина В.А., Плотников В.В., Карташова А.П., Бессонов Р.С. Поступление загрязняющих веществ в залив Петра Великого из открытой части Японского моря // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток, 2018. С. 82–84.

5. Плотников В.В., Дубина В.А., Круглик И.А. Характеристики ледяного покрова залива Петра Великого в экстремально суровые зимы XXI века по спутниковым данным // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток, 2018. С. 169–170.

6. Дубина В.А., Шамов В.В., Плотников В.В. Катастрофическое наводнение в Приморье в августе 2018 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15, № 5. С. 253–256.

7. Ромашечкина Е.А., Черномырдина И.Н., Дабижа М.К. Влияние тайфунов на Владивосток // Окружающая среда и устойчивое развитие – общая ответственность и забота: сб. докл. молодёжной тематической конф. Владивосток: ООО «Литера В», 2018. С. 49–53.

8. Черномырдина И.Н., Дабижа М.К. Нефтяной разлив в Уссурийском заливе 12 сентября 2018 года // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. Электрон. дан. (20,6 Mb). Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 121–123. <http://conf.dalrybvvtuz.ru/files/articles/153.pdf>.

9. Дубина В.А., Плотников В.В. Спутниковый радиолокационный мониторинг положения судов // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. С. 68–72.

10. Дубина В.А., Плотников В.В., Круглик И.А. Оценка рыболовного трафика вблизи морской границы РФ и КНДР // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы Нац. очно-заоч. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 15–18.

11. Дабижа М.К., Черномырдина И.Н. Мониторинг рыболовства в Японском море по данным ночных съёмок радиометра VIIRS // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. Электрон. дан. (20,6 Mb). Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 40–43.

Сведения об авторах: Дубина Вячеслав Анатольевич, кандидат географических наук, доцент кафедры «Экология и природопользование» Дальрыбвтуза, старший научный сотрудник, ТОИ ДВО РАН, e-mail: vdubina@mail.ru;

Плотников Владимир Викторович, доктор географических наук, профессор кафедры «Экология и природопользование» Дальрыбвтуза, заведующий лабораторией, ТОИ ДВО РАН, e-mail: vlad_plot@poi.dvo.ru;

Круглик Ирина Алексеевна, кандидат биологических наук, e-mail: irina-kruglik@mail.ru;

Дабижа Мария Константиновна, гр. ЭПб-312, e-mail: dabizha-1999@mail.ru;

Черномырдина Ирина Николаевна, гр. ЭПб-312, e-mail: iiren98@mail.ru;

Ромашечкина Екатерина Алексеевна, гр. ЭПб-312, e-mail: ms.ru98@mail.ru.

УДК 591.69-7

В.Н. Казаченко¹, И.В. Матросова¹, Г.Г. Калинина¹, И.Г. Рыбникова¹, Н.В. Фещенко²¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б²ДВГУПС, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47**ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ РОДА *JUSHEYUS* (CRUSTACEA: COPEPODA)
НА НОВОМ ХОЗЯИНЕ И В НОВЫХ РАЙОНАХ**

Паразитическая копепода *Jusheyus shogunus* зарегистрирована на *Polyprion oxygeneios*, *Jusheyus* sp. – на *Pentaceros decanthus* в Тихом океане у Австралии и Новой Зеландии. *P. decanthus* – новый хозяин для представителей рода *Jusheyus*. Приведены определительные таблицы отрядов подкласса *Copepoda*, семейств отряда *Siphonostomatoidea* и родов семейства *Eudactylinidae*.

Ключевые слова: паразитические копеподы, *Copepoda*, *Jusheyus shogunus*, новый хозяин, новые районы, Австралия, Новая Зеландия.

**V.N. Kazachenko, I.V. Matrosova, G.G. Kalinina, I.G. Rybnikova, N.V. Feshchenko
PARASITIC COPEPODS OF THE GENUS *JUSHEYUS* (CRUSTACEA: COPEPODA)
ON NEW HOST AND IN NEW AREAS**

Jusheyus shogunus is registered on *Polyprion oxygeneios* and *Jusheyus* sp. – on *Pentaceros decanthus* from the Pacific Ocean near Australia and New Zealand. *P. decanthus* is new host for members of the genus *Jusheyus*. Keys for orders of subclass *Copepoda*, families of order *Siphonostomatoidea* and genera of family *Eudactylinidae* are given.

Key words: parasitic copepods, *Copepoda*, *Jusheyus shogunus*, new hosts, new areas, Australia, New Zealand.

Введение

Паразитические копеподы семейства *Eudactylinidae* Wilson, 1932 – в основном обитатели жаберных лепестков хрящевых рыб; в состав семейства входит 12 родов, два из которых (*Jusheyus* и *Heterocladius*) – паразиты жабр костных рыб. Род *Jusheyus* является монотипичным.

Паразитическая копепода *Jusheyus shogunus* была описана в 1987 г. от *Polyprion oxygeneios* из Коффс Харбор, Новый Южный Уэльс, Австралия [1].

Объекты и методы исследований

При обработке коллекции паразитических копепод рыб ТИНРО-Центра (г. Владивосток) обнаружены паразитические копеподы *Jusheyus shogunus*, собранные у берегов Новой Зеландии и Австралии. Обследовано 20 экз. двух видов рыб (*Polyprion oxygeneios* и *Pentaceros decanthus*), заражено 12, что составляет 60,0 %. Сбор, фиксация, хранение и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам [2]. Определительные таблицы (с изменениями) приведены по Казаченко [3]. Измерения копепод даны в миллиметрах.

Результаты и их обсуждение

Систематическое положение вида *Jusheyus shogunus*:

Тип Arthropoda Siebold, 1848
Подтип Crustacea Brunnich, 1772

Суперкласс Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzer,
Martin et Cunningham, 2010

Класс Hexanauplia Oakley, 2013

Подкласс Copepoda Milne-Edwards, 1840

Инфракласс Neocopepoda Huys et Boxshall, 1991

Суперотряд Podoplea Giesbrecht, 1882

Отряд Siphonostomatoida Latreille, 1829

Семейство Eudactylinidae Wilson, 1922

Род *Jusheyus* Deets et Benz, 1987

Jusheyus shogunus Deets et Benz, 1987

Хозяин, локализация, время и место обнаружения: на жаберных лепестках, интенсивность инвазии – 1–10 экз., у 11 из 17 обследованных *Polyprion oxygeneios* (Schneider et Forster, 1801) (Perciformes: Polyprionidae). Новая Зеландия: залив Кантербери 26 мая и 2 июня 1969 г.; залив Тасман июль–сентябрь 1968 г., май 1969 г.; Тихий океан, западнее Новой Каледонии (21°36 S, 159°32 E) 24 ноября 1974 г.; Тихий океан, западнее Новой Каледонии (23°24 S, 159°40 E) 13 февраля 1978 г.

Строение копепод нашего материала соответствует первоописанию [1].

Измерение (n = 16): длина 1,40–3,50 (без каудальных щетинок), среднее значение 2,40; дорсальный шип 0,60–1,27, среднее значение 0,41; яйцевые мешки 0,79–0,91 x 0,24.

Jusheyus sp. juv.

Хозяин, локализация, время и место обнаружения: на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., у 1 из 3 обследованных *Pentaceros decanthus* Günther, 1859 (Perciformes: Pentacerotidae). Тихий океан, восточнее Австралии (33°12 S, 156°08 E) май 1967 г.

Строение неполовозрелых особей копепод соответствует диагнозу рода [1].

Измерение: длина 1,65 (без каудальных щетинок); ширина 0,55 (max); дорсальный шип 0,24.

P. decanthus – новый хозяин для представителей рода *Jusheyus*.

Представители рода *Jusheyus* – эндемики юго-западной части Тихого океана, обитают в районе Новой Зеландии и Австралии.

Копеподы рода *Jusheyus* паразитируют на рыбах отряда Perciformes семейств Polyprionidae и Pentacerotidae.

Определительная таблица отрядов подкласса Copepoda

- 1а. Мандибула двуветвистая; экзоподит 1-члениковый, эндоподит неясно
2-члениковый Harpacticoida
б. Мандибула иного строения 2
2а. Рот в виде субцилиндрической трубки; мандибула сифоностоматоидного типа
(в виде стилета) Siphonostomatoida
б. Рот не образует субцилиндрической трубки, широко открыт, верхняя и нижняя
губы не слиты 3
3а. Мандибула пэцилостоматоидного типа строения (в виде серпа с зубчиками
по краям) Poecilostomatoida
б. Мандибула циклопоидного типа строения (маленькая, с крючковатым
терминальным краем) Cyclopoida

Определительная таблица семейств отряда Siphonostomatoidea

1а. Форма тела калигоидная	2
б. Форма тела иная	7
2а. Первый–третий грудные сегменты входят в состав головогруды	3
б. В состав головогруды входит иное количество грудных сегментов	4
3а. Четвертый грудной сегмент имеет дорсальные пластины	Euryphoridae
б. Четвертый грудной сегмент не имеет дорсальных пластин	Caligiidae
4а. Первый и второй грудные сегменты входят в состав головогруды	Trebiidae
б. Первый грудной сегмент входит в состав головогруды	5
5а. На вентральной стороне головогруды имеются адгезивные пластины	Pandaridae
б. На вентральной стороне головогруды адгезивные пластины отсутствуют	6
6а. Грудные сегменты имеют дорсальные пластины	Cecropidae
б. Грудные сегменты не имеют дорсальных пластин	Dissonidae
7а. Форма тела эудактилиноидная	8
б. Форма тела иная	14
8а. Между головогрудью и генитальным комплексом находятся (различимы) 4 грудных сегмента	9
б. Между головогрудью и генитальным комплексом находятся (различимы) 3 грудных сегмента	12
9а. Вторая антенна имеет 2 членика	Dichelesthidae
б. Вторая антенна имеет более 2 члеников	10
10а. Вторая антенна имеет 3 членика	Carnifossoriidae
б. Вторая антенна имеет более 3 члеников	11
11а. На вентральной стороне между сегментом максиллипед и первым грудным сегментом имеется граница	Archidactylinidae Izawa, 1996
б. На вентральной стороне между сегментом максиллипед и первым грудным сегментом граница отсутствует	Eudactylinidae
12а. Сегментация грудных сегментов, расположенных между головогрудью и генитальным комплексом, четкая	Kroyeriidae
б. Сегментация грудных сегментов, расположенных между головогрудью и генитальным комплексом, нечеткая	13
13а. Вторая максилла с раздвоенным когтем	Hatschekiidae
б. Вторая максилла в виде простого когтя, несущего мелкие зубчики	Pseudocycnidae Wilson, 1922
14а. Форма тела сфириоидная	15
б. Форма тела иная	16
15а. Плавательные ноги имеются	Pennellidae
б. Плавательные ноги отсутствуют	Sphyriidae
16а. Форма тела лернеопоидная	17
б. Форма тела иная	18
17а. Вторые максиллы в виде тяжей	Naobranchiidae
б. Вторые максиллы в виде «рук»	Lernaeopodidae
18а. Форма тела лернантропоидная	19
б. Форма тела хондракантоидная	21
19а. Первая пара ног пластинчатая	Anthosomidae
б. Первая пара ног непластинчатая, двуветвистая	20

- 20а. Первая антенна имеет 20 члеников Kabatarinidae
 б. Первая антенна имеет менее 20 члеников Lernanthropidae
 21а. Брюшко отсутствует Tanypleuridae
 б. Брюшко имеется Hyrponeoidea

Семейство Eudactylinidae Wilson, 1922

Самка. Siphonostomatoidea. Форма тела эудактилиноидная. Первый грудной сегмент входит в состав головогруды, остальные свободные. Первая антенна одноветвистая, ее члениковость выражена неясно. Вторая антенна 5-члениковая, с крючковидным терминальным когтем. Ротовая трубка и ротовые конечности сифоностоматоидного типа строения. Вторая максилла одноветвистая, максиллипед клешневиден. Первая–четвертая пары плавательных ног двуветвистые, пятая – рудиментарная, шестая (если имеется) – щетинковидная.

Самец. Форма тела эудактилиноидная, отличается от самки строением максиллипед, которые у него в виде ложной клешни. Паразиты хрящевых и костных рыб.

Типовой род – *Eudactylina* Beneden, 1853.

Определительная таблица родов семейства Eudactylinidae

- 1а. Первый грудной сегмент несет хитиновые дорсальные шипы *Jusheyus*
 б. Первый грудной сегмент не несет хитиновых дорсальных шипов 2
 2а. Первая антенна имеет 10–18 члеников 3
 б. Первая антенна имеет меньшее количество члеников 7
 3а. Первая антенна имеет 18 члеников *Bariaka*
 б. Первая антенна имеет 10–15 члеников 4
 4а. Ветви четвертой пары ног 2-члениковые *Nemesis*
 б. Ветви четвертой пары плавательных ног 2–3-члениковые 5
 5а. Ветви четвертой пары плавательных ног 3-члениковые 6
 б. Экзоподит четвертой пары плавательных ног 2-члениковый, эндоподит 3-члениковый *Heterocladius*
 6а. Первая антенна 11-члениковая; брюшко 2-сегментное *Eudactylinella*
 б. Первая антенна 15-члениковая; брюшко 3-сегментное *Protodactylina*
 7а. Первая антенна имеет 8 члеников 8
 б. Первая антенна имеет меньшее количество члеников *Eudactylina*
 8а. Второй членик первой антенны имеет когти, шипы или пластины *Eudactylinodes*
 б. Второй членик первой антенны без когтей или пластин *Eudactylinopsis*

Род *Jusheyus* Deets et Benz, 1987

Самка. Форма тела эудактилиноидная. Сегментация тела выражена неясно; тело подразделяется на округлую головогрудь, туловище, состоящее из 4 свободных грудных сегментов, генитальный комплекс и брюшко из 4 сегментов. Первый свободный грудной сегмент на дорсальной стороне несет пару хитиновых отростков. Головогрудные конечности эудактилиноидной формы. Первая–четвертая пары плавательных ног двуветвистые, ветви ног 2-члениковые, кроме 3-членикового экзоподита четвертой ноги. Пятая нога громадная, слабо сегментирована, несет 5 папиллообразных отростков. Яйцевые мешки короткие, яйца многорядные.

Самец. Форма тела эудактилиноидная. Экзоподит четвертой плавательной ноги 2-члениковый. Пятая–шестая пары ног редуцированы.

Паразиты костных рыб.

Типовой вид – *Jusheyus shogunus* Deets et Benz, 1987.

Выводы

1. Представители рода *Jusheyus* – эндемики юго-западной части Тихого океана (Новая Зеландия, Австралия).
2. Копеподы рода *Jusheyus* – паразиты рыб отряда Perciformes семейств Polyprionidae и Pentocerotidae.
3. *Pentaceros decanthus* – новый хозяин для копепод рода *Jusheyus*.

Список литературы

1. Deets G.B., Benz G.W. *Jusheyus shogunus* gen. et sp. nov. (Siphonostomatoida: Eudactylinidae), a gill parasite of the bass *Polyprion oxygenios* (Percichthyidae) from Coffs Harbour, Australia // Can. J. Zool. 1987. Vol. 65, N. 4. P. 940–945.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
3. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы рыб: справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 443 с.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com;

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Калинина Галина Георгиевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ms.Kalinina.49@mail.ru;

Рыбникова Ирина Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: berehzok@mail.ru;

Фещенко Николай Викторович.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 579 + 637.07

А.Л. Блинова, Д.В. Макаренко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЕ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Определен микробиологический показатель безопасности молока, вызывающий ряд серьезных заболеваний у человека. Описан стандартизованный метод выявления бактерий рода Salmonella. Проведено исследование экспресс-методов для определения микробиологических показателей, которые целесообразно использовать при проведении государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

Ключевые слова: экспресс-метод, молочная продукция, государственный контроль (надзор), микробиологический показатель, технический регламент.

A.L. Blinova, D.V. Makarenko

APPLICATION OF EXPRESS METHODS OF MICROBIOLOGICAL TESTS OF DAIRY PRODUCTS TO ASSESS THE CONFORMITY OF TECHNICAL REGULATIONS

The article defines the microbiological indicator of milk safety, which causes a number of serious diseases in humans. A standardized method for the detection of Salmonella bacteria is described. Research of Express methods for determination of microbiological indicators which it is expedient to use at carrying out the state control (supervision) over observance of requirements of technical regulations is carried out.

Key words: express-method, dairy products, state control (supervision), microbiological index, technical regulations.

Большая роль при государственном контроле (надзоре) за соблюдением требований технических регламентов на пищевую продукцию как одной из форм оценки ее соответствия принадлежит метрологическому обеспечению испытаний, так как получение достоверной информации о соответствии значений показателей безопасности продукции требованиям нормативной документации во многом зависит от применяемых средств и методов испытаний, в том числе методик выполнения измерений [1].

Так как молочная продукция является часто употребляемой, а также, учитывая ее роль в питании детей, необходимо соблюдать обязательные требования, установленные в Техническом регламенте Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (далее ТР ТС 033/2013) и других технических регламентах Таможенного союза (далее ТР ТС), действие которых на нее распространяется во избежание причинения вреда жизни и здоровью населения [2, 3].

Уровни содержания в молочной продукции, предназначенной для выпуска в обращение на таможенной территории Таможенного союза, токсичных элементов, потенциально опасных веществ, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов, микроорганизмов не должны превышать допустимых уровней [4].

При проведении государственного контроля (надзора) за соблюдением обязательных требований, установленных к молочной продукции, наиболее проблематичными являются

микробиологические испытания, так как стандартные методы микробиологических исследований достаточно трудоемки и для получения результата требуется нескольких суток.

В связи с этим особую актуальность приобретают экспресс-методы микробиологического контроля, дающие результат в режиме реального времени и обеспечивающие возможность быстрого микробиологического анализа молочной продукции. При проведении государственного контроля (надзора) целесообразно использовать экспресс-методы взамен стандартизованных, так как классические методы в своем чашечном варианте все меньше соответствуют требованиям современных испытаний.

Целью настоящей работы является исследование новых экспресс-методов микробиологических испытаний молочной продукции, которые целесообразно использовать для целей государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР ТС.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить микробиологический показатель безопасности молока, вызывающий ряд серьезных заболеваний у человека;
- описать стандартизованный метод выявления данного микробиологического показателя;
- провести исследования экспресс-методов для определения микробиологических показателей, которые целесообразно использовать при проведении государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР.

Основными показателями микробиологической безопасности молока являются КМА-ФанМ, БГКП, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, стафилококки, листерии, дрожжи, плесени.

Одним из самых опасных патогенных микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* (энтеробактерии), обнаруживающихся в пастеризованном молоке при проведении государственного контроля (надзора), является род *Salmonella*. Сальмонеллами вызываются такие заболевания, как брюшной тиф и паратифы, сальмонеллезные гастроэнтериты и септицемии.

Стандартизованный метод выявления в определенной массе или объеме продукта бактерий рода *Salmonella*, включая *Salmonella Typhi* и *Salmonella Paratyphi*, устанавливается ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*». Данный стандарт является основным в перечне стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, к ТР ТС 033/2013. Метод используется при проведении государственного контроля (надзора) и включает этапы, отраженные на рис. 1 [5].

В соответствии с ГОСТ 26669-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов» подготавливают пробу к анализу [6].

Для приготовления исходной суспензии отбирают навеску массой 25 г и разбавляют ее забуференной пептонной водой.

Для неселективного обогащения инкубируют исходную суспензию при температуре 37 ± 1 °С в течение 18 ± 2 ч.

По 1 см^3 культуры, полученной в ходе инкубирования, пересевают в 10 см^3 среды для селективного обогащения.

Через 24 ч инкубирования на селективных средах культуру пересевают для получения хорошо изолированной колонии на XLD-агар, затем помещают в термостат при температуре 36 ± 1 °С.

После инкубирования в течение 24 ч в чашках отмечают присутствующие типичные колонии бактерий рода *Salmonella* и не совсем типичные колонии, которые могут оказаться бактериями данного рода.

При отсутствии в посевах колоний для бактерий рода *Salmonella* можно утверждать об их отсутствии в анализируемой навеске продукта.

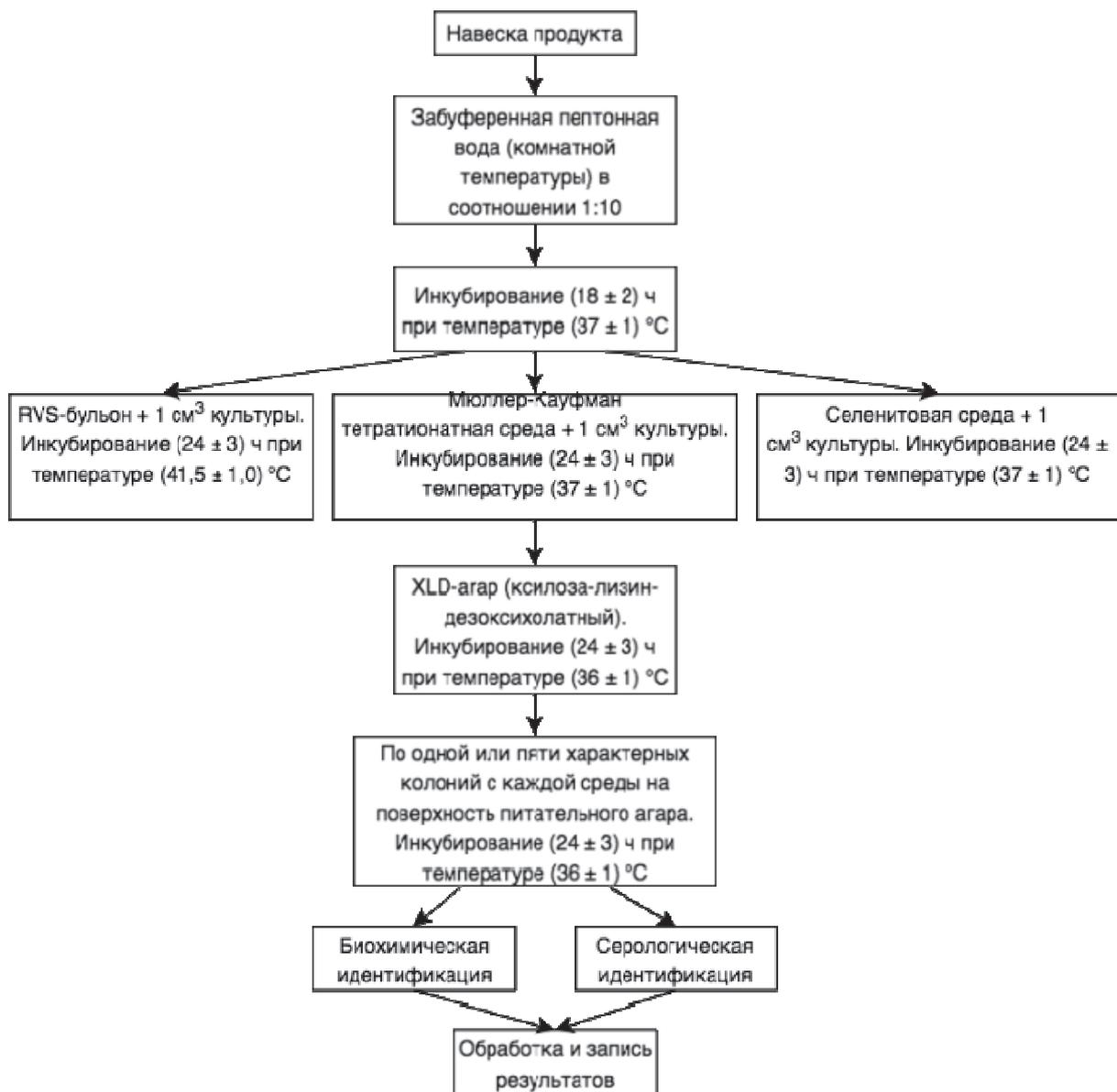


Рис. 1. Схема обнаружения сальмонелл в соответствии с ГОСТ 31659-2012
 Fig. 1. Scheme of detection of bacteria of the genus *Salmonella* in accordance with GOST 31659-2012

Если на селективно-диагностической среде присутствует минимум одна колония для бактерий рода *Salmonella*, есть необходимость их дальнейшей идентификации.

Для проведения биохимической и серологической идентификации с чашки селективной среды отбирают колонии и переносят их на поверхность предварительно подсушенного питательного агара в чашках Петри и инкубируют для последующей интерпретации тестов для испытанных колоний.

Результаты выявления бактерий рода *Salmonella* в определенной навеске продукта оценивают и записывают в протоколе испытания их обнаружение/необнаружение.

Таким образом, классический микробиологический метод позволяет выявить сальмонеллы в пастеризованном молоке в течение четырех-пяти дней, биохимическая и серологическая идентификации дополнительно занимают два-три дня. Поэтому актуальным является внедрение чувствительных экспресс-методов для определения опасных бактериальных патогенов в пищевой продукции при проведении государственного контроля (надзора) [5].

В ходе исследования экспресс-методов для микробиологических анализов были определены 3 подходящих:

1. Ускоренный метод обнаружения сальмонелл с использованием среды Раппопорта-Вассилиадиса (среда MSRV) с новобиоцином (рис. 2).

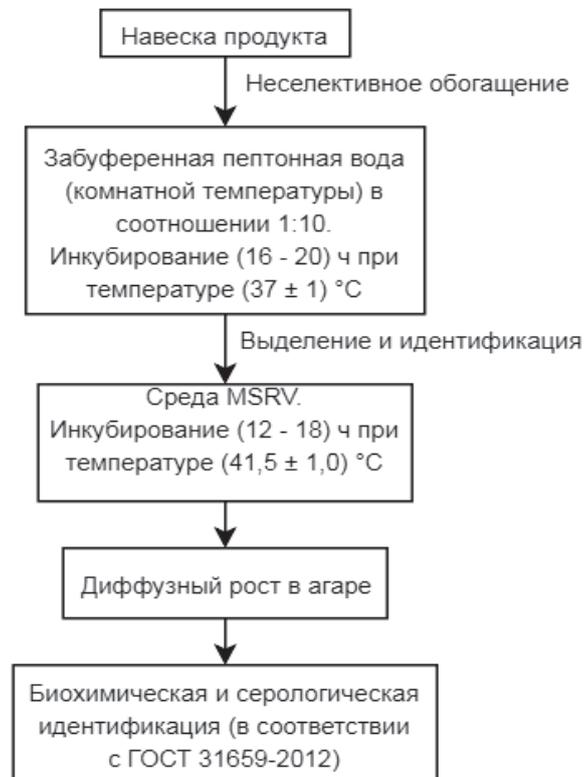


Рис. 2. Ускоренный метод обнаружения бактерий рода *Salmonella* с использованием среды MSRV
Fig. 2. Rapid method of identifying bacteria of the genus *Salmonella* using MSRV medium

Для ускоренного выделения бактерий рода *Salmonella* из пищевых продуктов используют диагностическую полужидкую среду MSRV. Наличие бактерий в полужидкой среде определяется выявлением подвижности сальмонелл, образующих светлую непрозрачную зону роста.

В связи с отсутствием этапа селективного обогащения время исследования сокращается на 24–48 ч. Сразу после проведения предварительного обогащения исследуемый образец (0,1 см³) помещается в чашку Петри со средой MSRV. Далее осуществляют инкубацию посева при температуре 41,5±1 °С в течение 12–18 ч в аэробных условиях. Если в чашке выявлено наличие сальмонелл, то вокруг места посева необходимо отметить диффузный рост колоний подвижных штаммов сальмонеллы в толще этой среды, которые окружены светлым ореолом, являющимся зоной подвижности колоний. Далее с края зоны необходимо отобрать материал для посева на дифференциально-диагностическую среду. В случае если на среде MSRV присутствует рост колоний в форме пуговицы, проводится биохимическая идентификация, которая определяет возможную причастность к неподвижным сальмонеллам.

К преимуществам метода относят:

- уменьшение затраченного времени исследования на 24–48 ч;
- высокую чувствительность;
- экономичность метода.

2. Ускоренный метод обнаружения бактерий рода *Salmonella* с использованием среды Salmosyst (рис. 3).

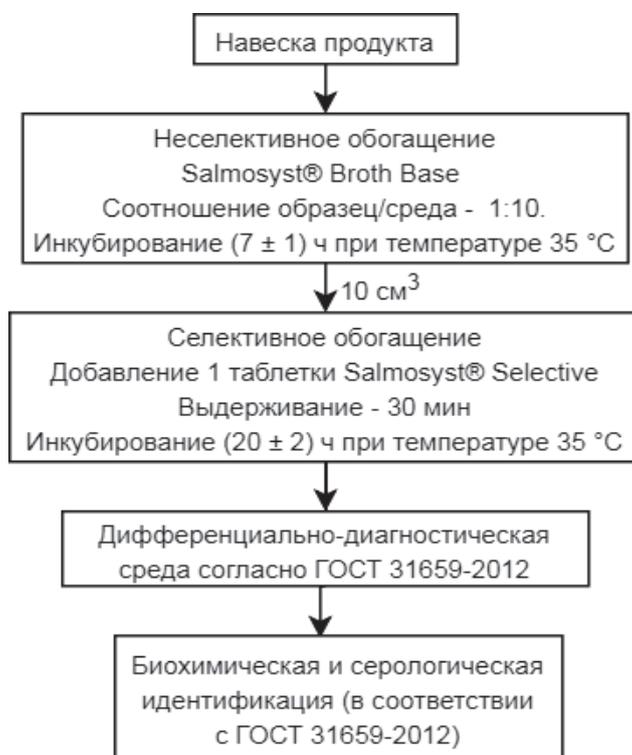


Рис. 3. Ускоренный метод обнаружения бактерий рода *Salmonella* с использованием среды Salmosyst
Fig. 3. Rapid method of identifying bacteria of the genus *Salmonella* using environment Salmosyst

Двухкомпонентная среда Salmosyst® одобрена к применению в лабораториях Роспотребнадзора и производственных лабораториях. На начальном этапе на среде Salmosyst® BrothBase проводится неселективное обогащение бактерий, которые имеются в образце (инкубирование при температуре 35 °С в течение 6–8 ч). Далее для обеспечения селективного роста сальмонелл к 10 см³ среды добавляется 1 таблетка Salmosyst Selective Supplement. Посев инкубируется при температуре 35 °С в течение 18–24 ч в аэробных условиях. После этого культуру высевают на дифференциально-диагностическую среду для последующей идентификации сальмонелл.

К преимуществам метода относят:

- уменьшение времени исследования на 24–48 ч,
- высокую чувствительность;
- простоту выполнения анализа;
- экономичность [7].

3. ИФА экспресс-тесты Singlepath для обнаружения бактерий рода *Salmonella* (рис. 4).

Иммунохроматографические экспресс-тесты Singlepath®-*Salmonella* одобрены ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора» для обнаружения сальмонелл в пищевой продукции, поскольку показывают высокую сходимость результатов.

На этапе селективного определения сальмонелл с использованием данных экспресс-тестов возникает реакция антигенов сальмонелл с высокоспецифичными антителами теста. Далее на среде Раппопорта–Вассилиадиса (RVS) производят термическую инактивацию аликвоты обогащенной пробы (2 см³), после чего 0,16 см³ вносится в лунку диагностической панели. Антигены сальмонелл, которые содержатся в пробе, взаимодействуют с антителами экспресс-теста, образуя при этом окрашенный комплекс, который выявляется визуально.

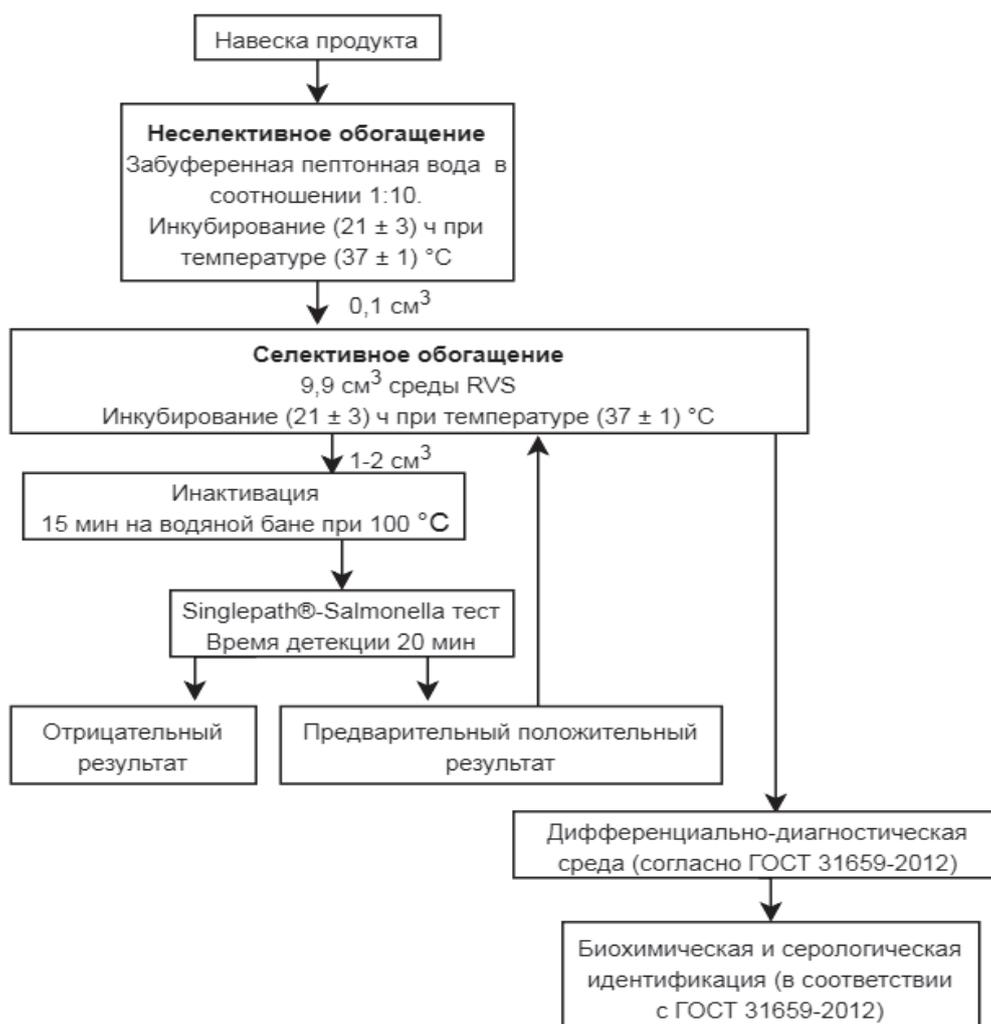


Рис. 4. Ускоренный метод обнаружения сальмонелл с использованием ИФА экспресс-тестов Singlepath®-Salmonella

Fig. 4. Accelerated method for the detection of bacteria of the genus Salmonella using rapid tests Singlepath®-Salmonella

Результат экспресс-теста считывается через 20 мин после внесения пробы. Результат положительный, если красная линия находится в тестовой (Т) и контрольной (С) зонах диагностической панели, отрицательный – если линия находится только в С-зоне (рис. 5).



Рис. 5. Иммунографический тест Singlepath® для экспрессного определения сальмонелл (слева – отрицательный ответ, справа – положительный ответ)

Fig. 5. Immunodeficiency test Singlepath® for Express determination of Salmonella (left – that's a negative, right – positive response)

После получения положительного результата культуральная жидкость высевается на дифференциально-диагностическую среду. Отрицательный результат подтверждает отсутствие сальмонеллы в испытуемой продукции. Экспресс-тест Singlepath®-Salmonella позволяет обнаруживать сальмонеллы в образце сразу после этапа селективного обогащения без дополнительных пересевов на среды.

Преимущества данного метода:

- значительное уменьшение времени анализа (на 48 ч),
- высокая специфичность и надежность определения;
- метод достаточно легкий при пробоподготовке.

К недостаткам метода можно отнести:

- вероятную ложноположительную реакцию, которая может быть связана с присутствием в пищевых продуктах инактивированных микроорганизмов или их фрагментов;
- потребность в дорогостоящем оборудовании для исследований;
- использование классического микробиологического метода для подтверждения полученных результатов [8].

Применение экспресс-методов позволит органам надзора значительно уменьшить затраты трудовых ресурсов при проведении анализа, повысить чувствительность при выявлении патогенных микроорганизмов, а также существенно сократить время, затрачиваемое на анализ.

Таким образом, есть необходимость включения экспресс-методов микробиологических испытаний молочной продукции, проводимых для целей государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР, в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, к ТР ТС 033/2013 для их законодательного применения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 8.820-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 15 с.
2. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции. Утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 октября 2013 года № 67. 190 с.
3. Дунченко Н.И., Храмцов А.Г. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. Новосибирск: Сибирское унив. изд-во, 2007. 488 с.
4. Мурадова Е.О. Микробиология. М.: Эксмо, 2009. 334 с.
5. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. Введ. 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 20 с.
6. ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. Введ. 1986-07-01. М.: Стандартинформ, 2010. 74 с.
7. Ускоренные методы выявления бактерий рода *Salmonella* в пищевых продуктах и сырье // МикроБио. URL: <http://mibio.ru> (дата обращения: 12.03.2019).
8. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды: метод. указания (МУ 4.2.2723–10). Роспотребнадзор РФ, 2011. 111 с.

Сведения об авторах: Блинова Анна Лобсановна, старший преподаватель, e-mail: al_blinova@mail.ru;

Макаренко Дарья Викторовна, гр. СТ6-412, e-mail: dashytka-10@mail.ru.

УДК 35.078.3

Е.В. Глебова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕТЕРИНАРНОГО СОПРОВОДИТЕЛЬНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

ФГИС «Меркурий» – автоматизированная система данных, созданная для отслеживания поднадзорных государственному ветеринарному надзору грузов при их производстве, обороте и перемещении по территории России. С 1 июля 2018 г. работа во ФГИС «Меркурий» стала обязательна и для всех предприятий общественного питания, участвующих в обороте товаров животного происхождения. С этой даты бумажный ветеринарный сопроводительный документ на официальном бланке с подписью и печатью заменился на электронный документ, сформированный во ФГИС «Меркурий».

***Ключевые слова:** ветеринарная сертификация, ФГИС «Меркурий», электронный сертификат, гашение, проверка подлинности.*

E.V. Glebova

THE AUTOMATED MERCURY SYSTEM FOR THE ENTERPRISES PUBLIC CATERING

FGIS «Mercury» is the automated system of data created for tracking of persons under surveillance to the state veterinary supervision freights by their production, a turn and movement across the territory of Russia. Since July 1, 2018 work in GIS «Mercury» became obligatory also for all catering establishments participating in turnover of goods of animal origin, from this date the paper veterinary accompanying document on the official form was signed and sealed replaced with the electronic document created in FGIS «Mercury».

***Key words:** veterinary certification, FGIS «Mercury», electronic certificate, clearing, authentication.*

Программа «Реформа контрольной и надзорной деятельности», утвержденная 21 декабря 2016 г. сроком реализации до 2025 г., включает перечень видов государственного контроля (надзора), в отношении которых были запланированы реорганизационные мероприятия. Одним из ключевых участников реформы контрольно-надзорной деятельности органов власти является Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (далее Россельхознадзор), воплощающая ветеринарную и фитосанитарную контрольные функции. Повышение эффективности администрирования процессов в рамках проводимой реформы предполагается повысить с помощью информатизации и автоматизации процедур ветеринарного сопроводительного документооборота [1].

Под эгидой Россельхознадзора лучшие программисты Федерального центра охраны здоровья животных создали уникальную в своем роде автоматизированную систему «Меркурий» – программу, позволяющую навсегда отказаться от бумажных ветеринарных сертификатов и создать полную систему прослеживаемости продукции в России – электронную сертификацию.

Обсуждение нововведения происходит на различных площадках, форумах производителей, рестораторов и т.д. Однако на сегодняшний день все еще возможно столкнуться с недооцениванием проведенной реформы и непониманием преимуществ, полученных в результате ее проведения.

Целью данной работы является изучение предпосылок проведенной реформы в области информатизации и автоматизации процедур ветеринарного сопроводительного доку-

ментооборота, а также выявление связанных с ними полученных преимуществ как для хозяйствующих субъектов, так и для потребителей их продукции в области общественного питания.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучены предпосылки создания программы электронной ветеринарной сертификации.

2. Выявлены преимущества, полученные в результате обязательной работы во ФГИС «Меркурий», для рестораторов и потребителей подконтрольной продукции животного происхождения на предприятиях общественного питания.

Контроль «от поля до прилавка» – принцип, провозглашенный много лет назад Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН, сегодня стал понятен каждому участнику торгового оборота [1].

Основную роль в создании подобного механизма играет ветеринарная сертификация, которая в том традиционном виде, в котором существует сейчас в России, себя давно изжила. Десятки миллионов бумажных документов, оформляемых на дорогостоящих бланках каждый год, стали не только затратными для государственного бюджета, но и причиной мошенничества, так как подделать их оказалось достаточно просто.

Очевидная необходимость внедрения системы, позволяющей отслеживать продукты питания на всей цепи производства и перемещения до точки реализации, сегодня стоит в России особым образом. Во-первых, такая система позволит защитить потребителя от некачественной и небезопасной продукции, а во-вторых, сделает действия надзорных органов прозрачными и эффективными в борьбе с мошенничеством, в-третьих, поможет добросовестному бизнесу работать и развиваться в условиях честной конкуренции, в-четвертых, даст потребителю надежный инструмент оценки защищенности своих прав.

ФГИС «Меркурий» – большая автоматизированная система данных, специально созданная для того, чтобы отслеживать поднадзорные государственному ветеринарному надзору грузы при их производстве, обороте и перемещении по территории России. С 1 июля 2018 г. работа во ФГИС «Меркурий» стала обязательна и для всех предприятий общественного питания (далее ПОП), участвующих в обороте товаров животного происхождения, именно с этой даты ветеринарный сопроводительный документ (ВСД – бумажный документ на официальном бланке с подписью и печатью) заменился на эВСД – это электронный документ, сформированный во ФГИС «Меркурий» [2]. Оборот эВСД осуществляется через ФГИС «Меркурий». Электронные ВСД создаются на каждую позицию накладной, хранятся в системе в течение трех лет.

На рис. 1 представлен вид эВСД, распечатанного из системы «Меркурий».

Важным этапом работы ФГИС «Меркурий» является гашение эВСД. Под гашением эВСД понимается процедура, при которой изменяется статус ранее оформленного ветеринарного сертификата. Законодательно это означает то, что хозяйствующий субъект, получивший данный товар, согласен с качеством и количеством данного товара и, соответственно, его гасит.

Вторая половина 2018 г. была отдана переходному периоду, в течение которого хозяйствующие субъекты обучались и привыкали к работе в системе «Меркурий», однако уже с 1 января 2019 г., если в ходе проверок в отношении хозяйствующих субъектов у них будет обнаружена продукция без ветеринарно-сопроводительных документов в электронном виде или имеющийся в информационной среде электронный сертификат не погашен, нарушитель будет привлечен к административной ответственности в соответствии со статьей 23 «Ответственность за нарушение ветеринарного законодательства Российской Федерации» Закона РФ от 14.05.1993 № 4979-1 (ред. от 27.12.2018) «О ветеринарии» и Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ, статья 10.6, ч. 1 и статья 10.8, ч. 2 [3, 4].

Статус:	погашено	Форма № 4
Ветеринарная справка		
Приморский край, Владивосток, КГБУ "Владивостокская ВСББЖ"	№ 1369285863 от 23.01.2019 12:09:17 МСК+7	
Отправитель:	Общество с ограниченной ответственностью "РЕГИОН ВОСТОЧНЫЙ", ИНН: 2543053111, ТТН: № 562,561 от 23.01.2019 г. <small>наименование юридического лица или Ф. И. О. физического лица</small>	
Получатель:	ООО "РЕГИОН ВОСТОЧНЫЙ" (690034, РФ, Приморский край, г. Владивосток, Фадеева ул., д. 49, стр. 44) <small>наименование и адрес предприятия-отправителя</small> ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", ИНН: 2538008586 <small>наименование юридического лица или Ф. И. О. физического лица</small> кафе "Евразия" (РФ, Приморский край, г. Владивосток, Светланская ул., д. 27) <small>наименование и адрес предприятия-получателя</small>	
Продукция:	Свинина бескостная мор., 54.2 кг <small>наименование и объем продукции</small> Коробка, картонная, 2 шт. <small>наименование и количество единиц упаковки</small>	
Производитель:	ООО "Кристалл" (РФ, Приморский край, г. Владивосток, Героев Варяга ул., д. 6А), ООО "Кристалл", г. Владивосток, ул. Героев Варяга, 6. <small>номер и название предприятия-производителя</small> ООО "Кристалл", клеймо 01-34-06 <small>маркировка, номер и форма клейма</small> 30.10.2018 - 31.10.2018 <small>дата выработки продукции</small>	
Лабораторные исследования:	не проводились	
<p>Подвергнута ветеринарно-санитарной экспертизе в полном объеме Маршрут следования: а/м Е287ЕЕ - 690034, РФ, Приморский край, г. Владивосток, Фадеева ул., д. 49, стр. 44 - РФ, Приморский край, г. Владивосток, Светланская ул., д. 27. ТТН: № 562,561 от 23.01.2019 г. Способ хранения при перевозке: замороженные Цель: для хранения и реализации Местность благополучна по заразным болезням животных Транспортировка при температуре -18 С. Входящий ВСД: № 1245769551 от 24.12.2018 13:46:37 МСК+7. Производственный ВСД: № 1245147563 от 24.12.2018</p>		
		<p>ВСД выдал: Ветеринарный врач Гаак Т.А.</p>
015D-04C5-D583-4769-856A-5447-7CEA-D8E3		

Рис. 1. Общий вид эСВД, сформированного во ФГИС «Меркурий» [3]
 Fig. 1. A general view of eSVD created in FGIS «Mercury»

Подключение предприятий общественного питания (далее ПОП) к этой программе имеет свои плюсы. Это своевременная государственная мера контроля. Подключение к программе позволит сделать систему бизнеса более прозрачной, автоматизировать многие процессы, сократить потребление бумажных ресурсов. В создавшихся условиях в случае неподключения ПОП к системе «Меркурий» поставщики не смогут работать с такими предприятиями, так как не смогут произвести отгрузку товара. Будет отсутствовать возможность перемещать поднадзорные продукты между розничными точками, так как при перемещении товаров нужен будет ЭВСД. Ограничения коснутся и поставщиков, теперь покупать продукты для ПОП возможно только там, где ему смогут оформить электронный сертификат. Розничные магазины, сети гипермаркетов и некоторые типы рынков, кроме тех, кто работает с юридическими лицами, теперь исключены из списка поставщиков.

Для того чтобы зарегистрироваться в данной системе, достаточно зайти на официальный сайт Россельхознадзора (www.fsvps.ru) и в специальной вкладке «Как начать работать во ФГИС «Меркурий» подготовить пакет указанных документов, в течение пяти дней данный субъект будет зарегистрирован.

ПОП, являясь конечным пунктом движения подконтрольных товаров, так как производит только готовые блюда, должно лишь принять товар во ФГИС «Меркурий» и погасить электронную справку. Перед погашением следует проверить, все ли в порядке с оформленным поставщиком сертификатом, все ли хорошо с товаром, и принять решение, готово ли оно принять товар полностью. После гашения входящего электронного сертификата в складском журнале будет сформирована новая запись на весь объем партии поступившей продукции. Если ПОП нужно принять только часть товара, то во ФГИС «Меркурий» возможно разделить партию, указав объем, который принимает предприятие, и причину возврата другой части товара. В результате входящий сертификат будет погашен, в складском журнале предприятия на часть партии поступившей продукции будет сформирована новая запись, а на оставшуюся – автоматически сформируется возвратный ЭВСД. Схема движения товара и формирования ЭВСД представлена на рис. 2 [5].

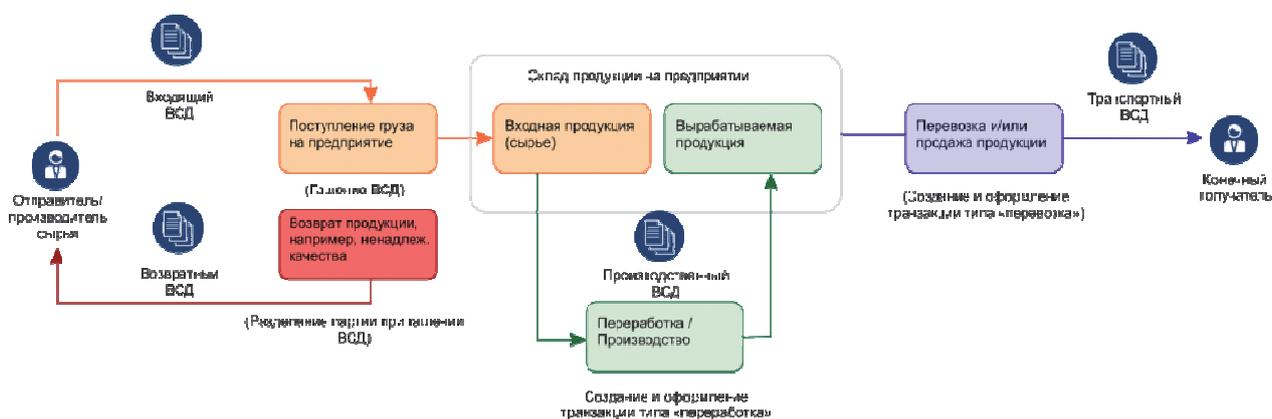


Рис. 2. Схема движения товара и формирования ЭВСД
Fig. 2. Scheme of the movement of goods and formation of eVSD

Стоит отметить, что только благодаря системе ФГИС «Меркурий» стало возможно оперативно выявлять незаконные схемы перемещения и легализации животноводческой продукции. Внедрение обязательной электронной ветеринарной сертификации способствует пресечению реализации нелегальной и небезопасной продукции в стране, позволяет выявлять недобросовестных производителей и поставщиков.

Электронные сертификаты, формирующиеся во ФГИС «Меркурий», имеют уникальный идентификационный код, состоящий из 32 букв и цифр, а также QR-код, рис. 3.



Рис. 3. Уникальный идентификационный код, состоящий из 32 букв и цифр, а также QR-код эВСД
Fig. 3. The unique identification code consisting of 32 letters and figures, and so the eVSD QR code

На рис. 3 мы видим увеличенное изображение эВСД в той части, где размещены идентификационный код и QR-код, являющиеся уникальными и соответствующие только данному сертификату. В любой момент заинтересованное лицо может проверить подлинность эВСД по его идентификатору либо по QR-коду. Проверку по идентификационному коду можно провести на официальном сайте Россельхознадзора в разделе «Ветис. Государственная информационная система в области ветеринарии» (ссылка на сайт <http://mercury.vetrif.ru/pub>). Регламент проверки с использованием идентификатора эВСД представлен на рис. 4.

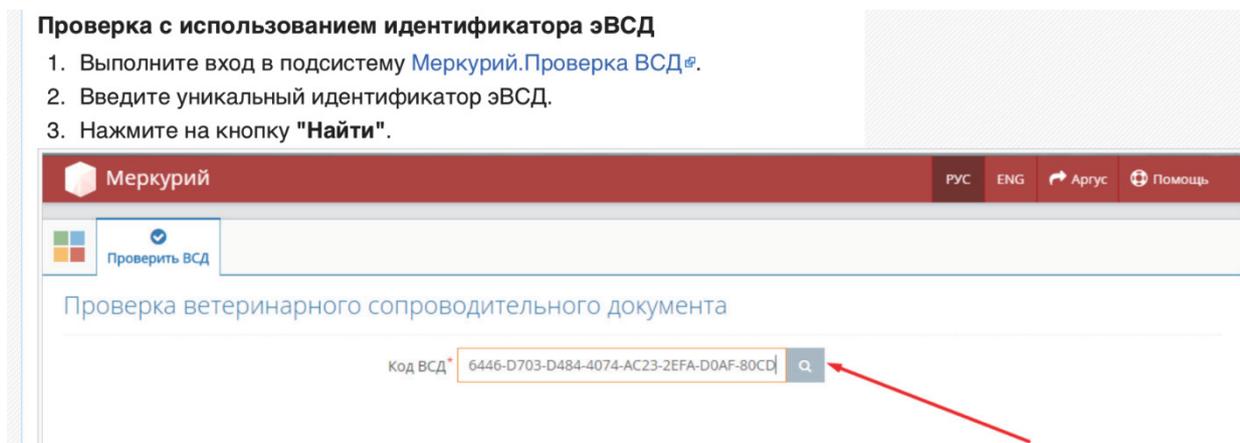


Рис. 4. Поиск эВСД в подсистеме «Меркурий». Проверка эВСД
Fig. 4. Search of eVSD in a subsystem «Mercury». Check of eVSD

Поверку эВСД с использованием QR-кода можно провести, используя камеру мобильного устройства, имеющего программу распознавания баркодов с выходом в сеть Интернет, наведя камеру на QR-код, расположенный на печатной форме эВСД, на экране мобильного устройства отобразится веб-гиперссылка с адресом на страницу просмотра эВСД, при переходе по ссылке откроется страница «Просмотр информации о ВСД», которая содержит следующую информацию: общие сведения; информация о продукции (название продукции, объем, дата выработки, срок годности, маркировка груза, выработан-

ная); фасовка (тип упаковки, количество и объем единиц упаковки товара); сведения о происхождении продукции (страна происхождения, предприятие-производитель, GTIN, артикул); сведения о транспорте (тип транспорта, номер ТС, способ хранения при перевозке) и др.

В результате внедрения электронной сертификации потребители получили государственную гарантию обеспечения безопасности обрабатываемой на территории Российской Федерации пищевой продукции животного происхождения, участники рынка – прозрачные и понятные правила работы на рынке, совершенную и честную конкуренцию. Нелегальные производства постепенно утратят возможность осуществлять свою деятельность, сократятся издержки, связанные с оформлением ветеринарных сопроводительных документов на бумажных носителях, с использованием данной информационной системы будет достигнута максимальная автоматизация процессов производства и обращения подконтрольной продукции.

Список литературы

1. Россельхознадзор [Электронный ресурс]. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору: [Сайт]. URL: www.fsvps.ru (дата обращения: 14.01.2019).

2. Об утверждении ветеринарных правил организации работы по оформлению ветеринарных сопроводительных документов, порядка оформления ветеринарных сопроводительных документов в электронной форме и порядка оформления ветеринарных сопроводительных документов на бумажных носителях: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2016 г. № 589. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2016. 101 с.

3. Российская Федерация. Законы. О ветеринарии от 14.05.1993 № 4979-1 [Электронный ресурс]. Нормативно-правовые акты: [Сайт]. URL: <https://bazanpra.ru/vs-rf-zakon-n4979-1-ot14051993-h230135/> (Дата последней редакции: 27.12.2018, дата обращения: 14.01.2019).

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс]. stkoaprf.ru: [Сайт]. URL: <http://stkoaprf.ru/> (дата последней редакции: 05.02.2018, дата обращения: 14.01.2019).

5. ФГИС «Меркурий» [Электронный ресурс]. Лемма: [Сайт]. URL: <https://lemma-group.ru/pro/gis/> (дата обращения: 14.01.2019).

Сведения об авторе: Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Levege@mail.ru.

УДК 65.63; 664.1.014

В.В. Давидович, В.А. Засимук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ СЫРЬЯ ВОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Рассмотрено расширение ассортимента кисломолочных десертов за счет внесения в их состав отдельных компонентов водного происхождения с целью изменения их структуры и обоснована технология получения таких продуктов.

***Ключевые слова:** кисломолочные десерты, обогащение, стабилизаторы структуры, агар-агар, каррагинан, гидролизат кукумарии.*

V.V. Davidovich, V.A. Zasimuk

USE OF STRUCTURING COMPOUND COMPONENTS FROM RAW MATERIAL ORIGIN IN THE PRODUCTION OF OXIDUM PRODUCTS

The expansion of the assortment of sour-milk desserts is considered due to the introduction of separate components of water origin into their composition with the purpose of changing their structure and the technology of obtaining such products is grounded.

***Key words:** sour-milk desserts, enrichment, structure stabilizers, agar-agar, carrageenan, cucumaria hydrolysate.*

Одной из причин расширения ассортимента кисломолочных продуктов, совершенствования их технологии, повышения качества выпускаемой продукции служат условия достаточно жесткой конкуренции, что предполагает знание процессов и особенностей технологии отдельных видов таких продуктов.

В состав заквасок, используемых в технологии кисломолочных продуктов, входят молочнокислые бактерии разных видов. В результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока, кисломолочные продукты приобретают диетические и лечебные свойства, т.е. являются одновременно продуктами питания и лечебно-профилактическими продуктами. При регулярном употреблении они нормализуют состояние микрофлоры кишечника, повышают иммунитет [1, 2]. В связи с этим интерес представляют инновационные технологии, предусматривающие разработку кисломолочных продуктов с улучшенными потребительскими свойствами, повышенной пищевой ценностью и позволяющие расширить спектр позитивного воздействия на человека.

При производстве кисломолочных продуктов используется множество источников функциональных компонентов из сырья растительного и животного происхождения, обладающих биологической активностью, кроме того, природные структурообразователи, выделенные из сырья водного происхождения.

Для обогащения кисломолочных продуктов биологически активными веществами используют различные наполнители, которые могут быть натуральными, природными источниками пищи или специально созданными продуктами, например, сухое, сгущенное молоко, казеинаты, пахта, сыворотка, плодово-ягодные и овощные наполнители [4, 5, 6, 7]. Добавление функциональных ингредиентов не только повышает пищевую ценность, но и

увеличивает биологическую ценность, так, например, плодово-ягодное сырье является дополнительными источниками глюкозы и фруктозы, витаминов, минеральных веществ, фенольных соединений, пищевых волокон; овощные наполнители богаты витаминами, белками, минеральными веществами, азотистыми соединениями и пищевыми волокнами; польза обогащения злаками заключается в наличии большого количества витаминов, минералов и других веществ, важных для нормальной деятельности организма; такой наполнитель, как агар-агар поставляет в наш организм кальций, калий, йод и важные для здоровья олигоэлементы, такие как фолиевая кислота и магний [7].

Важным показателем качества кисломолочных продуктов является их консистенция, поэтому для создания необходимой вязкой или желеобразной структуры в пищевой промышленности используются стабилизирующие добавки (структурообразователи), а также их композиции, ассортимент которых достаточно широк [8, 9].

Структурированные продукты легко усваиваются и за счет возможности включения в их состав ингредиентов, богатых пищевыми волокнами, которыми являются пектины, агар-агар, инулин и т.д., приобретают дополнительные функциональные свойства. Это позволяет расширить ассортимент пищевой продукции повышенной биологической ценности [9].

Целью работы явилась разработка технологии кисломолочных десертов, изготовленных с использованием различных структурообразователей, обогащенных гидролизатом кукумарии.

Гидролизат кукумарии является уникальным продуктом по содержанию белков, минеральных веществ и тритерпеновых гликозидов. В его состав входят витамины группы В, гексозамины, в частности, глюкозамин, сахара – галактоза, глюкоза, манноза, фруктоза, ксилоза, минеральные вещества. Кукумария обладает противомикробными и противоопухолевыми свойствами [10].

Материалами для получения кисломолочного десерта явились молоко «Фермерское подворье» (3,2 %); пищевые добавки: пектин, желатин, а также структурообразователи на основе сырья водного происхождения – агар-агар, каррагинан; ферментативный гидролизат кукумарии; пищевой ароматизатор; закваска для йогурта «Йогурт» ТУ 15.5-3060300036-001.

Материалами для получения ферментативного гидролизата кукумарии явились кукумария, ферментный препарат «Протамекс» фирмы Novozymes (400 ПЕ/г).

Для определения показателей белка в гидролизате кукумарии использовали метод Лоури [11].

Кислотность готового продукта определяли по ГОСТ 3624 [12].

Органолептическую оценку проводили согласно ГОСТ 31981 [12].

При получении гидролизата кукумарии размороженную кукумарию промывали водой для удаления слизи, очищали от внутренностей и измельчали до однородной консистенции. К измельченной кукумарии добавляли дистиллированную воду, соотношение вода : сырье 1 : 4. Вносили 0,1 % ферментного препарата «Протамекс» к массе сырья и проводили ферментативный гидролиз при температуре 40 °С в течение двух часов. По окончании процесса в гидролизате проводили инактивацию фермента в течение 10 мин при температуре 80 °С, гидролизат отфильтровывали и использовали для дальнейших исследований.

Готовый гидролизат представлял собой однородную жидкость темного цвета, с запахом, свойственным используемому сырью. В гидролизате кукумарии определяли содержание белка, которое составило 0,75 мкг/см³.

При получении десерта в молоко установленной жирности вносили 1 % ванильного сахара, для заквашивания использовали закваску прямого внесения, что позволяет уменьшить риск обсеменения продукта посторонней микрофлорой и сохранить постоянство состава и стабильность активности культур, в количестве 0,3 %.

Десерт получали термостатным способом в следующей последовательности: пастеризация молока, внесение структурообразователей, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание в емкости, сквашивание в термостатной камере, охлаждение.

Приготовленную смесь сквашивали в течение 4–5 ч до образования плотного сгустка.

Для обеспечения необходимой структуры кисломолочного десерта подбирали концентрацию структурообразователей экспериментальным путем. Для этого использовали их разные концентрации и сравнивали результаты органолептически. При подготовке структурообразователей молоко с агар-агаром, пектином, каррагинаном нагревали до температуры 90–95 °С в термоустойчивых емкостях в течение 5 мин. Образцы с желатином нагревали до 80 °С, чтобы желатин не потерял свои свойства.

В результате проведенных экспериментов было выявлено, что при использовании пектина в качестве загустителя оптимальной концентрацией явилось 2,4–3 %, при использовании желатина и агар-агара – 1,2–1,5 %, а для каррагинана – 0,08–0,1 % к массе молочной смеси.

В табл. 1 представлена органолептическая характеристика десерта со структурообразователями.

Таблица 1

Органолептическая характеристика молочного десерта со структурообразователями

Table 1

Organoleptic characteristics of milk dessert with structure-forming agents

Показатель	Структурообразователи			
	Агар	Пектин	Каррагинан	Желатин
Внешний вид	Однородная, желеобразная консистенция	Кремообразная консистенция	Нарушен сгусток, стекловидная консистенция	Однородная, плотная консистенция
Цвет	Молочно-белый равномерный	Бежевый с желтым оттенком, обусловлен цветом внесенного компонента	Молочно-белый с зеленоватым оттенком, равномерный	Молочно-белый равномерный
Запах	Кисломолочный, с ароматом ванильного сахара	Кисломолочный с ароматом ванильного сахара	Кисломолочный, с ароматом ванильного сахара	Кисломолочный, с соответствующим ароматом ванильного сахара
Вкус	Без посторонних привкусов, характерный для кисломолочных продуктов	Без посторонних привкусов, характерный для кисломолочных продуктов	Без посторонних привкусов	Привкус внесенного структурообразователя

Из эксперимента выяснили, что образцы с агаром и пектином соответствуют по органолептическим показателям ГОСТ Р 54339. Продукты молокосодержащие сквашенные. Общие технические условия [14]. Кисломолочный десерт с желатином по консистенции

оказался наиболее густым из всех образцов, ощущался привкус внесенного структурообразователя. Образец с каррагинаном имел стекловидный сгусток и зеленоватый оттенок.

На основании проведенных экспериментов были отобраны образцы, которые были получены с использованием агар-агара с концентрацией 1,5 % к массе молока и пектина с концентрацией 3 % к массе молока.

При оценке качества кисломолочных десертов важным показателем является их кислотность. Наибольшую кислотность имели образцы с агар-агаром и желатином – 90 °Т. Наименьшая кислотность была обнаружена в образце с пектином – 76 °Т, в образце с каррагинаном кислотность составила в среднем 87 °Т.

При обогащении структурированного кисломолочного десерта гидролизатом кукумарии использовали его в концентрации 10, 20, 30 %, заменяя им массу молока в смеси.

В табл. 2 представлена органолептическая характеристика десерта с пектином и гидролизатом кукумарии.

Таблица 2

Органолептическая характеристика кисломолочного десерта с пектином и гидролизатом кукумарии

Table 2

Organoleptic characteristics of milk dessert with pectin and a hydrolyzate of cucumaria

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец с гидролизатом		
		10 %	20 %	30 %
Внешний вид и консистенция	Однородная нежная консистенция	Кремообразная	Кремообразная	Кремообразная
Вкус и запах	Чистые, приятные, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. В меру сладкий вкус, с соответствующим вкусом и ароматом ванильного сахара	Кисловатые, приятные, без посторонних привкусов и запахов	Более выраженный кислый привкус	Кислый вкус
Цвет	Молочно-кремовый	Молочно-бежевый, обусловлен цветом внесенного гидролизата кукумарии	Бежевый, обусловлен цветом внесенного гидролизата кукумарии	Темно-бежевый, обусловлен цветом внесенного гидролизата кукумарии

Образцы с пектином и гидролизатом кукумарии с концентрациями 10, 20, 30 % имеют неравномерную, кремообразную консистенцию, но приятный кисломолочный вкус.

Кислотность полученных образцов в среднем составила 75, 79, 120 °Т соответственно.

В образце, содержащем 30 % гидролизата кукумарии, был более сильно выражен кислый вкус, поэтому для эксперимента с агар-агаром данную концентрацию гидролизата не применяли.

В табл. 3 представлена органолептическая характеристика готового десерта с агар-агаром и гидролизатом кукумарии.

Таблица 3

**Органолептическая характеристика кисломолочного продукта с агар-агаром
и гидролизатом кукумарии**

Table 3

Organoleptic characteristics of fermented milk product with agar-agar and hydrolysate

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец с гидролизатом	
		10 %	20 %
Внешний вид и консистенция	Желеобразная, однородная	Желеобразная, равномерная, однородная	Желеобразная, равномерная, однородная
Вкус и запах	Чистые, приятные, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. В меру сладкий вкус, с соответствующим вкусом и ароматом ванильного сахара	Чистые, приятные, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. В меру сладкий вкус, с соответствующим вкусом и ароматом ванильного сахара	Чистые, приятные, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. В меру сладкий вкус, с соответствующим вкусом и ароматом ванильного сахара
Цвет	Молочно-кремовый	Молочно-бежевый, обусловлен цветом внесенного гидролизата кукумарии	Бежевый, обусловлен цветом внесенного гидролизата кукумарии

Было выявлено, что кисломолочный десерт с агар-агаром и гидролизатом кукумарии с концентрацией 10 % имеет равномерную, упругую консистенцию, но характеризуется отсутствием приятного кислого вкуса, характерного для кисломолочного десерта. Образцы с концентрацией 20 % имеют равномерную, упругую консистенцию и более приятный кисломолочный вкус.

Установили, что наибольшую кислотность имел образец с агар-агаром, с концентрацией гидролизата кукумарии 20 % – в среднем 110 °Т. В образце с содержанием гидролизата кукумарии 10 % кислотность составила 95 °Т.

В ходе эксперимента установили, что вносимый гидролизат кукумарии повышает кислотность готового продукта. На основании проведенных экспериментов был отобран образец с концентрацией гидролизата кукумарии 20 % к массе сырья.

Органолептическая оценка готовых десертов показала, что кисломолочный десерт с агар-агаром и гидролизатом кукумарии обладал равномерной, упругой консистенцией и приятным кисломолочным вкусом, а десерт с пектином и гидролизатом кукумарии имел неравномерную, кремообразную консистенцию, но также приятный кисломолочный вкус. Самым приемлемым по органолептическим показателям оказался кисломолочный десерт с агар-агаром и гидролизатом кукумарии с концентрацией 20 % к массе молока.

В результате проделанной работы была разработана технология кисломолочного десерта с агар-агаром и гидролизатом кукумарии с концентрацией 20 %, полученный десерт имеет однородную, упругую консистенцию, обладает хорошими органолептическими свойствами. Новый обогащенный продукт позволит расширить ассортимент кисломолочных десертов с использованием структурообразователей.

Список литературы

1. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функциональное питание. М.: Грантъ, 2002. 296 с.
2. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Т. 1. Цельномолочные продукты. СПб.: ГИОРД, 1999. 384 с.

3. Десерты из сыворотки. Новая жизнь вторичного молочного сырья [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: <http://meat-milk.ru/milk/articles/2/view/207.html>.

4. Варивода А.А. Технология хранения и переработки молока и молочных продуктов. Изд-во Palmarium Academic Publishing, 2013. 273 с.

5. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов: традиции и инновации. М.: КолосС, 2012. 536 с.

6. Крूसь Г.Н., Храпцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. М.: КолосС, 2003. 316 с.

7. Растительные ингредиенты в производстве кисломолочных продуктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://borona.net/high-technologies/processing/herbal_ingredients_in_production_dairy_products.html.

8. Смоляр С. Ищем замену молоку: молочные десерты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nanya.ru/stati/2016/08/29/ishem-zamenu-moloku-molochnye-deserty/>.

9. Гранатова В.П., Запорожский А.А., Касьянов Г.И. Теория и практика получения и применения натуральных структурообразователей // Пищ. технология. 2007. № 2. С. 5–8.

10. Отходы переработки дальневосточных голотурий как сырье для получения биологически активных добавок к пище [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/othody-pererabotki-dalnevostochnyh-goloturiy-kak-syrie-dlya-polucheniya-biologicheskii-aktivnyh-dobavok-k-pische>.

11. Количественное определение белка по методу Лоури [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studopedia.ru/8_87060_kolichestvennoe-opredelenie-belka-po-metodu-louri.html.

12. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021584>.

13. ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107778>.

14. ГОСТ Р 54339-2011. Продукты молкосодержащие сквашенные. Общие технические условия.

Сведения об авторах: Давидович Валентина Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: davidvalentina@yandex.ru;

Засимук Валерия Алексеевна, гр. БТб-412, e-mail: lera.zasimuk@mail.ru.

УДК 664.95+633

Н.Н. Ковалев, Ю.М. ПоздняковаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЗОСТЕРЫ**

Проведено обоснование способов предварительной обработки зостеры. Для оценки экстрактивности пектина использовали зостеру сушеную листовую, измельченную до размера 2–3 мм, зостеру сушеную и измельченную на ножевой мельнице, измельченную на ножевой мельнице и обработанную ультразвуком, а также сухую зостеру, предварительно обработанную 95%-м спиртом с последующим измельчением на ножевой мельнице. Обнаружено, что экстрактивность пектинов из воздушно-сухих образцов зостеры зависит от выбора экстрагента. Выход пектина в образцах из листовой зостеры и зостеры, измельченной на ножевой мельнице (порошок), варьирует незначительно. Водная экстракция зостеры приводила к переходу в раствор около 20 % пектина, в то время как использование в качестве экстрагента 1%-го раствора лимонной кислоты приводило к повышению выхода пектина в раствор до 24,4 %. Ультразвуковая обработка измельченной зостеры приводила к наибольшему выходу пектиновых веществ в раствор. Также обработка ультразвуком положительно влияет на сорбционные свойства получаемого продукта. Исследование вязкости образцов показало, что наибольшая из всех вязкость экстракта зостеры определена в образце, полученном способом предварительной обработки травы спиртом и экстрагированном лимонной кислотой. Проведенные эксперименты показали, что раствор лимонной кислоты является более эффективным экстрагентом, чем вода. Проведенное исследование обосновывает важность предварительной обработки зостеры для дальнейшего ее применения в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: зостера, экстракция, измельчение, пектин.

N.N. Kovalev, Yu.M. Pozdnyakova**JUSTIFICATION METHODS OF ZOSTERA PROCESSING**

The substantiation of the pre-treatment methods zoster was conducted. To assess the pectin extractivity, dried zoster sheet crushed to a size of 2-3 mm, dried and crushed zoster in a knife mill, crushed in a knife mill and processed by ultrasound, as well as dry zoster pre-treated with 95% alcohol, followed by grinding in a knife mill, were used to assess the pectin extractiveness. It was found that the extractability of pectins from air-dried samples of zosteras depends on the choice of extractant. The yield of pectin in samples from leaf zoster and zoster milled in a knife mill (powder) varies slightly. Aqueous extraction of zosteras led to a transition to a solution of about 20% pectin, while the use of 1 % citric acid solution as an extractant led to an increase in the yield of pectin in the solution to 24.4 %. Ultrasonic treatment of ground zoster led to the highest yield of pectin substances in the solution. Also, sonication has a positive effect on the sorption properties of the resulting product. The study of the viscosity of the samples showed that the highest viscosity of the extract of the zoster extract was determined in a sample obtained by pre-treating the herb with alcohol and extracted with citric acid. Experiments have shown that citric acid solution is a more effective extractant than water. The study justifies the importance of pre-treatment of zosteras for its further use in various industries.

Key words: zoster, extraction, grinding, pectin.

Одним из направлений государственной политики в области здорового питания является улучшение структуры питания населения за счет увеличения доли продуктов массового потребления с высокой пищевой и биологической ценностью. Разработка новых пищевых продуктов для различных групп населения – актуальная задача в решении проблемы здорового питания. Важную роль в современных исследованиях играет разработка

продуктов функционального назначения, которые способны улучшать функционирование как определенных органов и систем человека, так и всего организма в целом [1]. В связи со сложной экологической ситуацией возрастает необходимость использования в пищу натуральных пищевых продуктов, содержащих биологически активные вещества (БАВ) различного спектра действия. Растительное биологически активное сырье повышает лечебно-профилактические свойства пищи, служит одним из основных источников БАВ, которые даже в минимальном количестве оказывают оздоровительное и защитное действия.

Перспективным направлением улучшения качества и ассортимента пищевых продуктов можно считать использование морского растительного сырья, такого как морские травы. Морские травы и их БАВ могут быть в полной мере использованы для профилактики и лечения ряда «болезней цивилизации», устранения последствий влияния токсических веществ на организм человека, они способствуют увеличению работоспособности и активации процессов восстановления [2, 3]. Так, показано, что низкоэтерифицированный пектин из морской травы *Zostera marina* обладает более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с милдронатом и эмоксипином [4]. Минорные компоненты zostеры (комплекс полифенолов) проявляют противоопухолевую активность по отношению к аденокарциноме Эрлиха *in vitro* [5]. Обосновано применение zostеры в кормах сельскохозяйственных животных и птицы [6].

Zостерат рекомендуется в качестве структурообразователя при производстве консервов типа конфитюр [7]. Адсорбционные свойства zostерина высоки, в сравнении с общеизвестными пектинами, за счет более высокого содержания галактурановой кислоты. Использование нетрадиционного сырья, содержащего пектины, немаловажно, так как в Приморском крае сохраняется неблагоприятная экологическая ситуация, обусловленная значительным ростом автотранспорта и большими объемами выбросов загрязняющих веществ от производственных объектов [8].

Несмотря на длительную историю изучения пектинов морских трав, известно несколько основных способов извлечения zostерина. Основными стадиями являются обработка zostеры слабым раствором кислот, нейтрализация, экстракция пектина и его осаждение спиртом или растворами солей металлов [9].

Была проведена работа по исследованию физико-химического состава zostеры, заготовленной разными способами [10]. Для проведения экспериментов использовали свежемороженную и сушеную zostеру. Часть исследуемых сырьевых образцов перед выделением биологически активных веществ подвергали деминерализации. Содержание пектиновых веществ в zostере свежемороженой составило 9,92 %, в zostере свежемороженой деминерализованной – 44 %; в zostере сушеной – 11,5 %, в zostере сушеной деминерализованной – 37,2 %. Самый высокий выход пектиновых веществ наблюдался после обработки сырья целлюлитическим ферментным препаратом, он составил в среднем 60,3 % от массы сырья.

Таким образом, все известные технологии переработки zostеры подразумевают сначала выделение растворимых компонентов и дальнейшее использование полученного жмыха в производстве кормов. Поэтому в настоящем исследовании в обработке zostеры применяли технологические приемы, которые позволяют использовать этот вид сырья целиком, без образования отходов. Разработка технологии пищевых продуктов на основе морской травы *Zostera marina*, включающая способы ее предварительной обработки, является актуальной.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись воздушно-сухие образцы морской травы *Zostera marina* и готовый продукт – желейный мармелад. Образцы zostеры предоставлены ООО «ФармОушн Лаб», г. Партизанск, заготовка – по ГОСТ 6730-75 «Трава морская сушеная. Технические условия» [11].

В качестве фермента использовали коммерческий препарат ЦеллоЛюкс-А с удельной активностью 2000 ед./г (ТУ 9291-008-13684916-05 с изменением № 1) [12].

Выделение нерастворимого пектина – по [13, 14].

Определение сорбционных свойств выделенного пектина зостеры проводили фотоколориметрическим методом для ионов меди [15].

Определение вязкостных характеристик растворов пектина проводили на ротационном вискозиметре серии ALPHA (производство Fungilab, SA).

Количественное определение пектиновых веществ определяли титриметрическим методом по ГОСТ 29059-91 «Продукты переработки плодов и овощей» [16].

Статистическую обработку результатов осуществляли на основе подсчета средних значений показателей и стандартной средней ошибки. Все цифровые величины, использованные при построении таблиц, являются среднеарифметическими, включая среднюю ошибку из результатов 3 параллельных определений, надежность которых установлена доверительным интервалом [17].

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Для оценки экстрактивности пектина использовали 5 образцов зостеры различных способов обработки: 1 – зостера сушеная листовая, измельченная до размера 2–3 мм; 2 – зостера сушеная, измельченная на ножевой мельнице; 3 – высушенный водный экстракт зостеры (1 : 5), предварительно измельченной на ножевой мельнице и обработанной ультразвуком (250 Гц, 10 мин); 4 – сухая зостера, предварительно обработанная 95%-м спиртом с последующим измельчением на ножевой мельнице.

Нами впервые применен способ обработки зостеры ультразвуком. Чаще всего ультразвуковую обработку растительных материалов используют в фармацевтической, парфюмерной и пищевой отраслях промышленности. Установлено, что при помощи УЗ-обработки возможно извлечь практически все известные вещества, продуцируемые растениями [18].

Предварительная обработка морской травы спиртом (95%-й раствор этанола в соотношении 1 : 10) позволила очистить ее от примесей, в частности хлорофилла.

Экстракция пектиновых веществ из растительного сырья – первый и наиболее важный этап получения пектина. Задача гидролиза растительного сырья при получении пектина – разрыв макромолекулы протопектина [19].

Одна из задач по извлечению пектина – подбор наилучшего экстрагирующего агента. Известно, что экстрактивность полисахаридов зависит от типа экстрагента и его pH (увеличивается до pH 4) [20]. В качестве экстрагентов были использованы дистиллированная вода и 1%-й раствор пищевой лимонной кислоты.

Для интенсификации экстрагирования пектина и максимального его извлечения исходное сырье подвергали предварительной обработке – мацерации. Экспериментально установлено, что набухание сырья способствует более полному гидролизу растительного материала, в результате степень экстрагирования пектина увеличивается на 2–3 %, что не противоречит литературным данным [21].

Экстракцию пектина в экспериментальных образцах зостеры проводили при температуре 20 °С в течение 24 ч. Оптимальная величина гидромодуля с учетом достаточной степени высушенности используемого сырья составляет 1 : 40 [13].

Условия режима экстрагирования в проведенных экспериментах и определенное содержание пектиновых веществ (% от сухой массы сырья) приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Влияние способов обработки zostеры на экстрактивность пектина
(% сухой массы сырья)**

Table 1

**Effect of processing on Zostera pectin extraction
(% dry weight of raw materials)**

№ п/п	Образец zostеры	Экстрагент			
		Вода		1%-я лимонная кислота	
		Пектин	Целлюлоза	Пектин	Целлюлоза
1	Листовая	20,1	79,9	23,9	76,1
2	Порошок	20,4	79,6	24,4	75,6
3	Обработанная УЗ	38,6	61,4	39,1	60,9
4	Обработанная спиртом	25,9	74,1	26,7	73,3

Проведенные исследования показали, что экстрактивность пектинов из воздушно-сухих образцов zostеры зависит от выбора экстрагента. Выход пектина в образцах из листовой zostеры и zostеры, измельченной на ножевой мельнице (порошок), варьирует незначительно. Сравнение образцов 1 и 2 показало, что водная экстракция zostеры приводила к переходу в раствор около 20 % пектина. В то время как использование в качестве экстрагента 1%-го раствора лимонной кислоты приводило к повышению выхода пектина в раствор до 24,4 %, что в 1,2 раза выше по сравнению с водной экстракцией. При сравнении образцов в зависимости от способа предварительной обработки следует отметить повышение выхода пектина в раствор. Известно, что zostера является источником флавоноидов, извлекаемых путем экстракции спиртом. Оценка влияния предварительной обработки zostеры этиловым спиртом показала, что количество экстрагируемого водой пектина составляет 25,9 %, что несколько выше, чем при экстракции раствором лимонной кислоты без обработки спиртом. Ультразвуковая обработка измельченной zostеры приводила к наибольшему выходу пектиновых веществ в раствор. Повышение выхода экстракции пектиновых веществ отмечено в 1,5 раза по сравнению с листовой zostерой. Вероятно, дезинтегрирующее действие ультразвука способствует разрушению тканевых и клеточных структур и, как следствие, повышению выхода пектина в раствор.

Сравнение влияния вида экстрагента на переход пектиновых веществ в раствор показало, что использование раствора лимонной кислоты приводит к повышению экстрактивности на 0,5–4,0 % в зависимости от используемого способа предварительной обработки травы. Наибольшая разница в экстрактивности водой и раствором лимонной кислоты отмечена для образца zostеры, измельченной на ножевой мельнице.

Обработка измельченной zostеры ультразвуком приводила к снижению количества нерастворимой целлюлозы независимо от выбора экстрагента. Возможно, воздействие ультразвука приводит к деградации полимера целлюлозы с образованием мономеров.

Полученные нами данные по экстрактивности пектина из морской травы zostера несколько выше значений, приведенных в литературе [13]. По-видимому, это связано с использованием гравиметрического метода, позволяющего оценить суммарный выход экстрактивных веществ.

Для более полного извлечения пектина из сырья представляется рациональным его предварительное механическое измельчение и обработка ультразвуком.

Дальнейшую очистку экстрагированных пектинов проводили трехкратным переосаждением 95%-м этиловым спиртом.

Одним из основных свойств пектинов как углеводных биополимеров являются их сорбционные свойства. Определение сорбционных свойств выделенного в результате экстракции образцов пектина зостеры проводили фотоколориметрическим методом. Сущность метода заключалась в сравнении содержания ионов металла в растворе пектина до и после адсорбции. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сорбционная емкость пектинов зостеры (мг меди/г)

Table 2

Sorption capacity of *Zostera* pectins (mg copper/g)

№ п/п	Образец зостеры	Содержание меди в растворе, мг	Экстракция водой	Экстракция лимонной кислотой
1	Листовая	20	5,7±0,2	4,8±0,1
		40	14,5±0,3	13,0±0,3
2	Порошок	20	5,8±0,1	4,9±0,1
		40	14,2±0,2	13,0±0,4
3	Обработанная УЗ	20	6,8±0,2	6,3±0,2
		40	14,6±0,3	13,8±0,2
4	Обработанная спиртом	20	5,8±0,1	4,9±0,1
		40	13,0±0,2	14,0±0,3

Из данных табл. 2 следует, что все образцы пектина способны сорбировать ионы меди. Способность пектинов к сорбции ионов меди из растворов с различной ее концентрацией различалась. Сорбционная способность пектинов листовой и порошковой зостеры не различались. Более эффективно ионы меди сорбировались пектином зостеры, обработанной ультразвуком. Сравнение образцов 3 и 2 показывает, что сорбционная емкость образца пектина из травы, обработанной ультразвуком, в 1,2 раза больше, чем образца без обработки. Выше было отмечено, что обработка ультразвуком приводила к снижению количества нерастворимой целлюлозы. Возможно, воздействие ультразвука приводит к деградации полимера целлюлозы с образованием мономеров, способных сорбировать ионы меди. Оценка влияния предварительной обработки зостеры этиловым спиртом показала, что сорбционная способность пектина, экстрагированного и водой, и кислотой, не изменяется. Меньшей сорбционной способностью характеризовались образцы из зостеры, экстракцию которых проводили лимонной кислотой. По-видимому, кислая среда, в случае использования лимонной кислоты, влияет на ионизацию в пектине молекул, ответственных за сорбционные свойства.

Результаты проведенного исследования показали, что способ предварительной обработки зостеры оказывает влияние на сорбционные свойства выделенного из нее пектина.

Вязкость является одним из характерных свойств пектиновых веществ как лиофильных коллоидов. Молекулы пектина легко ассоциируются либо друг с другом, либо с крупными молекулами сопутствующих веществ. Вязкость водных растворов пектинов зависит от концентрации, степени этерификации, температуры и некоторых других факторов [22]. Вязкость 1%-х растворов пектинов определяли с использованием ротационного вискозиметра ALPHA (Fungilab, SA).

Результаты определения вязкости растворов пектинов, выделенных из образцов зостеры различными экстрагентами, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели вязкости растворов пектинов, экстрагированных из zostеры

Table 3

Indicators of pectin solutions viscosity extracted from the eelgrass

№ п/п	Образец zostеры	Вязкость V , мПа·с	
		Экстракция водой	Экстракция лимонной кислотой
1	Листовая	11,5±0,2	11,6±0,2
2	Порошок	11,8±0,2	11,5±0,1
3	Обработанная УЗ	11,7±0,1	11,8±0,3
4	Обработанная спиртом	11,8±0,1	11,9±0,2

Следует отметить, что исследованные образцы растворов пектинов не различались по величине вязкости. Однако большая из всех вязкость экстракта zostеры определена в образце, полученном способом предварительной обработки травы спиртом и экстрагированном лимонной кислотой. Проведенные эксперименты показали, что раствор лимонной кислоты является более эффективным экстрагентом, чем вода.

Полиуронидная составляющая отражает содержание пектина в пересчете на галактуроновую кислоту и характеризует степень чистоты препарата пектина. Степень этерификации является важным качественным показателем пектина, рассчитывается как отношение числа этерифицированных карбоксильных групп к общему содержанию карбоксильных групп в пектине [23].

Для исследования использовали образцы zostеры 2 и 3 – zostера сушеная, измельченная на ножевой мельнице, и zostера, предварительно измельченная на ножевой мельнице, обработанная ультразвуком. Экстракцию проводили при комнатной температуре в течение 24 ч (гидромодуль 1 : 40).

Результаты определения массовой доли полиуронидов и степени этерификации пектинов, выделенных из образцов zostеры различных способов обработки, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Определение полиуронидной части пектинов, выделенных из образцов zostеры различных способов обработки

Table 4

Determination of the polyuronide part of pectins isolated from Zostera samples of different processing methods

Образец zostеры	Массовая доля полиуронидов, %	Степень этерификации, %
Порошок	75,7	17,1
Обработанная УЗ (порошок)	76,2	14,7

Как видно из приведенных в табл. 4 данных, массовая доля полиуронидов не зависит от способа обработки сырья. В то же время обработка zostеры ультразвуком приводит к снижению степени этерификации полиуроновых кислот (пектина). Так как степень этерификации определяет способность пектинов к гелеобразованию, полученные данные необходимо учитывать при разработке рекомендаций использования данного вида сырья.

На основании проведенного исследования определено, что экстрактивность пектиновых компонентов водой зависит от способа предварительной обработки zostеры. Экстрактивность пектиновых компонентов водой уменьшается в ряду: zostера, обработанная ультразвуком > zostера, обработанная спиртом > zostера без предварительной обработки >

листовая зостера. Использование в качестве экстрагента 1%-го раствора лимонной кислоты приводило к повышению выхода пектина в раствор в 1,2 раза по сравнению с водной экстракцией. Способы обработки сырья оказывают влияние на сорбционную емкость пектина по отношению к ионам меди, но не оказывают влияния на величину их динамической вязкости.

Применяемые способы обработки сырья не оказывают влияния на массовую долю полиуронидов в экстрактах, но снижают степень их этерификации.

Таким образом, проведенное исследование обосновывает важность предварительной обработки зостеры для дальнейшего ее применения в различных отраслях промышленности.

Список литературы

1. Сергеев В. Н., Кокаев Ю. И. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности // Пищ. пром-сть. 2001. № 6. С. 28–30.
2. Хасина Э.И., Кривоногова А.С. Гиполипидемический эффект зостерина – пектина из морской травы зостеры // Сельскохозяйственная биол. 2010. № 45. С. 71–75.
3. Хасина Э.И., Требухов Е.Е., Золотухина О.Н. Оптимизация физической работоспособности зостерином // Дальневост. мед. журн. 2001. № 2. С. 45–47.
4. Коленченко Е.А., Сониная Л.Н., Хотимченко Ю.С. Сравнительная оценка антиоксидантной активности низкоэтерифицированного пектина из морской травы *Zostera marina* и препаратов-антиоксидантов *in vitro* // Биол. моря. 2005. Т. 31, № 5. С. 380–383.
5. Злобнова Н.В., Кривошапка О.Н. Изучение противоопухолевой активности компонентов полифенольного комплекса из морской травы *Zostera marina in vitro* // Научный альманах. 2015. № 10. С. 1025–1027.
6. Фролова В.Д. Лабораторный анализ морской травы зостера и перспективы её использования в кормлении животных // Вклад молодых ученых в аграрную науку: сб. тр. конф., Кинель, 18–19 апреля 2017. С. 131–135.
7. Салиева А.Р. Пектиновые вещества из морских и пресноводных трав как структурообразователи при изготовлении консервов типа конфитюр // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хозяйств. 2013. № 1. С. 194–200.
8. Экологическая ситуация в Приморском крае. Федеральный портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.protown.ru/obl/267.htm>.
9. Белякова И.А., Битютская О.Е., Глубоковских Ю.Р. Краткий аналитический обзор способов получения морского пектина // Образование, наука и молодёжь – 2018: материалы науч.-практ. конф. студентов и курсантов ФГБОУ ВО «КГМУ», Керчь, 2–13 апреля 2018. С. 110–118.
10. Боковня И.Е., Давидович В.В. Оценка содержания биологически активных веществ в морской траве семейства *Zosteraceae* при различных способах ее заготовки // Междунар. науч.-исследоват. журн. 2015. № 8(39), ч. 2. С. 6–7.
11. ГОСТ 6730-75. Трава морская сушеная. Технические условия. М.: Госстандарт, 1975. 6 с.
12. ТУ 9291-008-13684916-05. Технологическое вспомогательное средство – ферментный препарат ЦеллоЛюкс-А. Технические условия с изменением № 1.
13. Лоенко Ю.Н., Артюков А.А., Козловская Э.П. и др. Зостерин. Владивосток: Дальнаука, 1997. 211 с.
14. Пат. 2364277 РФ, МПК: А23L1/317 (2006.01), А23L1/314 (2006.01). Способ производства вареных колбасных изделий / Тихоокеанский государственный экономический университет (ТГЭУ) Федеральное агентство по образованию Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования (RU). 2009.

15. Кацева Г.П. Исследование взаимодействия пектиновых веществ с солями меди, ртути, цинка и кадмия // Химия природных соединений. 1988. № 2. С. 171–175.

16. ГОСТ 29059-91. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. М.: Госстандарт, 1991. 9 с.

17. Бунтова Е.В. Статистическая обработка результатов измерений. Самара: Книга, 2011. 87 с.

18. Гликман С.А. Природа и свойства пектиновых студней // Сб. материалов Всесоюз. совещ. по вопросам технол. и химии пектинов. М., 1962. С. 55.

19. Сушкова В.И., Воробьева Г.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества. Киров, 2007. 204 с.

20. ООО ПО «Сиббиофарм» [Электронный ресурс]. URL: <http://po-sibbiofarm.tiu.ru/p697729-tsellolyuks-2000-edg.html>.

21. Минзанова С.Т. Научные основы и технологические аспекты комплексной переработки фитомассы амаранта для получения пектиновых веществ и белковых изолятов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань: КазНЦ РАН, 2000. 159 с.

22. Шамкова Н.Т., Зайко Г.М., Тамова М.Ю. Влияние замораживания на некоторые свойства пектинов // Изв. вузов. Пищ. технология. 1999. № 5–6. С. 42–44.

23. Сравнительное изучение пектинов различного вида растительного сырья [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/581/1503>.

Сведения об авторах: Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, главный научный сотрудник НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;

Позднякова Юлия Михайловна, кандидат технических наук, директор НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, e-mail: pozdneyakova.julia@yandex.ru.

УДК 627.8

В.И. Полещук, Д.В. Полещук, С.Н. Максимова, Т.Н. Слущкая

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ТЕХНОЛОГИЯ СОЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ (ИВАСИ)

Рассмотрены перспективы производства пресервов с пониженным содержанием соли из разделанной сардины тихоокеанской (иваси). С этой целью проведены исследования рынка пресервной продукции и оценка технологической характеристики соленого полуфабриката. Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что обоснованная технология пресервов из разделанной сардины тихоокеанской (иваси) является актуальной и технологически воспроизводимой.

Ключевые слова: сардина тихоокеанская (иваси), пресервы, соленый полуфабрикат, буферность.

V.I. Poleshchuk, D.V. Poleshchuk, S.N. Maksimova, T.N. Slutskaya

TECHNOLOGY OF SALTED PRODUCTS FROM PACIFIC SARDINE (IVASI)

The prospects for the production of preserves with reduced salt content from split Pacific sardine (Ivasi) are considered. For this purpose, studies of the market of preserved products and evaluation of the technological characteristics of salted semi-finished products have been carried out. The analysis of experimental data shows that the sound technology of preserved food from split Pacific sardine (Ivasi) is relevant and technologically replicable.

Key words: Pacific Sardine (Ivasi), preserved food, salted semi-finished product, buffering capacity.

К технологическим особенностям сардины можно отнести не только высокую активность ферментов тканей и внутренних органов, но и высокое содержание жира, иногда достигающее до 30 %. Данный факт в условиях нормативного холодильного хранения может стать дополнительным фактором, усугубляющим механическое разрушение клеточных оболочек кристаллами льда и приводящим к нарушению полупроницаемости мембран, что, в свою очередь, может привести не только к нарушению консистенции мяса, но и к окислению липидов, и в целом – к снижению качественных характеристик готовой продукции [1].

С учетом биохимических особенностей сырья наиболее предпочтительной продукцией из сардины тихоокеанской (иваси) может считаться соленая (в том числе пресервы).

Развитие рынка пресервной продукции наблюдается как в сторону использования сырья с низкой способностью к созреванию (толстолобик, карп и др.), так и использования традиционных объектов в технологии пресервов (сельдевые, лососевые), которые отличаются высокой способностью к созреванию.

Изменение видового состава сырья, поступающего в переработку, снижение объема вылова традиционных сырьевых объектов морского и океанического промысла заставляют промышленность изыскивать новые технологические направления для производства пресервной продукции, которая пользуется большим спросом у населения.

В последние 5 лет наблюдается тенденция к увеличению доли пресервов в различных соусах и заливках из разделанного сырья и снижению доли пресервов пряного и специального посола из целой рыбы [2].

Наметившийся рост потребления пресервов из ценных пород рыб (лосось, форель и др.) нивелируется высокой стоимостью подобной продукции по сравнению с традиционными видами пресервов, а также снижением покупательной способности населения. Данный ассортимент может найти своего потребителя среди городского населения, где наблюдается популярность данного товара [3].

Подобная ситуация на рынке приводит к потребности поиска недорогого ассортимента пресервной продукции, которая бы отвечала основным запросам потребителей.

В предыдущих работах нами была представлена разработанная технология пресервов из сардины тихоокеанской (иваси) с использованием биорегуляторов протеолиза растительного происхождения и природного биополимера хитозана [4]. В ходе проведения научных исследований нами было рекомендовано использовать законченный посол в качестве способа обработки, а активность мышечных и пищеварительных ферментов корректировать использованием ингибиторов протеолиза. Полученная по данной технологии соленая продукция характеризовалась высокими органолептическими характеристиками, низким содержанием соли и высокой хранимостпособностью за счет применения хитозана как барьерного средства [5].

Расширение ассортимента соленой продукции из сардины тихоокеанской (иваси) было ограничено сроками хранения исследуемого сырья. В дальнейших научных исследованиях на протяжении полутора лет была проведена оценка качественных характеристик мороженой сардины тихоокеанской (иваси) различных производителей. Было выявлено, что при использовании предварительного охлаждения перед холодильной обработкой, вылове в стадии нагула и использовании в качестве сырья сардины на начальном периоде хранения представляется возможным разработать технологию соленой (пресервной) продукции в заливках из разделанной рыбы.

Цель исследований – оценка технологических характеристик соленого полуфабриката – сардины тихоокеанской (иваси) – для производства пресервной продукции в заливках из разделанной рыбы.

В качестве сырья использовали мороженую сардину тихоокеанскую (иваси). Органолептическую оценку качества определяли по ГОСТ 7631-2008 в соответствии с терминологией описания признаков, получившей наибольшее распространение в практике, и результатам дегустационных совещаний.

Показатель буферности определяли согласно ГОСТ 19182-89.

Были проанализированы технологии посола сардины тихоокеанской (иваси), позволяющие получить пресервы в заливках из разделанной рыбы с высокими органолептическими характеристиками и относительно пролонгированным сроком хранения.

Наиболее близким к заданным характеристикам являлся способ приготовления соленой рыбы, условиями которого было использование прерванного посола [6].

Взяв за основу известные технологические параметры по изготовлению соленого полуфабриката, нами был проведен «модельный» эксперимент по производству соленого полуфабриката и определению его качественных характеристик.

Посол сардины тихоокеанской (иваси) осуществляли смешанным способом. Сырье размораживали при комнатной температуре, промывали в проточной воде, далее отправляли на стекание. Одновременно готовили посольную смесь из расчета 40 % от массы. Рыбу перемешивали с солью, укладывали в полимерную тару, заливали тузлуком плотностью 1200 г/см³. Крышку полимерной тары плотно закрывали и направляли на созревание при температуре от 0 до плюс 2 °С.

Для определения срока прерывания посола и получения соленого полуфабриката для производства пресервов из разделанной рыбы нами проводилось исследование биохимических и органолептических показателей образцов через каждые сутки после начала посола.

В образцах сардины, обладающих высокой ферментативной активностью мышечных и пищеварительных ферментов, уже на вторые сутки от начала посола наблюдались признаки начала созревания (размягчение мышечной ткани, появление приятного запаха, который нами трактовался как «аромат созревания»). Динамика изменения органолептических свойств соленого полуфабриката представлена в таблице.

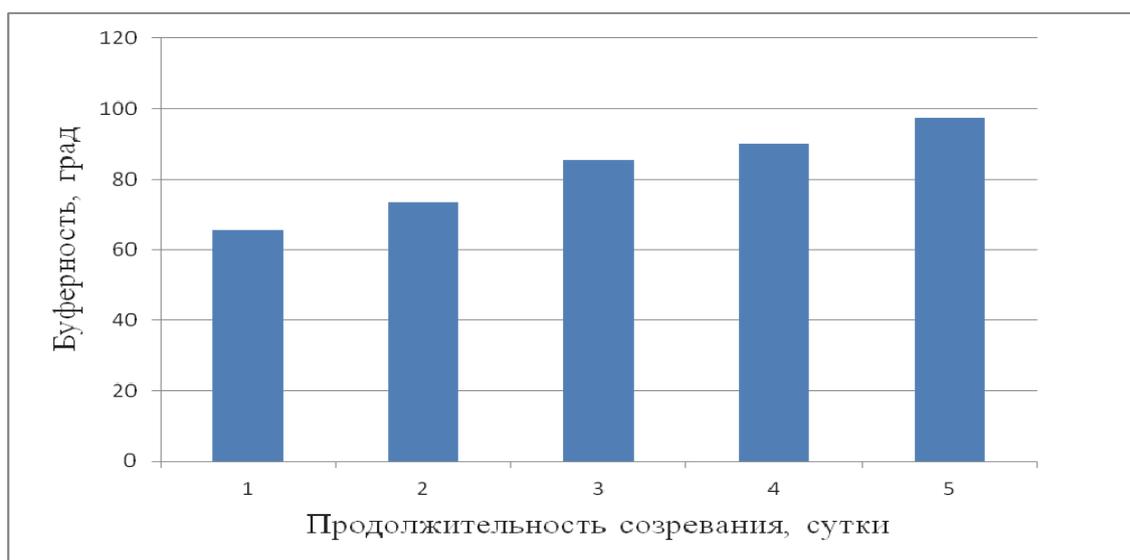
Органолептическая оценка соленого полуфабриката из сардины тихоокеанской (иваси)

Sensory evaluation of salted semi-finished product from Pacific sardine (Ivasi)

Время созревания, сут	Показатели качества соленого полуфабриката			
	Внешний вид	Цвет мышечной ткани	Запах (аромат)	Консистенция
1	Свойственный рыбе, без изменений	Розовый	Свойственный сырой рыбе, без посторонних включений	Твердая
2	Свойственный рыбе, без изменений	Розовый	Свойственный сырой рыбе, с небольшими включениями «аромата созревания»	Плотная
3	Свойственный рыбе, без изменений	Розовый	Свойственный рыбе в начале процесса созревания, приятный	Плотная, слегка упругая
4	Свойственный рыбе, без изменений	Розовый	Свойственный рыбе в начале процесса созревания, приятный	Плотная, упругая
5	Свойственный рыбе, без изменений	Розовый	Приятный, преобладает аромат «созревшей» рыбы	Более упругая, слегка плотная

Как видно из представленных данных, активация ферментов наступила уже на вторые сутки после начала посола, запустив процесс созревания, что впоследствии все более интенсивно оказывало влияние на качество соленого полуфабриката.

Для определения уровня биохимических изменений в соленом полуфабрикate нами был исследован показатель буферности, значения которого представлены на рисунке.



Исследование буферности соленого полуфабриката из сардины тихоокеанской (иваси)
Study of buffer state salted semi-finished product from Pacific Sardine (Ivasi)

В ходе эксперимента наблюдалось постепенное увеличение значений показателя буферности, причем отмечено его плавное повышение.

Оптимальным решением, на наш взгляд, было активировать процесс созревания с участием протеаз мышечной ткани, чтобы в дальнейшем при удалении внутренностей и порционировании происходило «дозревание» сардины тихоокеанской (иваси). Это было достигнуто путем создания в системе кислой среды, активирующей высокоактивные ферменты мышечной ткани – катепсины [7].

Рациональным периодом посола установлена продолжительность в течение 3 сут после начала посола. Такой полуфабрикат характеризовался как «рыба в начале процесса созревания», содержание соли в соленом полуфабрикате составляло 4,5 %, что является рациональным для соленой продукции с пониженным содержанием соли.

Таким образом, полученный соленый полуфабрикат из сардины тихоокеанской (иваси) обладает высокими органолептическими и физико-химическими показателями и может быть использован в технологии пресервной продукции в заливках из разделанной рыбы.

Список литературы

1. Ярочкин А.П., Акулин В.Н., Якуш Е.В. и др. Сардина (иваси) и скумбрия на горизонте // Рыб. хоз-во. 2015. № 6. С. 78–82.

2. Производство рыбных пресервов в России [Электронный ресурс]. Северо-Западное территориальное управление Федерального агентства по рыболовству: [Сайт]. Режим доступа: <http://sztufar.ru/publications/2013-02-07/proizvodstvo-rybnyh-preservov-v-rossii-v-2012-g-sokratilos-na-115>.

3. Рыбные консервы и пресервы. Смещение акцентов [Электронный ресурс]: обзоры рынка продуктов питания // Ярмарка: [Сайт]. Режим доступа: <http://www.yarmarka.net/marketplace/articles/preservy.asp>.

4. Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н., Полещук Д.В. и др. Использование биорегуляторов протеолиза растительного происхождения в технологии пресервов // Изв. КГТУ. 2018. № 48. С. 112–118.

5. Слуцкая Т.Н., Максимова С.Н., Полещук Д.В., Полещук В.И. Перспективы применения ингибиторов протеолиза растительного происхождения в технологии соленой рыбной продукции // Вестн. науки и образования Северо-Запада России. 2018. Т. 4, № 2. С. 13–18.

6. Слуцкая Т.Н., Миленина Н.И., Ломако И.А. Созревание пресервов из разделанной и неразделанной мелкой сардины иваси // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. 1987. № 1. С. 65.

7. Слуцкая Т.Н., Иголкина Л.А., Соколова Е.В. выделение катепсина Д из мышечной ткани рыб // Прикладная биохимия и микробиология. 1987. Т. 23, вып. 4. С. 447–452.

Сведения об авторах: Полещук Виктория Игоревна, аспирант, e-mail: vichka.babiy.93@mail.ru;

Полещук Денис Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: tym1988@mail.ru;

Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, профессор, e-mail: maxsvet61@mail.ru;

Слуцкая Татьяна Ноевна, доктор технических наук, профессор, e-mail: t.slutskaya@mail.ru.

УДК 519.22./25

Т.А. РыжкинаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ
СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Рассматривается постановочный пример природного стохастического процесса, генерирующего последовательность случайных чисел (ПСЧ). Процесс представляется в виде временного ряда (ВР), стационарного или нестационарного. Генерация ПСЧ осуществляется с помощью равномерного и нормального распределений случайных величин (СВ). Моделирование ВР выполняется на основе авторегрессии как линейного фильтра ПСЧ. Для краткосрочных прогнозов результата процесса параметры регрессии считаются переменными и оцениваются на каждом шаге с учетом длины (временного лага) входящего потока. Параметры регрессии корректируются (адаптируются) по методу антиградиента квадратической ошибки прогноза, что означает минимизацию ошибки (иначе, по методу «наискорейшего спуска»). Значение работы определяется конкретной процедурой адаптации модели и подбором параметра адаптации, в частности, для стационарного процесса.

Ключевые слова: последовательность случайных чисел, стационарность, авторегрессия, минимизация ошибки прогноза, метод «наискорейшего спуска», автокорреляция, характеристический многочлен, теорема Руше.

T.A. Ryzhkina**CONSTRUCTION OF ADAPTIVE MODEL OF CONTROL
OF THE STOCHASTIC PROCESS**

The paper deals with a staged example of a natural stochastic process generating a sequence of random numbers (PSP). The process is represented as a time series (TS), stationary or non-stationary. Generation of PSP is carried out using uniform and normal distributions of random variables (RV). TS simulation is performed on the basis of autoregression as a linear PSP filter. For short-term forecasts of the process result, the regression parameters are considered variable and are estimated at each step, taking into account the length of the incoming flow (time lag). The regression parameters are adjusted (adapted) by the anti-gradient method of the square error of the forecast, which means minimization of the error (otherwise, by the method of “fastest descent”). The value of the work is determined by the specific procedure of adapting the model and the selection of the adaptation parameter, in particular, for the stationary process.

Key words: random number sequence, stationarity, autoregression, minimization of the forecast error, the “fastest descent” method, autocorrelation, characteristic polynomial, Rusche theorem.

Введение

Интерес в данной работе представляет получение моделей, лежащих в основе процедуры прогнозирования. Предполагается, прежде всего, получение информации о развитии процесса в настоящий момент, предсказание показателей процесса в течение кратковременного периода с учетом преемственности данных и степени их влияния на процесс. Объектом исследования служит процесс (ВР), генерирующий ПСЧ. Это может быть контроль наличия случайных включений в продукции в допустимых пределах. Генерируется ПСЧ по формуле интегрального закона нормального распределения $N(a, \sigma)$ [1]:

$$P(X < x) = 0,5 + \Phi(x-a/\sigma), \quad (1)$$

где P – вероятность; $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$ – функция Лапласа.

С помощью этой формулы по заданной вероятности P попадания нормально распределенной СВ X в интервал $(-\infty, x)$ возвращается точка x . Для этого используется встроенная в ППП Excel функция «Норм. обр.». Предварительно формируется последовательность для вероятностей с помощью инструмента «Генерация случайных чисел» в «Пакете анализа».

Произвольно сформированное равномерное распределение $R(0,1)$, $n = 30$ упорядочивается для придания процессу x_t прикладного смысла. Каждое число из $R(0,1)$ понимается как вероятность $Rt = P(X < x_t)$, t – текущий момент времени [2].

На основании $R(0,1)$, $n = 30$ функция «Норм. обр.» формирует ПСЧ нормального распределения с заданными параметрами $a = 1$, $\sigma = 0,1$ [2]. Выбор числа наблюдений $n = 30$ сделан с учетом возможных значений лага p , т.е. сдвига по времени, и свойств предполагаемой модели имитации. Полученное случайное нормальное распределение центрируется, т.е. вычисляются отклонения элементов ПСЧ от среднего значения $\tilde{x}_t = x_t - a = x_t - 1$ [2].

Таблица 1

Центрированное распределение

Table 1

Centered distribution

t	\tilde{x}_t	t	\tilde{x}_t
1	0,2274	16	0,0160
2	0,1259	17	0,0079
3	0,1076	18	0,0050
4	0,0926	19	0,0034
5	0,0873	20	-0,0050
6	0,0851	21	-0,0124
7	0,0783	22	-0,0137
8	0,0664	23	-0,0311
9	0,0555	24	-0,0347
10	0,0421	25	-0,0380
11	0,0273	26	-0,0384
12	0,0272	27	-0,0513
13	0,0258	28	-0,0519
14	0,0215	29	-0,0866
15	0,0179	30	-0,0938

Текущий член ВР, табл. 1, с помощью авторегрессионной модели представляется взвешенной суммой прошлых p значений, $p = 3, 2, 1$. Рассматривается входящий в формулу поток в виде одного, двух или трех первых элементов при условии, что отсутствует постоянный поток. Таким образом, начальный коэффициент авторегрессии принимается равным нулю. Остальные коэффициенты формулы представляют по отдельности «вес» соответствующего входящего элемента \tilde{x}_t .

В дальнейшем предполагается, что текущий член ВР выражается линейной формулой регрессии, коэффициенты которой могут быть переменными.

1. Авторегрессионная модель одномерного процесса

Формула авторегрессии имеет следующий вид:

$$\tilde{x}_t = \alpha + \sum_{i=1}^p b_i \tilde{x}_{t-i} + \varepsilon_t, t = p+1, \dots, n, b_i = \text{const.} \quad (2)$$

Иногда постоянный входящий поток α не включают в формулу для получения прямой зависимости текущего значения от предыдущих значений, т.е.

$$\tilde{x}_t = \sum_{i=1}^p b_i \tilde{x}_{t-i} + \varepsilon_t, t = p+1, \dots, n, b_i = \text{const.} \quad (3)$$

Коэффициенты формулы (3) могут быть получены методом наименьших квадратов (МНК) в простой форме при условии, что остатки ε_t образуют «белый шум». Это есть нормальный стохастический процесс как совместное нормальное распределение двух его разных сечений [1]. Другой вариант расчета коэффициентов регрессии (3) с нулевым свободным членом возможен с помощью встроенной в ППП Excel функцией «Линейн».

Вводится линейный оператор сдвига назад L (оператор лага) как в [3, 4], действующий так: $Lb_p \tilde{x}_{t-p} = b_p L^p$, $p \geq 0$. Авторегрессионный оператор порядка p как функция оператора лага принимает вид $\varphi(L) = 1 - \sum_{i=1}^p b_i L^i$. Формулы (2), (3) преобразуются соответственно:

$$(1 - \alpha - \sum_{i=1}^p b_i L^i)x_t = \varepsilon_t, \quad (1 - \sum_{i=1}^p b_i L^i)x_t = \varepsilon_t. \quad (4)$$

Компактно формулы (2), (3), (4) записываются так:

$$\varphi(L)\tilde{x}_t = \varepsilon_t. \quad (5)$$

С авторегрессией тесно связана автокорреляционная функция, которая выражается в виде линейной комбинации коэффициентов автокорреляции, с такими же коэффициентами, что и в формуле (5),

$$\rho_k = \sum_{i=1}^p b_i \rho_{k-i}, k = 1, \dots, n/4. \quad (6)$$

В объекте рассмотрения (см. табл. 1) число k ограничивается величиной, равной 7, чтобы не ослаблять поле корреляции [4, 5].

Используя автокорреляционный оператор, (6) можно записать так:

$$\varphi(L)\rho_k = 0. \quad (7)$$

Ядро линейного оператора $\varphi(L)$, [6], приводит к рассмотрению уравнения

$$1 - \sum_{i=1}^p b_i z^i = 0. \quad (8)$$

Это уравнение называют характеристическим [4, 5] по отношению к (5). Устойчивость формулы (5) зависит от корней характеристического уравнения (8).

Под устойчивостью результатов имитации понимается степень их нечувствительности к изменению входных условий. Оценка устойчивости (которая иногда понимается как ста-

ционарность) может быть выполнена разными способами. Чаще всего контролируют дисперсию результатов модели в зависимости от интервала моделирования. Если увеличения дисперсии не происходит, результаты применения модели считаются устойчивыми. Эффективным способом контроля устойчивости формул (3–5) является установление того факта, что все корни характеристического уравнения (8) (действительные и/или комплексные сопряженные) находятся вне единичного круга комплексной плоскости [2, 4, 5].

Решение вопроса о количестве и величинах корней уравнения (8) может быть достигнуто на основании теоремы Руше [7].

Формулы вида (3) с лагом $p = 3, 2, 1$ для ВР, табл. 1, составленные с помощью инструмента «Регрессия» в надстройке «Пакет анализа», имеют соответственно вид [2]:

$$\tilde{x}_t = 1,30664 \tilde{x}_{t-1} - 0,12935 \tilde{x}_{t-2} - 0,01727 \tilde{x}_{t-3} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,009199. \quad (9)$$

$$\tilde{x}_t = 1,20446 \tilde{x}_{t-1} - 0,22414 \tilde{x}_{t-2} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,00968. \quad (10)$$

$$\tilde{x}_t = 0,797481 \tilde{x}_{t-1} + \varepsilon_t, \sigma_{ocm} = 0,0167685. \quad (11)$$

В формулах (9–11) приводится оценка случайной ошибки σ_{ocm} .

Модели (10), (11) можно считать устойчивыми (стационарными). Модель (9) свойством устойчивости не обладает [7].

2. Адаптация коэффициентов модели авторегрессии

Итак, для получения более подходящей модели имитации ВР коэффициенты формулы (3) рассматриваются в зависимости от входящего потока и ошибки прогноза в момент $(t + 1)$.

Анализ ошибки прогноза с квадратом

$$e^2_{t+1} = (\tilde{x}_{t+1} - \sum_{i=1}^p b_i \tilde{x}_{t-i})^2 \quad (12)$$

с точки зрения достижения ею минимума в p -мерном пространстве [4] приводит к рассмотрению классической задачи минимизации квадратической функции нескольких переменных градиентным способом. Уменьшение ошибки может быть достигнуто в направлении антиградиента, т.е. по методу «наискорейшего спуска».

Корректировка вектора коэффициентов B может быть выполнена по правилу

$$B_n = B_s - k \text{grad}(e^2_{t+1}), \quad (13)$$

где B_n, B_s, k – векторы новых, старых коэффициентов и скорость движения ($k > 0$) в направлении антиградиента соответственно.

Если теперь в момент $(t+1)$ использовать новые коэффициенты B_n , имея в виду, что ошибка по абсолютной величине должна стать меньше, получится неравенство

$$e^2_n = (\tilde{x}_{t+1} - \sum_{i=1}^p (b_i)_n \tilde{x}_{t-i})^2 = e^2_s (1 - 2k \sum_{i=1}^p x^2_{t-i})^2 < e^2_s, \quad \left| 1 - 2k \sum_{i=1}^p x^2_{t-i} \right| < 1, \quad (14)$$

где e^2_n, e^2_s – новая и старая ошибки с квадратом соответственно.

Скорость k регулируется неравенством (14) достаточно неопределенно [2, 4]. Вводится в рассмотрение параметр адаптации $\alpha \in (0,2)$. Тогда k определяется через α как

$$k = \frac{\alpha}{2 \sum_1^p x^2_{t-i}}. \quad (15)$$

Параметр адаптации α на весь период имитации принимается заданным и постоянным, а k – переменной величиной. Оптимизация модели достигается подбором α с учетом (14).

Коэффициенты b_i преобразуются по формуле

$$(b_i)_n = (b_i)_s + \frac{\alpha e_{t+1} \tilde{x}_{t-i}}{\sum_1^p \tilde{x}^2_{t-i}}. \quad (16)$$

Получена рабочая формула для корректировки коэффициентов на каждом шаге в поле наблюдений и на один шаг вперед за пределы поля для ближайшего прогноза. Второе слагаемое в (16) обозначается символом $\Delta(b_i)_s$. Вычисления адаптированных коэффициентов авторегрессии выполняются в ППП MS Excel.

В качестве примера рассматривается имитация ВР с третьего шага с помощью формулы (10) с входящим потоком из двух элементов (2 фактора, 2 ф.). Корректировка коэффициентов приближения элементов ВР по адаптированной формуле на каждом шаге ($t+1$), ближайший прогноз на выходе из поля наблюдений, средний уровень приближений приводятся в табл. 2.

На третьем шаге \tilde{x}_3 имитируется с помощью (10) и входного потока \tilde{x}_2, \tilde{x}_1 , вычисляется отклонение e_3 полученного приближения от наблюдения \tilde{x}_3 . Приближение на четвертом шаге выполняется по формуле с адаптированными коэффициентами (16) и входным потоком \tilde{x}_3, \tilde{x}_2 , вычисляется e_4 . Следующая итерация позволяет получить прогноз \tilde{x}_5 . Параметр адаптации выбран равным 0,5. Средний уровень приближений равен 0,022708. Прогноз на шаге 31 равен (-0,10184). Средняя квадратическая погрешность равна 0,000143.

Таблица 2

Адаптация авторегрессии, $p = 2, \alpha = 0,5$

Table 2

Adaptation of autoregression, $p = 2, \alpha = 0.5$

t	\tilde{x}_t	\tilde{x}_{t-1}	\tilde{x}_{t-2}	b_1	b_2	\tilde{x}_t , прогноз	e_{t+1}	$\Delta(b_1)_s$	$\Delta(b_2)_s$
1	0,227427			0	1	0,227427	0	0	0
	0,125888			1	0	0,125888	0	0	0
3	0,107558	0,125888	0,227427	1,204458	-0,22414	0,100651	0,006908	0	0
4	0,092624	0,107558	0,125888	1,218008	-0,20828	0,104787	-0,01216	0,01355	0,015859
5	0,087326	0,092624	0,107558	1,190051	-0,24075	0,084333	0,002993	-0,02796	-0,03246
6	0,085097	0,087326	0,092624	1,198116	-0,23219	0,083121	0,001976	0,008065	0,008554
7	0,078345	0,085097	0,087326	1,203771	-0,22639	0,082667	-0,00432	0,005656	0,005804
8	0,066384	0,078345	0,085097	1,191116	-0,24013	0,072883	-0,0065	-0,01265	-0,01375

Окончание табл. 2

t	\tilde{x}_t	\tilde{x}_{t-1}	\tilde{x}_{t-2}	b_1	b_2	\tilde{x}_t , прогноз	e_{t+1}	$\Delta(b_1)s$	$\Delta(b_2)s$
9	0,055485	0,066384	0,078345	1,170659	-0,26428	0,057009	-0,00152	-0,02046	-0,02414
10	0,042079	0,055485	0,066384	1,165012	-0,27103	0,046648	-0,00457	-0,00565	-0,00676
11	0,027329	0,042079	0,055485	1,145186	-0,29718	0,031699	-0,00437	-0,01983	-0,02614
12	0,027194	0,027329	0,042079	1,121465	-0,3337	0,016607	0,010587	-0,02372	-0,03652
13	0,025792	0,027194	0,027329	1,218314	-0,23637	0,026671	-0,00088	0,096849	0,09733
14	0,021473	0,025792	0,027194	1,21024	-0,24488	0,024555	-0,00308	-0,00807	-0,00851
15	0,017939	0,021473	0,025792	1,18086	-0,28017	0,01813	-0,00019	-0,02938	-0,03529
16	0,016007	0,017939	0,021473	1,178672	-0,28279	0,015072	0,000935	-0,00219	-0,00262
17	0,007945	0,016007	0,017939	1,191612	-0,26829	0,014261	-0,00632	0,01294	0,014502
18	0,004986	0,007945	0,016007	1,113045	-0,42658	0,002015	0,002971	-0,07857	-0,15829
19	0,003393	0,004986	0,007945	1,197218	-0,29244	0,003646	-0,00025	0,084174	0,134131
20	-0,00505	0,003393	0,004986	1,185445	-0,30974	0,002478	-0,00753	-0,01177	-0,0173
21	-0,01237	-0,00505	0,003393	1,698875	-0,65493	-0,0108	-0,00157	0,51343	-0,34519
22	-0,01366	-0,01237	-0,00505	1,753281	-0,63273	-0,01849	0,004834	0,054406	0,022205
23	-0,03111	-0,01366	-0,01237	1,656042	-0,72079	-0,0137	-0,01741	-0,09724	-0,08806
24	-0,03466	-0,03111	-0,01366	1,890619	-0,61781	-0,05037	0,015713	0,234577	0,102979
25	-0,03796	-0,03466	-0,03111	1,765062	-0,7305	-0,03845	0,000492	-0,12556	-0,11269
26	-0,03845	-0,03796	-0,03466	1,761527	-0,73373	-0,04144	0,002984	-0,00354	-0,00323
27	-0,05129	-0,03845	-0,03796	1,741878	-0,75312	-0,03839	-0,0129	-0,01965	-0,0194
28	-0,05188	-0,05129	-0,03845	1,822391	-0,69277	-0,06684	0,014959	0,080514	0,060358
29	-0,08658	-0,05188	-0,05129	1,749486	-0,76485	-0,05153	-0,03505	-0,07291	-0,07208
30	-0,09381	-0,08658	-0,05188	1,898415	-0,67561	-0,12931	0,035506	0,148928	0,089242
31	-0,12931	-0,09381	-0,08658	1,796218	-0,76993	-0,10184	-0,02748	-0,1022	-0,09432
Среднее	0,022116					0,022708	-0,00156		
e^2_{t+1}							0,000143		

В табл. 3 производится корректировка параметров модели длиной $p = 2$ с разными вариантами параметра адаптации на весь период имитации. Из сравнения достигнутых средних значений приближений, прогноза \tilde{x}_{31} , средних квадратических погрешностей результата в табл. 3 следует, что при $\alpha = 0,5$ прогноз более достоверен.

В случае $p = 3$ авторегрессия неустойчивая, и при том же параметре адаптации $\alpha = 0,5$ прогноз результата и его среднеквадратическая погрешность уступают в сравнении с показателями табл. 2.

Таблица 3

Результаты адаптации авторегрессии при $p = 2, 3$ и разных α

Table 3

The results of the adaptation of the autoregression at $p = 2, 3$ and different α

t	BP	$p=2,$ $\alpha=0$	$p=2,$ $\alpha=0,3$	$p=2,$ $\alpha=0,5$	$p=2,$ $\alpha=1,3$	$p=2,$ $\alpha=1,5$	$p=3,$ $\alpha=0$	$p=3,$ $\alpha=0,5$
1	0,227427	0,227427	0,227427	0,227427	0,227427	0,227427	0,227427	0,227427
2	0,125888	0,125888	0,125888	0,125888	0,125888	0,125888	0,125888	0,125888
3	0,107558	0,100651	0,100651	0,100651	0,100651	0,100651	0,107558	0,107558

Окончание табл. 3

t	BP	$p=2,$ $\alpha=0$	$p=2,$ $\alpha=0,3$	$p=2,$ $\alpha=0,5$	$p=2,$ $\alpha=1,3$	$p=2,$ $\alpha=1,5$	$p=3,$ $\alpha=0$	$p=3,$ $\alpha=0,5$
4	0,092624	0,101333	0,103405	0,104787	0,110313	0,111695	0,085532	0,120329
5	0,087326	0,087454	0,085996	0,084333	0,072156	0,067731	0,085679	0,091087
6	0,085097	0,08442	0,083513	0,083121	0,090435	0,096142	0,083809	0,086228
7	0,078345	0,082922	0,082529	0,082667	0,081752	0,077592	0,084124	0,08487
8	0,066384	0,07529	0,07366	0,072883	0,069738	0,07135	0,076492	0,073878
9	0,055485	0,062397	0,058767	0,057009	0,053097	0,05144	0,062117	0,056666
10	0,042079	0,05195	0,047907	0,046648	0,047218	0,048785	0,050572	0,045813
11	0,027329	0,038246	0,033248	0,031699	0,027757	0,025638	0,036501	0,031021
12	0,027194	0,023485	0,018127	0,016607	0,015397	0,016963	0,020819	0,015426
13	0,025792	0,026628	0,025258	0,026671	0,035783	0,036961	0,024833	0,02654
14	0,021473	0,02497	0,023785	0,024555	0,020859	0,018245	0,025529	0,025386
15	0,017939	0,020082	0,0183	0,01813	0,017149	0,018872	0,02009	0,018259
16	0,016007	0,016794	0,015201	0,015072	0,015377	0,014386	0,016271	0,014806
17	0,007945	0,015258	0,014141	0,014261	0,014875	0,015627	0,014938	0,014239
18	0,004986	0,005982	0,003259	0,002015	-0,0034	-0,00533	0,005256	0,001769
19	0,003393	0,004225	0,003321	0,003646	0,010243	0,013802	0,002762	0,002484
20	-0,00505	0,00297	0,002414	0,002478	-0,00205	-0,00647	0,002436	0,00255
21	-0,01237	-0,00684	-0,00919	-0,0108	-0,01097	-0,00489	-0,00788	-0,0112
22	-0,01366	-0,01376	-0,01657	-0,01849	-0,0114	-0,00523	-0,01608	-0,01888
23	-0,03111	-0,01368	-0,0141	-0,0137	-0,00707	-0,01143	-0,01538	-0,01199
24	-0,03466	-0,0344	-0,04479	-0,05037	-0,06385	-0,06378	-0,03677	-0,04393
25	-0,03796	-0,03477	-0,03954	-0,03845	-0,02101	-0,02393	-0,03894	-0,03781
26	-0,03845	-0,03795	-0,04253	-0,04144	-0,04427	-0,04676	-0,03982	-0,03546
27	-0,05129	-0,03781	-0,04041	-0,03839	-0,03437	-0,03329	-0,03943	-0,03495
28	-0,05188	-0,05316	-0,06358	-0,06684	-0,0815	-0,0803	-0,05559	-0,06322
29	-0,08658	-0,05099	-0,05464	-0,05153	-0,03258	-0,03267	-0,05461	-0,05327
30	-0,09381	-0,09265	-0,11865	-0,12931	-0,16793	-0,16533	-0,09768	-0,12465
31	Прогноз		-0,10648	-0,10184	-0,0574	-0,05738		-0,10911
e^2_{t+1}		8,7E-05	0,000101	0,000143	0,000444	0,00044	7,52E-05	0,000153
Среднее	0,022116	0,026745	0,023426	0,022708	0,021857	0,021993	0,025215	0,024562

Заключение

Имеет место оригинальность в постановке исследуемого процесса и в самой процедуре корректировки параметров авторегрессионной модели известным методом. Последовательные итерации при подходящем подборе параметра адаптации на весь период имитации позволяют выйти из поля наблюдений с ближайшим достоверным прогнозом, среднеквадратическая погрешность которого имеет порядок 10^{-5} .

Для физических случайных процессов установлена оптимальная длина устойчивой (стационарной) модели авторегрессии $p \leq 2$ [2, 4]. При построении адаптивной модели за основу лучше брать стационарную модель.

Научные методы и подходы в данной работе могут быть полезны при формировании профессионально ориентированных творческих заданий для студентов.

Список литературы

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2003. 479 с.
2. Рыжкина Т.А., Старовойтова З.П. Моделирование устойчивых фильтров для стохастических процессов // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. Вып. 34. С. 25–38.
3. Эконометрика: учебник / под ред. В.Б. Уткина. М.: Дашков и К⁰, 2009. 564 с.
4. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
5. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2007. 576 с.
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1972. 496 с.
7. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1965. 716 с.

Сведения об авторе: Рыжкина Тамара Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент.

БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 664:577.1

Changqing Tong, Xinyao Li, Chengcheng Cai, Xuan Shi, Wei Li
College of Food Science and Engineering, Dalian Ocean University,
116023, Dalian, China

HEPATOPROTECTIVE AND LIPID-LOWERING EFFECT OF AN APPLE VINEGAR BEVERAGE WITH OYSTER POLYSACCHARIDES

The hepatoprotective and lipid-lowering effects of apple vinegar with oyster polysaccharides (OPAV) were investigated. The protective effect of OPAV on acute ethanol-induced liver injury and high-fat diet were investigated in BALB/c mice. Treatment with OPAV decreased serum aspartate aminotransferase (AST), serum alanine aminotransferase (ALT), and malondialdehyde aldehyde (MDA) levels and increased superoxide dismutase (SOD) and alcohol dehydrogenase (ADH) activity in an acute ethanol-induced liver injury model. Treatment with OPAV decreased serum total cholesterol (TC) and triglycerides (TG), and liver tissue TC and TG levels, and it increased high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and excrement TC and fat content in a high-fat diet model.

Key words: *apple vinegar, oyster polysaccharides, hepatoprotective, lipid-lowering effect.*

Чанцин Тун, Синьяо Ли, Чэнчэн Цай, Сюань Ши, Вэй Ли

Колледж пищевых наук и инженерии, Даляньский океанологический университет,
116023, Далянь, КНР

ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОЕ И ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НАПИТКА ИЗ ЯБЛОЧНОГО УКСУСА С ПОЛИСАХАРИДАМИ УСТРИЦ

Были исследованы гепатопротекторное и гиполипидемическое действие яблочного уксуса с устричными полисахаридами. Защитный эффект при остром повреждении печени, вызванном этанолом, и диете с высоким содержанием жиров был исследован на белых мышах. Лечение с использованием яблочного уксуса с устричными полисахаридами снижало уровни аспаратами-нотрансферазы, аланинаминотрансферазы и малонового диальдегида сыворотки крови, а также повышало активность супероксиддисмутазы и алкогольдегидрогеназы при остром поражении печени, вызванном этанолом. Лечение с помощью яблочного уксуса с устричными полисахаридами снижало общий уровень холестерина и триглицеридов в сыворотке крови и уровень холестерина и триглицеридов в тканях печени, а также повышало содержание холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП-Х), способствовало выведению холестерина и жира в модели диеты с высоким содержанием жиров.

Ключевые слова: *яблочный уксус, устричные полисахариды, гепатопротекторное и гиполипидемическое действие.*

Introduction

Excessive consumption of ethanol leads to fat accumulation, inflammation in the liver, cirrhosis and hepatocellular carcinoma [1]. Ethanol abuse is associated with serious health problems of the liver. High-fat food also can also potentially damage the liver and cause the accumulation of a large amount of fat in hepatocytes [2, 3]. Numerous studies have focused on identifying the effects of protective agents on ethanol-induced liver injury and lowering the hepatic lipid levels [4–14]. Therefore, therapies that prevent alcoholic liver disease may also be beneficial in the later stages of the disease.

Oysters are used as food products and have been used as traditional medicinal shellfish for a long time [15]. Oysters are rich in protein and polysaccharides. In recent years, the polysaccharides present in oysters have become the focus of intense interest because of their various bioactivities. A water-soluble polysaccharide (CGPS-1) with hepatoprotective effects was isolated from *Crassostrea gigas* [16]. Unfortunately, data regarding the use of CGPS-1 in food products are limited.

Vinegar is used as a condiment, and because of its physiological effects, it also has traditional medicinal uses, including promoting recovery from exhaustion [17], regulating blood glucose [18] and blood pressure [19], and exerting antioxidant activity [20]. Vinegar can be made from various sources. Fruit vinegar beverages are produced by fermenting fruits, including apples, grapes, strawberries, pears and hawthorn berries, as the main raw material [21–25]. Fruit vinegar beverages have often been considered to have physiological health benefits [26].

The effect of the blended foods or food components on biological systems is greater than or different from the corresponding effects of the individual food or food components [27]. This study establishes the possibility of formulating a ‘liver-healthy’ functional apple vinegar beverage using hepatoprotective CGPS-1. Blending apple vinegar with oyster polysaccharide CGPS-1 (OPAV) could enhance its physiological effects. In this report, we describe the potential hepatoprotective and lipid-lowering effects of OPAV. The hepatoprotective effect of OPAV was investigated using an ethanol-induced (acute) hepatocyte toxicity mouse model. The protective effect against ethanol-induced liver injury was assessed by measuring alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), malondialdehyde (MDA), and trace glutathione (GSH) levels and superoxide dismutase (SOD) activity. The lipid-lowering effect of OPAV was investigated using a fatty liver mouse model and assessed by measuring low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), total cholesterol (TC), triglycerides (TG) and fat content and by evaluating histopathological changes.

Materials and methods

Materials

Apple vinegar was purchased from Henan Zhengxin Tianyuan Food Co., Ltd. (Xindeng, China). Oyster polysaccharides (CGPS-1) were isolated and separated according to the method described by Shi et al. (17). Tiopronin was purchased from Henan Xinyi Pharmaceutical Co., Ltd. (Xinxiang, China). Simvastatin was purchased from Harbin Pharmaceutical Group Sanjing Pharmaceutical Co., Ltd. (Suihua, China). Assay kits for alcohol dehydrogenase (ADH), ALT, AST, MDA, SOD, LDL-C, HDL-C, TC and TG were purchased from Nanjing Jiancheng Bioengineering Institute (Nanjing, China). The male Kunming mice were purchased from Dalian Medical University Animal Center (Dalian, China).

Preparation of OPAV

To prepare the OPAV, the 1 % yeast (W/V) was added into the oyster polysaccharides solution and cultured at 30 °C for 30 min. After culturing, the apple vinegar beverage was added to the fermentation solution and centrifuged at 4000 × g for 15 min. The resulting supernatant was the OPAV. The general OPAV composition used in this study is given in Table 1. The OPAV components consisted of water, carbohydrate, sodium, total acid, malic acid, citric acid and lactic acid were 948.65, 47.00, 0.20, 3.28, 0.56, 0.29 and 0.02 g/kg, respectively.

Animals and treatment protocol

Six- to eight-week-old BALB/c male mice were purchased from the Laboratory Animal Center of Dalian Medical University (China) and maintained in a well-ventilated room with free access to sterile standard mouse chow and water. The mice were housed under standard husbandry conditions (22 ± 2 °C, 60–70 % relative humidity and 12-h light-dark cycle). The animals were handled according to the rules and regulations of the Institutional Animal Ethics Committee of Dalian Ocean University, China. The high-fat diet consisted of 77.6 % standard laboratory diet, 10 % egg yolk, 10 % pig fat, 2 % cholesterol and 0.4 % sodium cholate and was prepared by our laboratory.

Table 1

General composition of the apple vinegar beverage (g /kg)

Component	Amount
Water	948,65
Carbohydrate	47,00
Lipid	0
Protein	0
Sodium	0,20
Total acid	3,28
Malic acid	0,56
Citric acid	0,29
Lactic acid	0,02

The intoxication time, potential hepatoprotective effect and lipid-lowering effect of OPAV were evaluated using the following three treatment protocols:

a) BALB/c male mice were randomly divided into five groups (ten animals per group). After fasting for 24 h, the mice were gavaged with 52 % aqueous ethanol solution (10, 12.5, 15, 17.5 and 20 mL/kg body weight [b.w.] oral dose [p.o.]). The intoxicated time is defined as the disappearance time of the righting reflex.

b) BALB/c male mice were randomly divided into six groups of twelve animals each: (1) Group 1, treated with saline as a negative control; (2) Group 2, treated with saline and given 52 % (v/v) ethanol [12.5 mL/kg b.w. p.o. for 6 days]; (3) Group 3, treated with tiopronin (50 mg/kg b.w. p.o.) + 52 % (v/v) ethanol (12.5 mL/kg b.w. p.o.) for 6 days as a positive control; (4) Group 4, treated with OPAV (5 mL/kg b.w. p.o.) + 52 % (v/v) ethanol (12.5 mL/kg b.w. p.o.) for 6 days; (5) Group 5, treated with OPAV (10 mL/kg b.w. p.o.) + 52 % (v/v) ethanol (12.5 mL/kg b.w. p.o.) for 6 days; and (6) Group 6, treated with OPAV (15 mL/kg b.w. p.o.) + 52 % (v/v) ethanol (12.5 mL/kg b.w. p.o.) for 6 days. Thirty minutes after the last treatment, the mice were sacrificed, and their blood and liver were collected immediately.

c) BALB/c male mice were randomly divided into six groups of twelve animals each: (1) Group 1, treated with saline as a negative control; (2) Group 2, treated with saline and given a high-fat diet for 30 days; (3) Group 3, treated with simvastatin (7 mg/kg b.w. p.o.) + high-fat diet for 30 days as a positive control; (4) Group 4, treated with OPAV (5 mL/kg b.w. p.o.) + high-fat diet for 30 days; (5) Group 5, treated with OPAV (10 mL/kg b.w. p.o.) + high-fat diet for 30 days; and (6) Group 6, treated with OPAV (15 mL/kg b.w. p.o.) + high-fat diet for 30 days. Sixteen hours after the last treatment, the mice were sacrificed, and their blood and liver were collected immediately.

Assays of ALT, AST, MDA, SOD and GSH in mice serum

The blood of b) was kept at room temperature for 1 h and then centrifuged at $1500 \times g$ for 10 min to obtain serum. The ALT, AST, MDA, and GSH levels and the SOD activity were measured using kits according to the manufacturer's instructions.

Assays of lipids in serum and liver

The TC, TG, LDL-C and HDL-C levels in serum of c) were measured using kits according to the manufacturer's instructions.

Lipids were extracted from liver tissue according to a method reported by Ding et al.²⁹ The contents of liver TC and TG were determined using kits.

Assays of TC and fat in excrement

The excrement of mice from c) was weighed after freeze-drying. The excrement fat content was determined via Soxhlet extraction. The excrement TC content was measured using a kit.

Histopathological examination

The liver tissues of c) were fixed in 10 % phosphate-buffered neutral formalin, dehydrated in graded (50-100 %) ethanol and embedded in paraffin. The sections were cut, stained with hematoxylin and eosin and examined using a light microscope (Novel XYL-1, Ningbo Yongxin Optics Co., Ltd., China).

Statistical analysis

The values are presented as the means \pm SD. The data were evaluated by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple-range tests. *P*-values less than 0.05 and 0.01 were regarded as significant and very significant, respectively.

Results and discussion

Protective effect of OPAV against ethanol-induced acute liver injury in mice

As shown in Table 2, after 52 % ethanol feeding, the ethanol-induced intoxication status of mice occurred at ethanol doses of 12.5, 15.0, 17.5 and 20.0 mL/kg. The intoxication rates of mice at the ethanol doses of 12.5, 15.0, 17.5 and 20.0 mL/kg were 50 %, 80 %, 100 % and 100 %, respectively. The intoxication times of mice at the ethanol doses of 12.5, 15.0, 17.5 and 20.0 mL/kg were 68.6, 62.38, 18.35 and 9.90 min, respectively. Ethanol-induced mortality occurred at the ethanol doses of 15.0, 17.5 and 20.0 mL/kg. The mortality of mice at the ethanol doses of 15.0, 17.5 and 20.0 mL/kg were 20 %, 30 % and 60 %, respectively. Thus, only the ethanol dose of 12.5 mL/kg was used in the ethanol-induced acute liver injury model.

Table 2

Ethanol dosage experiment in acute alcoholism BALB/c mice (means \pm SD, n = 10)

Dose (mL/kg)	Intoxication rate (%)	Intoxication time (min)	Mortality (%)
10,0	0	-	0
12,5	50	68,60 \pm 5,54	0
15,0	80	62,38 \pm 15,58	20
17,5	100	18,35 \pm 7,45	30
20,0	100	9,9 \pm 5,54	60

Acute ethanol consumption has been associated with ethanol-induced liver injury (1). The levels of AST and ALT after 6 days of treatment with 52 % (v/v) ethanol at the dose of 12.5 mL/kg b.w. p.o. are shown in Table 3. As shown in Table 3, treatment with 52 % (v/v) ethanol significantly elevated the release of AST and ALT. Treatment with the OPAV (5 mL/kg b.w. p.o., 10 mL/kg b.w. p.o. or 15 mL/kg b.w. p.o.) significantly reduced serum ALT ($p < 0.01$) and serum AST ($p < 0.01$) levels relative to the mice treated with 52 % (v/v) ethanol alone. Tiopronin (50 mg/kg b.w. p.o.) also significantly lowered serum AST ($p < 0.01$) and serum ALT ($p < 0.01$) levels compared with the ethanol-treated BALB/c mice (Table 3).

OPAV (5, 10 or 15 mL/kg b.w. p.o.) significantly decreased MDA (5, 10 or 15 mL/kg b.w. p.o.) levels and increased SOD and ADH activity (5, 10 or 15 mL/kg b.w. p.o.) compared with the ethanol group. Tiopronin (50 mg/kg b.w. p.o.) also significantly decreased MDA ($p < 0.01$) and increased SOD and ADH activity ($p < 0.01$) compared with the ethanol group (Table 3). MDA is a decomposition product of lipid hydroperoxides,³⁰ and the SOD system and ADH protect hepatic membranes from free radical injury via a number of mechanisms.³¹ OPAV inhibited the ethanol-induced increase of hepatic MDA, suggesting that OPAV inhibits lipid peroxidation. Pretreatment with OPAV also elevated hepatic SOD and ADH activity in the mice with liver injury. The polysaccharides are well recognized for their potential to act as protective agents against common types of alcohol liver injury. OPAV contains many polysaccharides, particularly CGPS-1. This suggests that OPAV has potential hepatoprotective effects.

Table 3

**Effect of OPAV on the levels of serum markers in BALB/c mice
with ethanol-induced acute hepatic injury**

Group	ALT (U/L)	AST (U/L)	MDA (nmol/mg protein)	SOD (U/mg protein)	ADH (U/mg protein)
Control	32,09±6,85 ^{###}	51,70±1,35 ^{###}	31,74±1,78 ^{###}	131,83±8,68 ^{###}	131,73±10,06 ^{###}
Ethanol	51,83±2,68 ^{**}	83,73±4,99 ^{**}	36,68±1,63 ^{**}	89,94±3,99 ^{**}	77,78±5,72 ^{**}
Tiopronin + ethanol	45,49±0,60 ^{**}	60,41±2,60 ^{###}	31,16±0,55 ^{###}	111,51±1,65 ^{**###}	111,95±18,24 ^{**###}
OPAV (5 mL/kg/day) + ethanol	44,82±4,31 [*]	72,47±1,68 ^{**}	32,26±0,84 ^{###}	106,26±1,06 ^{**###}	91,46±2,96 ^{**}
OPAV (10 mL/kg/day) + ethanol	64,57±8,59 ^{**###}	78,92±3,34 ^{**}	33,19±1,15 [#]	105,61±1,49 ^{**###}	109,49±6,59 ^{**###}
OPAV (15 mL/kg/day) + ethanol	56,84±2,86 ^{**}	77,47±16,66 ^{**}	29,84±1,90 ^{###}	109,27±6,33 ^{**###}	124,82±11,71 ^{###}

* $p < 0.05$ versus normal control group, ** $p < 0.01$ versus normal control group. # $p < 0.05$ versus model control group, ### $p < 0.01$ versus model control group. The results are the mean \pm SD.

Lipid-lowering effect of OPAV

High-fat food also has the potential to cause liver damage and the accumulation of a large amount of fat in hepatocytes [2, 3]. Here, we investigated the effect of OPAV on the TC, TG, LDL-C, and HDL-C levels in the serum, TC and TG in the liver tissue, and TC and fat in the excrement of mice. The effect of simvastatin (7 mg/kg b.w. p.o.) on the TC, TG, LDL-C, HDL-C and fat levels was used as a positive control. After 30 days of high-fat diet treatment, the TC, TG and LDL-C levels in the serum were increased (6.14, 5.64 and 1.05 mmol/L, respectively), and the HDL-C levels (1.72 mmol/L) were decreased in the high-fat diet group compared with the control group, indicating that a high-fat diet leads to fat accumulation. However, the TC, TG and LDL-C levels were reduced, and the HDL-C level was increased in the high-fat diet group treated with simvastatin or OPAV (5, 10 or 15 mL/kg b.w. p.o.) compared with the high-fat diet group (Table 4).

Table 4

Effects of OPAV on the levels of serum markers in BALB/c mice fed a high-fat diet

Group	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)
Control	3,76±0,99	2,46±0,79	0,94±0,20	2,77±0,45
High-fat diet	6,14±0,70 ^{**}	5,64±0,30 ^{**}	1,05±0,14	1,72±0,39 ^{**}
Simvastatin + high-fat diet	4,23±0,61 ^{###}	2,98±0,41 ^{###}	1,00±0,19	2,37±0,44 ^{###}
OPAV (5 mL/kg/day) + high-fat diet	4,70±0,41 ^{**###}	3,09±0,56 ^{###}	1,05±0,17	2,29±0,47 ^{###}
OPAV (10 mL/kg/day) + high-fat diet	4,38±0,51 ^{###}	3,04±0,70 ^{###}	0,97±0,15	2,32±0,58 ^{###}
OPAV (15 mL/kg/day) + high-fat-diet	4,17±0,63 ^{###}	3,04±0,55 ^{###}	0,95±0,15	2,37±0,48 ^{###}

* $p < 0.05$ versus normal control group, ** $p < 0.01$ versus normal control group. # $p < 0.05$ versus model control group, ### $p < 0.01$ versus model control group. The results are the mean \pm SD.

In addition, after 30 days of high-fat diet treatment, the TC and TG levels in the liver tissue were increased (17.6 and 18.46 $\mu\text{mol/g}$, respectively), and the TC and fat levels in the excrement were decreased (25.24 and 51.30 $\mu\text{mol/g}$, respectively) in the high-fat diet group compared with the control group. The TC and TG levels in the liver tissue were reduced, and the TC and fat levels were increased in the high-fat diet group treated with simvastatin or OPAV (5, 10 or 15 mL/kg b.w. p.o.) compared with the high-fat diet group (Table 5).

Table 5
Effects of OPAV on the levels of serum markers in liver tissue and excrement in BALB/c mice fed a high-fat diet

Group	TC ($\mu\text{mol/g}$ liver tissue)	TG ($\mu\text{mol/g}$ liver tissue)	TC ($\mu\text{mol/g}$ excrement)	Fat (mg/g excrement)
Control	12,76 \pm 1,21 ^{###}	12,58 \pm 4,00 ^{###}	4,22 \pm 0,75 ^{###}	12,73 \pm 0,84 ^{###}
High-fat diet	17,60 \pm 1,66 ^{**}	18,46 \pm 1,73 ^{**}	25,24 \pm 5,87 ^{**}	51,30 \pm 1,41 ^{**}
Simvastatin+ high-fat diet	14,47 \pm 1,15 ^{###}	15,56 \pm 1,40	69,21 \pm 3,64 ^{**###}	77,10 \pm 2,04 ^{**###}
OPAV (5 mL/kg/day) + high-fat diet	16,95 \pm 1,33 ^{**}	16,89 \pm 1,70 ^{**}	66,63 \pm 3,57 ^{**###}	88,00 \pm 5,37 ^{**###}
OPAV (10 mL/kg/day) + high-fat diet	16,21 \pm 2,44 ^{**}	16,80 \pm 2,98 ^{**}	86,84 \pm 0,44 ^{**###}	96,9 \pm 2,69 ^{**###}
OPAV (15 mL/kg/day) + high-fat diet	15,93 \pm 0,78 ^{**}	14,09 \pm 2,86 ^{###}	95,81 \pm 7,68 ^{**###}	98,57 \pm 3,29 ^{**###}

* $p < 0.05$ versus normal control group, ** $p < 0.01$ versus normal control group. [#] $p < 0.05$ versus model control group, ^{###} $p < 0.01$ versus model control group. The results are the mean \pm SD.

The differences in mouse liver tissue slices from the control group, the high-fat diet group, the simvastatin + high-fat diet group and the various OPAV groups were also compared by optical microscopy. As shown in Fig. 1A, the liver sections from the controls showed normal hepatic cells, whereas abundant large fat vacuoles were observed in the high-fat diet group (Fig. 1B). In the simvastatin and OPAV (5, 10 and 15 mL/kg b.w. p.o.) groups, no fat vacuoles were found (Fig. 1C-F). These results suggest that OPAV prevents the high-fat diet from impairing hepatic function. A number of polysaccharides with preventive effects against fat-induced liver injury have been investigated [15, 28].

Acknowledgements

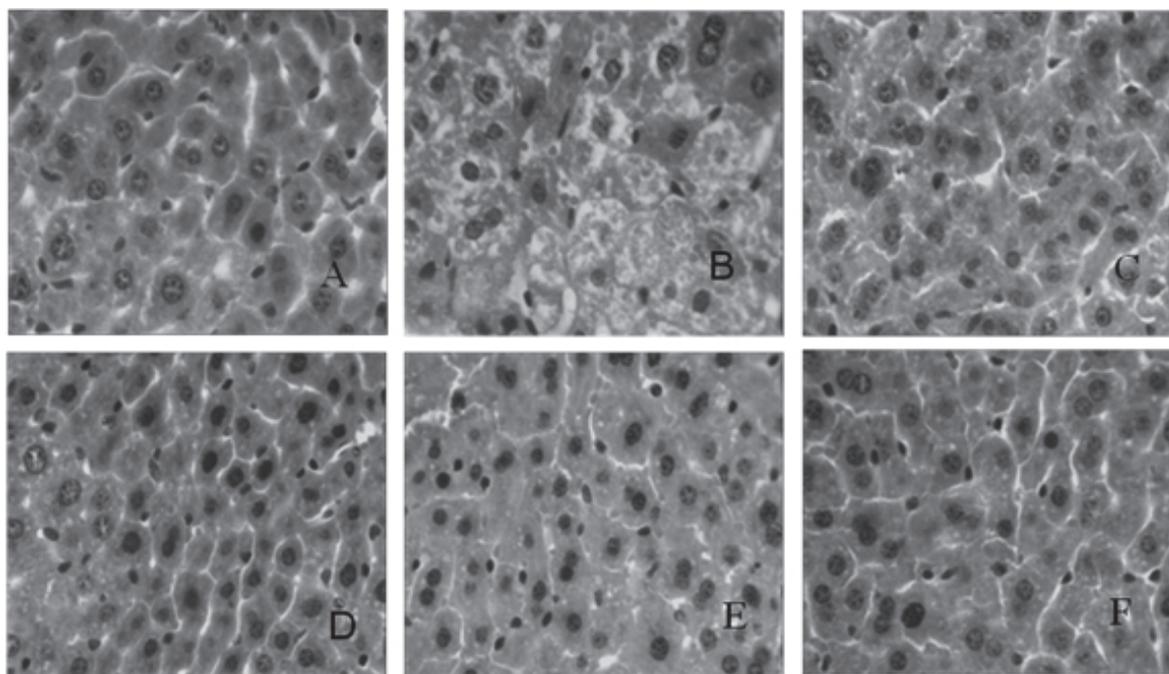
The work was supported by a grant from the Marine Public Welfare Research Project (201405017-03).

References

1. Altamirano J. and Bataller R. Alcoholic liver disease: pathogenesis and new targets for therapy. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol* 8: 491–501 (2011).
2. Li H., Zhang M. and Ma G. Hypolipidemic effect of the polysaccharide from *Pholiota nameko*. *Nutrition* 26: 556–562 (2010).

3. Wang C., Cui J. and Wei L. Effects of *Artemisia* capillary extract on hyperlipemia and liver fatty degeneration in rats. *Chin Arch Tradit Chin Med* 28:1738–1740 (2010).
4. Tamura A., Sasaki M., Yamashita H., Matsui-Yuasa I., Saku T., Hikima T., *et al.* Yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) extract prevents ethanol-induced liver injury in rats. *J Funct Foods* 5: 1714–1723 (2013).
5. Wu M., Wu Y., Qu M., Li W. and Yan X. Evaluation of antioxidant activities of water-soluble polysaccharides from brown alga *Hizikia fusiformis*. *Int J Bio Macromol* 56: 28–33 (2013).
6. Mladenović D., Ninković M., Aleksić V., Šljivančanin T., Vučević D., Todorović V., *et al.* The effect of calorie restriction on acute ethanol-induced oxidative and nitrosative liver injury in rats. *Environ. Toxicol Pharmacol* 36: 296–302 (2013).
7. Li H-M, Guo P., Hu X., Xu L. and Zhang X-Z. Preparation of corn (*Zea mays*) peptides and their protective effect against alcohol-induced acute hepatic injury in NH mice. *Biotechnol Appl Biochem* 47: 169–174 (2007).
8. Li M., Lu Y., Hu Y., Zhai X., Xu W., Jing H., *et al.* Salvianolic acid B protects against acute ethanol-induced liver injury through SIRT1-mediated deacetylation of p53 in rats. *Toxicol Lett* 228: 67–74 (2014).
9. He H., Shi Y., Xu S., Zhang S. and Guo H. Hepatoprotective effect of *Ganoderma lucidum* peptides against alcohol-induced liver injury in mice. *Chin. Food Sci* 31: 213–216 (2010).
10. Tang C-C, Huang H-P, Lee Y-J, Tang Y-H and Wang C-J. Hepatoprotective effect of mulberry water extracts on ethanol-induced liver injury via anti-inflammation and inhibition of lipogenesis in c57bl/6j mice. *Food Chem Toxicol* 62: 786–796 (2013).
11. Yoon S-J, Koh E-J, Kim C-S, Zee O-P, Kwak J-H, Jeong W-J., *et al.* Agrimonia eupatoria protects against chronic ethanol-induced liver injury in rats. *Food Chem Toxicol* 50: 2335–2341 (2012).
12. Müller L.G., Pase C.S., Reckziegel P., Barcelos RCS, Bouffleur N., Prado ACP., *et al.* Hepatoprotective effects of pecan nut shells on ethanol-induced liver damage. *Exp Toxicol Pathol* 65: 165–171 (2013).
13. Park J.E., Kim J.Y., Kim J., Kim Y.J., Kim M.J., Kwon S.W., *et al.* Pomegranate vinegar beverage reduces visceral fat accumulation in association with AMPK activation in overweight women: A double-blind, randomized, and placebo-controlled trial. *J Funct Foods* 8: 274–281 (2014).
14. Qiu T., Ma X., Ye M., Yuan R. and Wu Y. Purification, structure, lipid lowering and liver protecting effects of polysaccharide from *Lachnum* YM281. *Carbohydr Polym* 98: 922–930 (2013).
15. Chen Q., Yang R-J and Gu L-L. Studies on oyster glycogen (II) – the fine structure of oyster glycogen. *Chin Food Sci* 26: 43–46 (2005).
16. Shi X., Ma H., Tong C., Qu M., Jin Q. and Li W. Hepatoprotective effect of a polysaccharide from *Crassostrea gigas* on acute and chronic models of liver injury. *Int J Biol Macromol* 78: 142–148 (2015).
17. Fushimi T., Tayama K., Fukaya M., Kitakoshi K., Nakai N., Tsukamoto Y., *et al.* Acetic acid feeding enhances glycogen repletion in liver and skeletal muscle of rats. *J Nutr* 131: 1973–1977 (2001).
18. Ebihara K. and Nakajima A. Effect of acetic acid and vinegar on blood glucose and insulin responses to orally administered sucrose and starch. *Agr Biol Chem* 52: 1311–1312 (1988).
19. Kondo S., Tayama K., Tsukamoto Y., Ikeda K. and Yamori Y. Antihypertensive effects of acetic acid and vinegar on spontaneously hypertensive rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 65: 2690–2694 (2001).
20. Xu Q., Tao W. and Ao Z. Antioxidant activity of vinegar melanoidins. *Food Chem* 102: 841–849 (2007).

21. Zheng Y., Dong A., Yin H., Su G., Lin F. and Wang M. Development and application of nutrient salts for cider vinegar fermentation. *J Chin Inst Food Sci Technol* 15: 74–81 (2015).
22. Wang L., Yan X., Li Y., Li X., Liang X., Zai X., *et al.* Optimization of grape vinegar fermentation conditions by response surface methodology. *China Brewing* 33: 55–58 (2014).
23. Ubeda C., Callejón R.M., Hidalgo C., Torija M.J., Troncoso A.M. and Morales M.L. Employment of different processes for the production of strawberry vinegars: Effects on antioxidant activity, total phenols and monomeric anthocyanins. *LWT-Food Sci Technol* 52: 139–145 (2013).
24. Wakuda T., Azuma K., Saimoto H., Ifuku S., Morimoto M., Arifuku I., *et al.* Protective effects of galacturonic acid-rich vinegar brewed from Japanese pear in a dextran sodium sulfate-induced acute colitis model. *J Funct Foods* 5: 516–523 (2013).
25. Wu H-Y. Development of hawthorn vinegar peptide beverage. *Food Res Dev* 29: 18–20 (2008).
26. Kim S-H, Cho H-K and Shin H-S. Physicochemical properties and antioxidant activities of commercial vinegar drinks in Korea. *Food Sci Biotechnol* 21: 1729–1734 (2012).
27. Jacobs Jr DR, Gross MD and Tapsell LC. Food synergy: an operation concept for understanding nutrition. *Am J Clin Nutr* 89:1543–1548 (2009).
28. Ding H., Gao Y., Chao H. and Xia D. Effect of polysaccharide from moso bamboo leaves on blood lipid of mice with hyperlipemia. *Chin Food Sci* 31: 259–262 (2010).
29. Gutteridge J.M. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clin Chem* 41: 1819–1828 (1995).
30. Proctor P.H. and McGinness J.E. The function of melanin. *JAMA Dermatol* 122: 507–508 (1986).



Effect of OPAV on high-fat diet-fed BALB/c mice: A control; B high-fat diet; C simvastatin + high-fat diet; D OPAV (5 mL/kg/day) + high-fat diet; E OPAV (10 mL/kg/day) + high-fat diet; F OPAV (15 mL/kg/day) + high-fat diet. Original magnification 40×

Сведения об авторах: Чандин Тун, Синьяо Ли, Чэнчэн Цай, Сюань Ши, Вэй Ли, e-mail: aisingioro@hotmail.com.

СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки согласно Государственному рубрикатору научно-технической информации (ГРНТИ):

- 03.01.04 – Биохимия
- 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)
- 03.02.08 – Экология (по отраслям)
- 03.02.14 – Биологические ресурсы
- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
- 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания
- 06.04.01 – Рыбное хозяйство и аквакультура
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)

В журнале публикуются научные статьи сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других учебных и научных организаций Российской Федерации.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Материал, предлагаемый для публикации, должен соответствовать научным требованиям, быть интересным достаточно широкому кругу российской научной общественности, оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (COPE) – <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей, аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов журнала:

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

- **Биохимия и биотехнология.**

- **Рыбное хозяйство и аквакультура.**

- **Экономика рыбохозяйственной отрасли.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными прописными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не менее 150–250 слов) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (10–12).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

Введение

Объекты и методы исследований

Результаты и их обсуждение

Выводы

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы составляется в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

Сведения об авторах приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают: Фамилию, имя, отчество (полностью), научную степень, звание, должность, e-mail.

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 7–10 на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора научного журнала на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в журнале, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации статьи в открытой печати с гербовой печатью организации.

Пример оформления статьи

УДК 123

Ихтиология. Экология

А.А. Иванов¹, И.Б. Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Аннотация.

Ключевые слова: гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы).

Список литературы

Сведения об авторах: Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanova@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: Россия, 690091, Владивосток, ул. Светланская, 27

Тел.: (423) 244-21-91, e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 1 2019

Том 47

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-72402 от 05.03.2018

Подписной индекс 64553
(каталог агентства «Роспечать»)

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Ответственный секретарь Т.В. Ломакина
Технический редактор И.Н. Горланова
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 10.04.2019. Дата выхода в свет 25.04.2019.
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 7,70.
Заказ 0734. Тираж 100 экз. Цена свободная.

Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного Издательско-полиграфическим комплексом Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета 690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 27

Отпечатано в ООО «Типография «Африка»
690105, г. Владивосток, ул. Русская, 94А
e-mail: info@africa-print.ru