

ISSN 2079-0333

ВЕСТНИК Камчатского государственного технического университета



**Научный
журнал**

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

**Журнал включен в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК РФ).
Информация о включении журнала представлена на официальном сайте ВАК
(<http://vak.ed.gov.ru>)**

**Journal is included in List of peer-reviewed publications (State Commission
for Academic Degrees and Titles of the Russian Federation).
Information on including is available on the official website of State Commission
for Academic Degrees and Titles (<http://vak.ed.gov.ru>)**

**Журнал размещается
в Научной электронной библиотеке (договор № 22-02/2011 R от 01.02.2011),
в международной информационной системе по водным наукам и рыболовству ASFIS
(Aquatic Sciences and Fisheries Information System) (соглашение от 17.05.2011)**

**Journal is sited in Scientific electronic library (contract № 22-02/2011 R of 01.02.2011),
in Aquatic Sciences and Fisheries International Information System ASFIS
(agreement of 17.05.2011)**

ВЫПУСК

56

2021

Петропавловск-Камчатский

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Клочкова Т.А. (главный редактор)	доктор биологических наук, доктор философии биологии (Ph.D.), проректор по научной работе и международной деятельности Камчатского государственного технического университета
Царенко С.Н. (научный редактор, технический раздел)	кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологических машин и оборудования Камчатского государственного технического университета
Ольхина О.В. (ответственный секретарь)	заведующий издательством Камчатского государственного технического университета
Белавина О.А. (технический секретарь)	кандидат химических наук, заведующий сектором патентования и научно-квалификационной деятельности отдела науки и инноваций Камчатского государственного технического университета
Богданов В.Д.	доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета
Голохваст К.С.	доктор биологических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАО, заместитель директора по научно-организационной работе ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»
Йотсукура Н.	доктор философии биологии (Ph.D.), профессор, директор Морской станции Ошоро, научно-исследовательский центр по изучению северной биосферы Университета Хоккайдо (Япония)
Кадникова И.А.	доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории безопасности и качества морского растительного сырья Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра
Каленик Т.К.	доктор биологических наук, профессор, профессор Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета
Карпенко В.И.	доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Ким Г.Х.	доктор философии биологии (Ph.D.), профессор, заведующий лабораторией альгологии Национального университета Конджу (Республика Корея)
Клочкова Н.Г.	доктор биологических наук, научный сотрудник Камчатского государственного технического университета
Лобков Е.Г.	доктор биологических наук, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Мандрикова О.В.	доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией системного анализа Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН
Потапов В.В.	доктор технических наук, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела Научно-исследовательского геотехнологического центра Дальневосточного отделения Российской академии наук
Приходько Ю.В.	доктор технических наук, профессор, директор департамента пищевых наук и технологий Дальневосточного федерального университета
Седова Н.А.	доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры водных биологических ресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Сенкевич Ю.И.	доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории акустических исследований Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН
Усов А.И.	доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории химии углеводов Института органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН
Швецов В.А.	доктор химических наук, доцент, профессор кафедры энергетических установок и электрооборудования судов Камчатского государственного технического университета

EDITORIAL BOARD

Klochkova T.A. (Editor-in-Chief)	Doctor of Biological Sciences, Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.), Vice-rector for Scientific Work and International Communications, Kamchatka State Technical University
Tzarenko S.N. (Scientific Editor, technical sciences)	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Technical Machines and Equipment Chair, Kamchatka State Technical University
Olkhina O.V. (Executive Secretary)	Head of Publishing House, Kamchatka State Technical University
Belavina O.A. (Technical Secretary)	Candidate of Chemical Sciences, Head of the Patenting and Scientific Qualification Activity Sector of Science and Innovation Department, Kamchatka State Technical University
Bogdanov V.D.	Doctor of Technical Sciences, Professor of Food Technology Chair, Far Eastern State Technical Fisheries University
Golokhvast K.S.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Education, Deputy Director for Scientific and Organizational Work of the Federal Research Center "N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources"
Yotsukura N.	Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.), Professor, Director of Oshoro Marine Station, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University (Japan)
Kadnikova I.A.	Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of Seaweed Raw Material Safety and Quality Laboratory, Pacific Scientific Research Fisheries Center
Kalenik T.K.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Food Science and Technology Department, School of Biomedicine of Far Eastern Federal University
Karpenko V.I.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair, Kamchatka State Technical University
Kim G.H.	Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.), Professor, Head of Phycology Laboratory, Kongju National University (South Korea)
Klochkova N.G.	Doctor of Biological Sciences, Scientific Researcher of Kamchatka State Technical University
Lobkov E.G.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair, Kamchatka State Technical University
Mandrikova O.V.	Doctor of Technical Sciences, Head of System Analysis Laboratory, Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS
Potapov V.V.	Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of Research Department, Research Geotechnological Center FEB RAS
Prikhodko Y.V.	Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Food Science and Technology Department, Far Eastern Federal University
Sedova N.A.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair, Kamchatka State Technical University
Senkevich Y.I.	Doctor of Technical Sciences, Docent, Leading Researcher of Acoustic Researches Laboratory, Institute of Cosmophysical Research and Radio Waves Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences
Usov A.I.	Doctor of Chemical Sciences, Chief Researcher of Carbohydrate Chemistry Laboratory, N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry of Russian Academy of Sciences
Shvetsov V.A.	Doctor of Chemical Sciences, Docent, Professor of Power Plants and Electrical Equipment of Ships Chair, Kamchatka State Technical University

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алексеева С.С., Соломаха С.В., Наумова Н.Л.

Применение порошка из сублимированной облепихи
в рецептуре хлебобулочных изделий6

Богданов В.Д., Панкина А.В.

Обоснование параметров сушки макруруса малоглазого (*Albatrossia pectoralis*)
в процессе производства из него сушено-вяленой продукции19

Клочкова Т.А.

Получение альгинатсодержащего геля
из камчатской бурой ламинариевой водоросли *Eualaria fistulosa*.....28

Лукин А.А., Бец Ю.А., Наумова Н.Л.

Использование ядер бразильского ореха
в технологии фаршированных мясных изделий.....42

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Пресеков А.Ю.

Крапивинский гидроузел: текущее состояние вопроса и возможные риски реализации54

Ефанов В.Н., Митусова Е.В.

Урожайность, хозяйственно-ценные показатели и химический состав
жимолости голубой в условиях мусонного климата Сахалина64

Захарова О.А., Зудина С.М.

Размерно-весовая структура и плодовитость анадромной симы (*Oncorhynchus masou*)
на западной Камчатке74

Курочкин И.Н., Кулагина Е.Ю., Чугай Н.В.

Анализ динамики структуры землепользования
и показателей почвенного плодородия на территории бассейна р. Клязьма88

Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей.....99

Правила оформления рукописей статей.....102

Contents

SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

Alekseeva S.S., Solomakha S.V., Naumova N.L.	
Application of freeze-dried sea buckthorn powder in a bakery recipe.....	6
Bogdanov V.D., Pankina A.V.	
Justification of parameters for drying giant grenadier (<i>Albatrossia pectoralis</i>) during production of dried-cured products.....	19
Klochko T.A.	
Obtaining alginate-containing gel from the brown kelp seaweed <i>Eualaria fistulosa</i> from Kamchatka	28
Lukin A.A., Betz Ju.A., Naumova N.L.	
Use of brazil nut kernels in the stuffed meat products technology	42

SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

Prosekov A.Yu.	
Hydro power plant “Krapivinsky”: current state and possible risks	54
Yefanov V.N., Mitusova E.V.	
Yield, economically valuable indicators and chemical composition of blue honeysuckle under conditions of Sakhalin trade-wind littoral climate	64
Zakharova O.A., Zudina S.M.	
Length-weight structures and fecundity of anadromous masu salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>) from Western Kamchatka.....	74
Kurochkin I.N., Kulagina E.Yu., Chugay N.V.	
Analysis of dynamics of land use structure and soil fertility indicators over the Klyazma River basin	88
Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication	99
Manuscripts guidelines	102

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА ИЗ СУБЛИМИРОВАННОЙ ОБЛЕПИХИ В РЕЦЕПТУРЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Алексеева С.С.¹, Соломаха С.В.², Наумова Н.Л.¹

¹ Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, проспект Ленина, 76.

² Южно-Уральский государственный аграрный университет, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, 13.

Продукты переработки плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) являются отличными функциональными наполнителями при производстве различных пищевых систем, обогащенных эссенциальными нутриентами. В работе представлены результаты изучения возможности применения сублимированной облепихи в рецептуре хлебобулочных изделий для повышения их пищевой ценности. При замещении в рецептуре изделий «Пшеничные с полбой» 7% муки высшего сорта на аналогичное количество порошка из нетрадиционного сырья добились увеличения пищевой ценности готовой продукции, а именно содержания витамина Е (на 7,7%), липидов (на 6,3%), минеральных элементов – Cu^{2+} (на 9,5%), Fe^{2+} (на 8,7%), K^+ (на 6,9%), Zn^{2+} (на 4,8%), Ca^{2+} (на 4,5%), а также присутствия каротиноидов ($16,9 \pm 0,5$ мг/кг) и витамина А ($0,32 \pm 0,03$ мг/кг) без снижения ее органолептических свойств и показателей качества.

Ключевые слова: пищевая ценность, плоды облепихи сублимационной сушки, хлебобулочные изделия.

APPLICATION OF FREEZE-DRIED SEA BUCKTHORN POWDER IN A BAKERY RECIPE

Alekseeva S.S.¹, Solomakha S.V.², Naumova N.L.¹

¹ South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Lenin Avenue 76.

² South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk Region, Troitsk, Gagarin Str. 13.

Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruits processed products are excellent functional fillers in the production of various food systems enriched with essential nutrients. The study results of freeze-dried sea buckthorn possible usage in the recipe of bakery products to increase their nutritional value were represented in the article. When replacing 7% of premium flour with a similar amount of powder from non-traditional raw materials in the recipe of “Wheat with Spelt” products, it became possible to increase the nutritional value of the finished product, namely, the content of vitamin E (by 7.7%), lipids (by 6.3%), mineral elements – Cu^{2+} (by 9.5%), Fe^{2+} (by 8.7%), K^+ (by 6.9%), Zn^{2+} (by 4.8%), Ca^{2+} (by 4.5%), as well as the presence of carotenoids (16.9 ± 0.5 mg/kg) and vitamin A (0.32 ± 0.03 mg/kg) without reducing organoleptic properties and quality indicators.

Key words: nutritional value, freeze-dried sea buckthorn fruits, bakery.

ВВЕДЕНИЕ

Маркетинговые агентства отмечают активный рост интереса потребителей к функциональным пищевым продуктам, что связано с их заботой о своем здоровье и тенденциями развития рационального и функционального питания. В этом контексте применение местного растительного сырья с богатым химическим составом (плодов рябины красной, черемухи, жимолости, ирги, ягод клюквы, смородины, черники и др.) в технологии пищевых производств позволяет расширить ассортимент группы функциональных пищевых продуктов [Викторова и др., 2020; Слепурова и др., 2020].

Важнейшими фитонутриентами плодов облепихи крушиновидной (*Hipporhamnoides* L.) являются каротиноиды, флавоноиды, антоцианы, сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, ксилоза, рамноза), органические и аминокислоты, водо- и жирорастворимые витамины (С, Е, К, А, Р, группы В), дубильные и пектиновые вещества, фосфолипиды, макро- и микроэлементы (B^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , K^{+} , Ca^{2+}) [Barl et al, 2003; Araya-Farias et al, 2011; Земцова и др., 2019; Селимова и др., 2019; Хасенова и др., 2020]. Наиболее активным представителем каротиноидов является β -каротин, из которого в организме человека образуются две молекулы ретинола (витамин А). Также в плодах обнаружены лютеолин, ликопин, зеаксантин, β -криптоксантин, синтаксантин и ауроксантин [Тринеева и др., 2020a]. Биофлавоноиды плодов облепихи крушиновидной по антиоксидантной активности в десятки раз превосходят витамины С и Е [Kim et al, 2011; Ebrahimi, Schluesener 2012; Викторова и др., 2020]. В этой связи продукты переработки облепихи (пюре, сок, жмых и др.) являются отличными функциональ-

ными наполнителями при производстве молочных продуктов, хлебобулочных, кондитерских и кулинарных изделий, десертов, обогащенных эссенциальными нутриентами [Бывалец, 2017; Егорова, 2018; Ушанов, Решетник, 2018; Ахмедов, Мустафаева, 2019; Парусова и др., 2019; Борисова и др., 2020; Сучкова, 2020; Сухарева, Толстова, 2020].

Известно, что в хлебобулочных изделиях, полученных из высокосортной пшеничной муки, недостаточно кальция, витаминов группы В, токоферолов, пищевых волокон, более того, отсутствуют витамины А, С, D, каротиноиды и другие ценные вещества [Grafenauer, Curtain, 2018; Afshin et al, 2019; Curtain, Grafenauer, 2019; Protonotariou et al, 2020]. Целью работы явилось изучение возможности применения сублимированной облепихи в рецептуре хлебобулочных изделий с целью повышения их пищевой ценности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования явились:

– мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), изготовитель ООО «Русские мельницы» (Россия, Рязанская обл., г. Рязань);

– смесь хлебопекарная «Фитнес микс полба» (ТУ 10.61.24-093-18256266-2017), изготовитель ООО «ИРЕКС» (Россия, Московская обл., г. Люберцы). Состав: мука полбяная цельнозерновая, ядро подсолнечного семени необжаренное, мука из спелых солодовой карамелизованной, крупа ячменная ячневая, глютен пшеничный, эмульгатор E481, мука пшеничная солодовая, ферментные препараты микробного происхождения, антиокислитель E300;

– сублимированная облепиха (без сахара) (ТУ 10.39.25-007-0111115841-2018), изготовитель ИП Мазурин А.Н. (Россия, Калужская обл., Боровский р-н, г. Боровск);

– лабораторные образцы хлебобулочных изделий «Пшеничные с полбой», изготовленные по ТУ 10.71.11-103-18256266-2019. Контрольные пробы вырабатывали по базовой рецептуре (табл. 1), опытные – с заменой 3–9% (с шагом 2%) пшеничного сырья на идентичное количество сублимированной облепихи, дозировки которой были выбраны с учетом результатов, полученных при аналогичных исследованиях [Бывалец, 2017; Ахмедов, Мустафаева, 2019; Парусова и др., 2019]. Опыт № 1 производили с замещением 3%, опыт № 2 – 5%, опыт № 3 – 7%, опыт № 4 – 9% пшеничной муки на нетрадиционное растительное сырье.

В емкость тестомесильной машины вносили хлебопекарную смесь, муку пшеничную высшего сорта и остальное сырье согласно рецептуре. Замес осуществляли на первой (медленной) скорости в течение 5 минут, затем на второй (быстрой) скорости – 8 минут. После замеса тесто подвергали отлежке в условиях производственного помещения в течение 15–20 минут, округлению и расстойке в течение 60–70 минут при температуре 35–40°C и относительной влажности воздуха 70–75%. Изделия массой нетто 0,3 кг выпекали при температуре 210–230°C в течение 25–27 минут.

Органолептическую оценку сырья проводили по ГОСТ 27558-87, полуфабрикатов – по [Чинова и др., 1975], готовой продукции – по ГОСТ 5667-65. Массовую долю влаги в сырье определяли по ГОСТ 9404-88, белка – по ГОСТ 10846-91, жира –

по МУ 4237-86, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, содержание органических кислот – по М 04-47-12. Содержание пищевых волокон в сырье и готовой продукции определяли классическим методом [Руководство..., 1998], каротиноидов – по ГОСТ Р 54058-10, витаминов – по МВИ 43-08, минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03. Удельный объем хлеба определяли по ГОСТ 27669-88, кислотность – по ГОСТ 5670-96, влажность – по ГОСТ 21094-75, содержание белка – по ГОСТ 10846-91, жира – по ГОСТ 5668-68.

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Статистический анализ проводился с использованием пакета программ Microsoft Excel XP и Statistica 8.0. Статистическая погрешность данных не превышала 5% (при уровне достоверности 95%).

Нормы физиологических потребностей человека в пищевых веществах брали из МР 2.3.1.2432-08.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследований представляло интерес изучение органолептических свойств и химического состава основного сырья в сравнительном аспекте с целью установления возможности и эффективности замещения пшеничной муки на порошок из сублимированной облепихи.

Таблица 1. Рецепт хлебабулочных изделий «Пшеничные с полбой»

Table 1. Recipe for bakery products “Wheat with Spelt”

Наименование сырья	Расход сырья, кг
Мука пшеничная хлебопекарная в/с	60,00
Смесь «Фитнес микс полба»	40,00
Сахар белый кристаллический	4,00
Дрожжи хлебопекарные прессованные	3,00
Соль пищевая	2,00
ИТОГО	109,00

Поскольку хлебопекарная смесь занимает значительную долю в рецептуре хлебобулочных изделий «Пшеничные с полбой», то изучение ее характеристик имеет особую практическую значимость. По внешнему виду смесь представляет собой сыпучий порошкообразный продукт светло-коричневого цвета с включением необжаренных ядер семян подсолнечника. Имеет свойственные продуктам переработки зерна пшеницы запах и вкус с привкусом ядер семян подсолнечника. Таким образом, использование смеси «Фитнес микс полба» в заданном количестве (40%) позволяет нивелировать коричнево-оран-

жевые оттенки и специфические вкусоароматические характеристики, свойственные порошку из плодов облепихи, используемому в значительно меньшем рецептурном соотношении (3–9% от массы пшеничной муки).

Анализируя полученные данные о нутриентном составе пшеничной высокосортной муки с результатами испытаний исследуемой облепихи, определено, что по количеству липидов, сахаров и белков сублимированная облепиха превосходит злаковое сырье в 12,7; 7,3 и 2,4 раза соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав растительного сырья

Table 2. Chemical composition of plant materials

Показатель	Результаты испытаний	
	пшеничной муки	сублимированной облепихи
Массовая доля жира, %	$1,2 \pm 0,2$	$15,3 \pm 1,1$
Массовая доля белка, %	$11,3 \pm 0,7$	$26,9 \pm 1,7$
Массовая доля влаги, %	$11,5 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,5$
Массовая доля сахаров, %	$1,3 \pm 0,3$	$9,5 \pm 0,6$
Содержание каротиноидов, мг/кг	–	$550,1 \pm 19,3$
Содержание органических кислот, мг/кг, из них:		
щавелевой	–	$282,7 \pm 12,4$
винной	–	$312,5 \pm 14,7$
яблочной	–	$12192,2 \pm 90,2$
лимонной	–	$2047,2 \pm 24,6$
янтарной	–	$2136,6 \pm 25,1$
уксусной	–	$2525,4 \pm 33,5$
молочной	–	$10506,0 \pm 81,3$
Содержание пищевых волокон, г/100 г, из них:	$3,9 \pm 0,3$	$8,7 \pm 0,6$
нерастворимых	$2,8 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,4$
растворимых	$1,1 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
Содержание витаминов, мг/кг, из них:		
ретинола	$< 0,2$	$10,2 \pm 1,1$
альфа-токоферола	< 25	$178,2 \pm 9,2$
Содержание минеральных элементов, мг/кг, из них:		
Ca	$205,8 \pm 11,4$	$664,0 \pm 19,2$
Co	$0,006 \pm 0,001$	$0,014 \pm 0,002$
Cr	$1,0 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,3$
Cu	$1,5 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,5$
Fe	$35,2 \pm 2,2$	$79,8 \pm 4,8$
K	$270,0 \pm 10,3$	$2202,1 \pm 90,4$
Mg	$376,2 \pm 13,6$	$865,2 \pm 5,2$
Mn	$1,3 \pm 0,2$	$11,9 \pm 1,0$
P	$830,6 \pm 21,4$	$2927,1 \pm 95,7$
Zn	$5,3 \pm 0,4$	$27,5 \pm 1,9$

По оценке экспертов, Россия относится к группе стран, где хронический дефицит белка наблюдается у большого количества граждан: от 2,5 до 4,0% россиян [Ковалева, Рогова, 2016]. Поэтому изучение количества белка, содержащегося в растительном материале, и установление возможности повышения биологической ценности пшеничного хлеба является необходимым. Белки облепихи содержат незаменимые аминокислоты (аргинин, валин, фенилаланин) [Тринеева и др., 2020b], а липидная фракция – оптимальное соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот [Горемыкина и др., 2015], что дает этому сырью неоспоримое преимущество перед пшеничной мукой. Доказано, что протеины облепихи оказывают гипогликемическое воздействие при модели сахарного диабета II типа [Zhang et al, 2010], а употребление полиненасыщенных жирных кислот за счет дополнительного введения в состав хлеба анализируемого нетрадиционного сырья позволит снизить риски развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, уровень холестерина и повысить функции иммунной системы, устойчивость организма к инфекциям и простудным заболеваниям и т. д. [Suchal et al, 2016].

Известно, что доминирующими сахарами плодов облепихи являются глюкоза и фруктоза, присутствует также сахароза, что важно для интенсификации процесса брожения теста [Русина, Колесник, 2019].

Количество жирорастворимых витаминов в облепиховом материале несоизмеримо больше (ретинол $(10,2 \pm 1,1)$ мг/кг, альфа-токоферол $(178,2 \pm 9,2)$ мг/кг), чем в муке из злаковых (ретинол $< 0,2$ мг/кг, альфа-токоферол < 25 мг/кг). По содержанию пищевых волокон сублимированная облепиха превосходит традиционную муку в 2,2 раза, по количеству K^+ и Mn^{2+} – в 8-9 раз, Zn^{2+} – в 5,2 раза, Ca^{2+} , P^{5+} и Cu^{2+} – в 3-4 раза, Co^{3+} ,

Fe^{2+} и Mg^{2+} – в 2,3 раза, Cr^{3+} – на 30,7%. Установленный уровень $(550,1 \pm 19,3)$ мг/кг содержания каротиноидов, обладающих высокой антиоксидантной активностью, позволяет рассматривать порошок из облепихи в качестве средства для снижения риска развития рака и ишемической болезни сердца [Мамедова, Новрузов, 2016].

Выявлено, что из органических кислот в сублимированной облепихе преобладают яблочная $(12192,2 \pm 90,2)$ мг/кг, молочная $(10506,0 \pm 81,3)$ мг/кг, присутствуют также уксусная, янтарная, лимонная, которые априори будут способствовать нарастанию кислотности как в процессе брожения полуфабрикатов, так и в готовых изделиях. Кроме того, эти кислоты способны поддерживать кислотно-щелочной баланс в организме человека, активировать перистальтику кишечника, стимулировать секрецию пищеварительных соков [Акимов и др., 2020].

По результатам исследований установлена возможность и доказана эффективность замещения пшеничной муки на порошок из сублимированной облепихи с целью повышения пищевой ценности готовых хлебобулочных изделий.

Следующим шагом экспериментальных работ стало изучение влияния различных дозировок порошка из облепихи на качество пшеничного теста и хлебобулочных изделий. Выявлено, что все образцы теста представляли собой хорошо промешанную, разрыхленную массу серовато-коричневого цвета, с кисловатым запахом и вкусом, имеющую выпуклую поверхность. Однако с увеличением дозировки сублимированной облепихи несколько изменились отдельные свойства теста. Так, в опыте № 4 консистенция оказалась более плотной, во вкусе появился неприятный оттенок облепихового масла. После выпечки лабораторных образцов выявленная

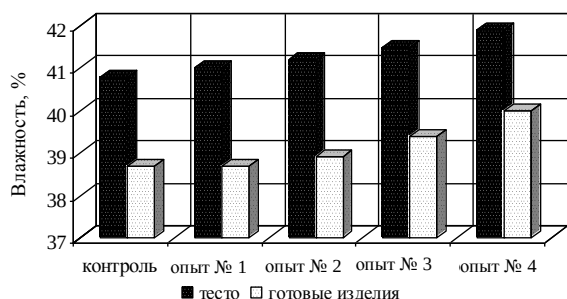
особенность проявилась и в готовых хлебобулочных изделиях. У всех выпеченных проб форма была соответствующей хлебной форме; поверхность – шероховатая, с наличием ядер семян подсолнечника, без крупных трещин и подрывов; цвет – светло-коричневый, без подгорелости; мякиш – пропеченный, эластичный, с включением компонентов смеси, с равномерной развитой пористостью, запах – свойственный данному наименованию изделия. Но мякиш в опыте № 4 оказался менее эластичным; пористость – менее развитой, во вкусе изделия преобладал несвойственный для хлеба привкус облепихи.

Исследуя физико-химические показатели лабораторных образцов полуфабрикатов и готовых изделий, установили влияние нетрадиционного сырья на изменение влажности и кислотности опытных проб. Так, с увеличением дозировки сублимированной облепихи в составе пищевых систем наблюдается тенденция повышения влажности: в тесте на 1,1%, в выпеченных изделиях – на 1,3%; кислотности – на 0,6 и 0,9 град. соответственно (см. рис.). При этом в серии образцов опыта № 4 изучаемые показатели вышли за пределы нормы (согласно ТУ 10.71.11-103-18256266-2019 влажность для готовых изделий – не более 41%, кислотность – не более 5 град.) и

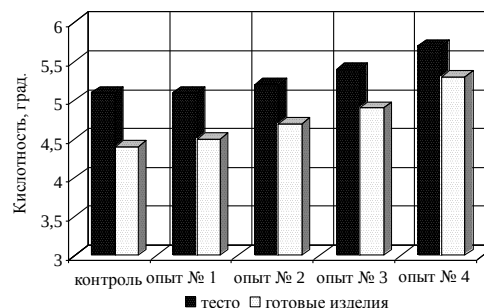
в полуфабрикатах, и в готовых изделиях. Данная ситуация может быть объяснима тем, что в составе опытных образцов повышается содержание белковых структур и пищевых волокон, обладающих высокой водопоглотительной способностью, а также органических кислот за счет применения плодов облепихи.

Удельный объем лабораторных проб хлебобулочных изделий «Пшеничные с полбой» увеличивался по достижении дозировки порошка из облепихи до уровня 7%, положительная динамика показателя при этом составила 18,3%. При дальнейшем повышении закладки сублимированной облепихи удельный объем выпеченных изделий снизился относительно предстоящей модификации на 4,1%. Полученные результаты согласуются с ранее опубликованными данными экспериментальных исследований отечественных специалистов [Ахмедов, Мустафаева, 2019; Бывалец, 2017; Парусова и др., 2019].

По совокупности объективных результатов в дальнейших испытаниях сравнивали контроль и опыт № 3 как вариант с минимальными отклонениями от регламентированных требований. Для этого провели оценку их физико-химических показателей и пищевой ценности (табл. 3).



изменение влажности



изменение кислотности

Физико-химические показатели лабораторных образцов полуфабрикатов и выпеченных изделий

Physical and chemical indicators of laboratory samples of semi-finished and baked products

Таблица 3. Химический состав и пищевая ценность лабораторных образцов выпеченных изделий

Table 3. Chemical composition and nutritional value of laboratory samples of baked products

Показатель	Результаты испытаний	
	контроль	опыт № 3
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	$7,9 \pm 0,3$	$8,4 \pm 0,4$
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	$15,2 \pm 0,5$	$15,7 \pm 0,4$
Влажность мякиша, %	$38,7 \pm 0,9$	$39,4 \pm 0,7$
Кислотность мякиша, град.	$4,4 \pm 0,2$	$4,9 \pm 0,2$
Содержание каротиноидов, мг/кг	–	$16,9 \pm 0,5$ (11,3%)
Содержание пищевых волокон, г/100 г, из них: нерастворимых растворимых	$6,2 \pm 0,3$ (31,0%)	$6,4 \pm 0,3$ (32,0%)
	$2,2 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$
	$4,0 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$
Содержание витаминов, мг/кг, из них: ретинола альфа-токоферола	< 0,2	$0,32 \pm 0,03$ (3,6%)
	$66,0 \pm 3,3$ (44,0%)	$71,1 \pm 4,8$ (47,4%)
Содержание минеральных элементов, мг/кг, из них:		
	Ca	$312,1 \pm 15,3$ (3,1%)
	Co	$0,013 \pm 0,004$ (13,0%)
	Cr	$0,10 \pm 0,02$ (20,0%)
	Cu	$2,1 \pm 0,2$ (21,0%)
	Fe	$16,1 \pm 0,7$
		(8,9% для женщин; 16,1% для мужчин)
	K	$860,2 \pm 45,4$ (3,4%)
	Mg	$531,1 \pm 21,8$ (13,3%)
	Mn	$10,9 \pm 0,9$ (54,5%)
	P	$1691,1 \pm 94,7$ (21,1%)
		$1755,8 \pm 92,3$
		(21,9%)
Zn	$14,5 \pm 0,7$ (12,1%)	$15,2 \pm 0,8$ (12,7%)

Примечание. В скобках приведены данные по удовлетворению суточной потребности в биологически активных веществах при употреблении 100 г хлебобулочных изделий

Определено, что образец модифицированной рецептуры относительно контрольной пробы имел повышенную пищевую ценность. Так, содержание питательных и эссенциальных компонентов в нем было несколько выше: липидов (на 6,3%), витамина Е (на 7,7%), минеральных элементов – Cu^{2+} (на 9,5%), Fe^{2+} (на 8,7%), K^+ (на 6,9%), Zn^{2+} (на 4,8%), Ca^{2+} (на 4,5%). При этом разработанные изделия отличались наличием каротиноидов и витамина А, что позволяет придать продукции дополнительные антиоксидантные свойства.

Употребление с пищевым рационом 100 г хлебобулочных изделий с дополнительным включением плодов облепихи сублимационной сушки позволит удовле-

творить суточную потребность взрослого человека в следующих биологически активных веществах (%): витамин Е – 47,4; пищевые волокна – 32,0; каротиноиды – 11,3; витамин А – 3,6; минералы: Mn^{2+} – 56,0; Cu^{2+} – 23,0; P^{5+} – 21,9; Cr^{3+} – 20,0; Mg^{2+} – 13,7; Co^{3+} – 13,0; Zn^{2+} – 12,7; Fe^{2+} – 17,5 для мужчин и 9,7 для женщин и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При замещении в рецептуре хлебобулочных изделий «Пшеничные с полбой» 7% муки высшего сорта на аналогичное количество порошка из сублимированной облепихи добились увеличения пищевой ценности готовой продукции без снижения ее органо-

лептических свойств и показателей качества. Оптимизированный таким образом состав хлебобулочных изделий отличался повышенным содержанием липидов (на 6,3%), витамина Е (на 7,7%), минеральных элементов – Cu^{2+} (на 9,5%), Fe^{2+} (на 8,7%), K^+ (на 6,9%), Zn^{2+} (на 4,8%), Ca^{2+} (на 4,5%) и присутствием каротиноидов ($16,9 \pm \pm 0,5$ мг/кг) и витамина А ($0,32 \pm 0,03$ мг/кг).

ЛИТЕРАТУРА

- Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М., Эллер К.И., Вржесинская О.А. и др. 2020. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства. *Вопросы питания*. Т. 89. № 4. С. 220–232.
- Ахмедов М.Э., Мустафаева К.К. 2019. Разработка рецептур хлеба с биологически активной добавкой из плодов облепихи. *Научные труды Кубанского государственного технического университета*. № S9. С. 414–418.
- Борисова А.В., Рузьянова А.А., Тяглова А.М., Поликарпова К.В. 2020. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения. *Техника и технология пищевых производств*. Т. 50. № 1. С. 11–20.
- Бывалец О.А. 2017. Технология производства хлеба с повышенной витаминной ценностью. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. № 2 (16). С. 49–52.
- Викторова Е.П., Федосеева О.В., Шахрай Т.А., Корнен Н.Н. 2020. Конкурентный потенциал функциональных обогащенных хлебобулочных изделий. *Новые технологии*. № 2. С. 28–39.
- Горемыкина Н.В., Верещагин А.Л., Бычин Н.В., Кошелев Ю.А. 2015. Сравнение триглицеридного состава облепихового масла Алтайского края методом дифференциальной сканирующей калориметрии. *Техника и технология пищевых производств*. № 2 (37). С. 104–109.
- Егорова Е.Ю. 2018. Использование сушеной облепихи и брусники в технологии кексов. *Хлебобродукты*. № 7. С. 40–43.
- Земцова А.Я., Зубарев Ю.А., Гунин А.В. 2019. Токоферолы плодовой мякоти четырех подвидов облепихи (*Hipporhae rhamnoides* L.) в условиях лесостепи Алтайского края. *Химия растительного сырья*. № 1. С. 147–153.
- Ковалева Л.И., Рогова Ю.Е. 2016. К вопросу об обогащении продуктов хлебопечения белками. *Вестник индустрии гостеприимства: международный научный сборник*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет. С. 92–99.
- Мамедова Ш.М., Новрузов Э.Н. 2016. Содержание и качественный состав каротиноидов плодов некоторых форм облепихи (*Hipporhae rhamnoides* L.), произрастающих в Северном Азербайджане. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия Естественные науки*. № 3. С. 33–41.
- Парусова К.В., Ратушный А.С., Бубнов С.В., Ерохин Д.А., Лапин К.А. 2019. Применение фитообогатителя в технологии хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки для здорового питания. *Наука и образование*. Т. 2. № 2. С. 42.
- Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. Москва: Брандес, Медицина, 1998. 342 с.
- Русина И.М., Колесник И.М. 2019. Влияние овощных порошков на динамику брожения и показатели качества пшеничного хлеба пробных выпечек.

- Вестник Гродненского государственного университета им. Я. Купалы. Серия 6. Техника. Т. 9. № 2. С. 62–72.*
- Селимова У.А., Исригова Т.А., Салманов М.М., Исригова В.С., Таибова Д.Н., Санникова Е.В. 2019. Содержание витаминов и сахаров в облепихе для производства мармелада с функциональными свойствами. *Известия Дагестанского государственного аграрного университета. № 4 (4). С. 44–46.*
- Слепокурова Ю.И., Жаркова И.М., Казмирова Ю.К., Самохвалов А.А., Тихонова М.Ю. 2020. Особенности развития рынка функциональных хлебобулочных изделий. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. № 1 (373). С. 102–105.*
- Сучкова Е.В. 2020. Физико-химические и органолептические показатели желейного десерта на основе творожной сыворотки при внесении в рецептуру пюре облепихи. *Научный журнал молодых ученых. № 2 (19). С. 105–108.*
- Сухарева Т.Н., Толстова Н.Ю. 2020. Изучение влияния сиропа из облепихи на качество 2,5% кефира. *Наука и образование. Т. 3. № 3. С. 335.*
- Тринеева О.В., Рудая М.А., Сливкин А.И. 2020а. Исследование каротиноидного состава плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии. *Химия растительного сырья. № 1. С. 223–228.*
- Тринеева О.В., Рудая М.А., Сливкин А.И., Дубовицких М.А. 2020b. Исследование профиля свободных аминокислот плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии. *Сорбционные и хроматографические процессы. Т. 20. № 2. С. 277–283.*
- Ушанов Е.А., Решетник Е.И. 2018. Использование дикорастущего сырья как источника важных и полезных нутриентов при производстве молочных продуктов. *Материалы V Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». С. 278–281.*
- Хасенова А.Б., Аралбаева А.Н., Утегалиева Р.С., Маматаева А.Т., Мурзахметова М.К. 2020. Облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.) – источник биоактивных веществ. *Вестник Алматинского технологического университета. № 1. С. 82–88.*
- Чижова К.Н., Шкваркина Т.И., Маслов И.Н., Заглодина Ф.И. 1975. Технохимический контроль хлебопекарного производства. Москва: Пищевая промышленность. 480 с.
- Afshin A., Sur P.J., Fay K.A., Cornaby L., Ferrara G., Salama J.S., Mullany E.C., Abate K.H., Cristiana A., Abebe Z. 2019. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *Lancet. № 393. P. 1958–1972. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8.*
- Araya-Farias M., Makhlof J., Ratti, C. 2011. Drying of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry: impact of dehydration methods on kinetics and quality. *Drying Technology. № 29. P. 351–359.*
- Barl B., Akhlov L., Dunlop D., Jana S., Schroeder W.R. 2003. Flavonoid content and composition in leaves and berries of sea buckthorn (*Hippophae* spp.) of different origin. *Acta Horticulturae. № 626. P. 397–405.*
- Curtain F., Grafenauer S.J. 2019. Health star rating in grain foods – does it adequately differentiate refined and whole grain foods? *Nutrients. № 11. P. 415. DOI: 10.3390/nu11020415.*
- Ebrahimi A., Schluesener H. 2012. Natural polyphenols against neurodegenerative

- disorders: potentials and pitfalls. *Ageing Research Reviews*. № 11. P. 329–345.
- Grafenauer S., Curtain F. 2018. An audit of Australian bread with a focus on loaf breads and whole grain. *Nutrients*. № 10 (8). P. 1106. DOI:10.3390/nu10081106.
- Kim J.-S., Kwon Y.-S., Sa Y.-J., Kim M.-J. 2011. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and α -Glucosidase inhibitory effect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. № 59. P. 138–144.
- Protonotariou S., Stergiou P., Christaki M., Mandala I.G. 2020. Physical properties and sensory evaluation of bread containing micronized whole wheat flour. *Food Chemistry*. № 318. P. 126497. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126497.
- Suchal K., Bhatia J., Malik S., Malhotra R.K., Gamad N., Goyal S., Nag T.C., Arya D.S., Ojha S. 2016. Seabuckthorn pulp oil protects against myocardial ischemia-reperfusion injury in rats through activation of Akt/eNOS. *Frontiers in Pharmacology*. № 7. P. 155.
- Zhang W., Zhao J., Wang J., Pang X., Zhuang X., Zhu X., Qu W. 2010. Hypoglycemic effect of aqueous extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed residues in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytotherapy Research*. № 4 (2). P. 228–232.
- tary supplement from sea buckthorn fruits. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Scientific Works of the Kuban State Technical University)*. № S9. P. 414–418 (in Russian).
- Borisova A.V., Ruzyanova A.A., Tyaglova A.M., Polikarpova K.V. 2020. The use of berry raw materials in the technology of soft cheese for functional purposes. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv (Technique and Technology of Food Production)*. T. 50. № 1. P. 11–20 (in Russian).
- Byvalets O.A. 2017. Technology for the production of bread with increased vitamin value. *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya (Technologies of Food and Processing Industries of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products)*. № 2 (16). P. 49–52 (in Russian).
- Viktorova E.P., Fedoseeva O.V., Shakhrai T.A., Kornen N.N. 2020. The competitive potential of functional fortified bakery products. *Novye tehnologii (New Technologies)*. № 2. P. 28–39 (in Russian).
- Goremykina N.V., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Koshelev Yu.A. 2015. Comparison of the triglyceride composition of sea buckthorn oil in Altai Krai by differential scanning calorimetry. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv (Technique and Technology of Food Production)*. № 2 (37). P. 104–109 (in Russian).
- Egorova E.Yu. 2018. The use of dried sea buckthorn and lingonberry in cupcake technology. *Khleboprodukty (Bread Products)*. № 7. P. 40–43 (in Russian).
- Zemtsova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V. 2019. Tocopherols of fruit pulp of four subspecies of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the forest-steppe condi-

REFERENCES

- Akimov M.Yu., Bessonov V.V., Kodentsova V.M., Eller K.I., Vrzhesinskaya O.A. et al. 2020. Biological value of Russian-made fruits and berries. *Voprosy pitaniya (Problems of Nutrition)*. T. 89. № 4. P. 220–232 (in Russian).
- Akhmedov M.E., Mustafaeva K.K. 2019. Development of recipes for bread with a die-

- tions of the Altai Territory. *Himiya rastitel'nogo syr'ya (Chemistry of Plant Materials)*. № 1. P. 147–153 (in Russian).
- Kovaleva L.I., Rogova Yu.E. 2016. On the issue of protein enrichment of bakery products. *Vestnik industrii gostepriimstva: mezhdunarodnyj nauchnyj sbornik (Vestnik of Hospitality Industry: an International Scientific Collection)*. St. Petersburg State University of Economics. St. Petersburg. P. 92–99 (in Russian).
- Mamedova Sh.M., Novruzov E.N. 2016. Content and qualitative composition of carotenoids in fruits of some forms of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) growing in Northern Azerbaijan. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Series Natural Sciences (Bulletin of the Moscow State Regional University. Series Natural Sciences)*. № 3. P. 33–41 (in Russian).
- Parusova K.V., Ratushny A.S., Bubnov S.V., Erokhin D.A., Lapin K.A. 2019. Application of a phyto-fortifier in bread technology from a mixture of wheat and rye flour for a healthy diet. *Nauka i Obrazovanie (Science and Education)*. T. 2. № 2. P. 42 (in Russian).
- Guide to methods of analysis of quality and food safety. Under ed. I.M. Skurikhina, V.A. Tutelyan. Moscow: Brandes, Medicine, 1998. 342 p. (in Russian).
- Rusina I.M., Kolesnik I.M. 2019. The influence of vegetable powders on the dynamics of fermentation and quality indicators of wheat bread of test baked goods. *Vestnik Grodnenskogo gosudarstvennogo universiteta im. YA. Kupaly. Seriya 6. Tekhnika (Vestnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 6. Technique)*. Vol. 9. № 2. P. 62–72 (in Russian).
- Selimova U.A., Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.N., Sannikova E.V. 2019. The content of vitamins and sugars in sea buckthorn for the production of marmalade with functional properties. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Daghestan GAU Proceedings)*. № 4 (4). P. 44–46 (in Russian).
- Slepokurova Yu.I., Zharkova I.M., Kazimirova Yu.K., Samokhvalov A.A., Tikhonova M.Yu. 2020. Features of the development of the market for functional bakery products. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Pishchевaya tekhnologiya News of Institution of higher education "Food Technology"*. № 1 (373). P. 102–105 (in Russian).
- Suchkova E.V. 2020. Physicochemical and organoleptic characteristics of a jelly dessert based on curd whey when adding sea buckthorn puree to the recipe. *Nauchnyj zhurnal molodykh uchenykh (Scientific Journal of Young Scientists)*. № 2 (19). P. 105–108 (in Russian).
- Sukhareva T.N., Tolstova N.Yu. 2020. Study of the effect of sea buckthorn syrup on the quality of 2.5% kefir. *Nauka i Obrazovanie (Science and Education)*. T. 3. № 3. P. 335 (in Russian).
- Trineeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I. 2020a. Study of the carotenoid composition of sea buckthorn fruits of various varieties by thin layer chromatography. *Himiya rastitel'nogo syr'ya (Chemistry of Plant Materials)*. № 1. P. 223–228 (in Russian).
- Trineeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I., Dubovitskikh M.A. 2020b. Study of the profile of free amino acids in fruits of sea buckthorn of different varieties by thin layer chromatography. *Sorbcionnye i hromatograficheskie processy (Sorption and Chromatographic Processes)*. T. 20. № 2. P. 277–283 (in Russian).
- Ushanov E.A., Reshetnik E.I. 2018. Using wild-growing raw materials as a source of

- important and beneficial nutrients in the production of dairy products. *Materials of the V International Scientific and Technical Conference* "Innovative technologies in the food industry: science, education and production". P. 278–281 (in Russian).
- Khasenova A.B., Aralbaeva A.N., Utegaliyeva R.S., Mamataeva A.T., Murzakhmetova M.K. 2020. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) – a source of bioactive substances. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta (The Journal of Almaty Technological University)*. № 1. P. 82–88 (in Russian).
- Chizhova K.N., Shkvarkina T.I., Maslov I.N., Zaglodina F.I. 1975. Technochemical control of bakery production. Moscow: Food industry. 480 p. (in Russian).
- Afshin A., Sur P.J., Fay K.A., Cornaby L., Ferrara G., Salama J.S., Mullany E.C., Abate K.H., Cristiana A., Abebe Z. 2019. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *Lancet*. № 393. P. 1958–1972. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8.
- Araya-Farias M., Makhlouf J., Ratti, C. 2011. Drying of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry: impact of dehydration methods on kinetics and quality. *Drying Technology*. № 29. P. 351–359.
- Barl B., Akhov L., Dunlop D., Jana S., Schroeder W.R. 2003. Flavonoid content and composition in leaves and berries of sea buckthorn (*Hippophae* spp.) of different origin. *Acta Horticulturae*. № 626. P. 397–405.
- foods? *Nutrients*. № 11. P. 415. DOI: 10.3390/nu11020415.
- Ebrahimi A., Schluesener H. 2012. Natural polyphenols against neurodegenerative disorders: potentials and pitfalls. *Ageing Research Reviews*. № 11. P. 329–345.
- Grafenauer S., Curtain F. 2018. An audit of Australian bread with a focus on loaf breads and whole grain. *Nutrients*. № 10 (8). P. 1106. DOI: 10.3390/nu10081106.
- Kim J.-S., Kwon Y.-S., Sa Y.-J., Kim M.-J. 2011. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and A-Glucosidase inhibitory effect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. № 59. P. 138–144.
- Protonotariou S., Stergiou P., Christaki M., Mandala I.G. 2020. Physical properties and sensory evaluation of bread containing micronized whole wheat flour. *Food Chemistry*. № 318. P. 126497. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126497.
- Suchal K., Bhatia J., Malik S., Malhotra R.K., Gamad N., Goyal S., Nag T.C., Arya D.S., Ojha S. 2016. Seabuckthorn pulp oil protects against myocardial ischemia-reperfusion injury in rats through activation of Akt/eNOS. *Frontiers in Pharmacology*. № 7. P. 155.
- Zhang W., Zhao J., Wang J., Pang X., Zhuang X., Zhu X., Qu W. 2010. Hypoglycemic effect of aqueous extract of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed residues in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytotherapy Research*. № 4 (2). P. 228–232.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

Алексеева Светлана Сергеевна – Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет); 454080, Россия, Челябинск; студент кафедры пищевых и биотехнологий; svesha13@gmail.com.

Alekseeva Svetlana Sergeevna – South Ural State University (National Research University); 454080, Russia, Chelyabinsk; Student of Food and Biotechnology Chair; svesha13@gmail.com.

Соломаха Светлана Викторовна – Южно-Уральский государственный аграрный университет; 457100, Россия, Челябинская область, Троицк; старший преподаватель кафедры педагогики и социально-экономических дисциплин; sfedyanina@mail.ru, SPIN-код: 4944-2994, Author ID: 863665.

Solomakha Svetlana Viktorovna – South Ural State Agrarian University; 457100, Russia, Chelyabinsk Region, Troitsk; Senior Lecturer of Pedagogy and Socio-Economic Disciplines Chair; sfedyanina@mail.ru. SPIN-code: 4944-2994, Author ID: 863665.

Наумова Наталья Леонидовна – Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет); 454080, Россия, Челябинск; магистрант кафедры экологии и химической технологии; n.naumova@inbox.ru. SPIN-код: 6645-5677, Author ID: 636085, Scopus ID: 54972590800.

Naumova Natalya Leonidovna – South Ural State University (National Research University); 454080, Russia, Chelyabinsk; Master Student of Ecology and Chemical Technology Chair; n.naumova@inbox.ru. SPIN-code: 6645-5677, Author ID: 636085, Scopus ID: 54972590800.

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ МАКРУРУСА МАЛОГЛАЗОГО
(*ALBATROSSIA PECTORALIS*) В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗ НЕГО
СУШЕНО-ВЯЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Богданов В.Д., Панкина А.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Луговая, 52Б.

Макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*) является недоиспользуемым промысловым объектом, совершенствование технологии переработки которого – актуальная научная и производственная проблема. Ее решение в определенной степени связано с разработкой эффективной технологии производства из этого сырья сушено-вяленой продукции. Результаты исследований динамики сушки макруруса при различных условиях, степени денатурации белков, органолептических показателей сушеной продукции обосновывают рациональные режимы его обработки в конвективных сушилках. При производстве сушено-вяленого филе применяется трехэтапная сушка при температуре 20°C, продолжительность первого этапа 6 часов, выравнивание 4 часа, второй этап – также 6 часов и выравнивание 4 часа и, наконец, окончательная сушка 4 часа. При производстве сушено-вяленой продукции в виде хлопьев после второй сушки филе (может быть тушка обезглавленная) разделяется на кусочки (хлопья), которые после выдержки во вкусоароматической заливке направляются на досушивание на 4 часа.

Ключевые слова: влажность, денатурация, качество, обезвоживание, органолептические свойства, филе.

**JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR DRYING GIANT GRENADIER
(*ALBATROSSIA PECTORALIS*) DURING PRODUCTION
OF DRIED-CURED PRODUCTS**

Bogdanov V.D., Pankina A.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Lugovaya Str. 52B.

Giant grenadier (*Albatrossia pectoralis*) is an underused commercial object, and improvement of its processing technology presents an urgent scientific and industrial problem. The solution to this problem, to a certain extent, is associated with the development of an effective technology for production of dried-cured products from this raw material. The study results of drying giant grenadier dynamics under various conditions, degree of proteins denaturation, organoleptic characteristics of dried products proved the rational modes for its processing in convective dryers. A three-stage drying was used at a temperature of 20°C in the production of dried fillets, the duration of the first stage was 6 hours and leveling for 4 hours, the second stage was 6 hours and leveling for 4 hours and, finally, drying for 4 hours. During production of dried-cured products in the form of flakes, the fillet (i.e. decapitated fish) was divided into pieces (flakes) after the second drying. Then they were soaked in a flavored filling and dried for 4 hours.

Key words: moisture, denaturation, quality, dehydration, organoleptic properties, fillet.

ВВЕДЕНИЕ

Макрурус малоглазый является перспективным видом промышленного сырья для предприятий рыбохозяйственного комплекса Дальнего Востока [Тупоногов, 2018]. Однако мышечная ткань этого промыслового объекта сильно обводнена, имеет пониженное содержание белков, липидов, малоспособна к биохимическому созреванию, что усложняет задачу производства из нее продуктов высокого качества, готовых к употреблению без какой-либо дополнительной кулинарной обработки [Петрова, Богданов, 2013]. При промышленном запасе макруруса 470–550 тысяч тонн [Тупоногов, Новиков, 2016] годовой объем его добычи составляет 15–20 тысяч тонн. Основной способ обработки добываемого макруруса – холодильное консервирование, позволяющее поставлять на рынок продукцию в мороженом виде, где она используется в основном как столовая рыба. В этой связи поиск и разработка новых технологических решений, направленных на создание эффективных инновационных производств по переработке макруруса малоглазого, – актуальная научная и производственная проблема.

Одним из перспективных направлений использования макруруса малоглазого является производство из него сушено-вяленой продукции. Типовая технологическая схема производства такой продукции включает две основные операции – посол и сушку. Научно обосновано, что с целью сокращения продолжительности процесса посола макруруса малоглазого его целесообразно совмещать с операцией прессования (давления). Использование повышенного давления (пресса) при посоле позволяет интенсифицировать процессы создания необходимой концентрации хлорида натрия, равномерного распределения

посолочных ингредиентов в мышечной ткани рыбы, биохимического созревания сырья и удаления из него воды [Богданов, Панкина, 2020]. Кроме того, для ускорения созревания, формирования вкуса и аромата, характерных для сушено-вяленой рыбы, целесообразно использовать тонко измельченные внутренности сельди тихоокеанской, в состав которых входят активные ферментные комплексы трипсиноподобных эндопептидаз [Богданов и др., 2007]. Для увеличения содержания жира в мышечную ткань макруруса целесообразно вводить путем шприцевания растительное масло в количестве 1,5% от массы рыбы, которое улучшает консистенцию и придает продукту новые вкусовые и ароматические свойства [Богданов, Панкина, 2020].

Что касается процесса сушки и вяления макруруса малоглазого, то, судя по данным научной и производственной литературы, он является малоизученным объектом, и его исследование с учетом биохимических и морфологических особенностей мышечной ткани может иметь важное практическое значение. Цель нашего исследования заключается в экспериментальном обосновании режимов процесса сушки макруруса малоглазого при производстве из него сушено-вяленой продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*) мороженный (ГОСТ 17660-97), соленое филе с кожей и макрурус сушено-вяленый. В качестве вспомогательных материалов использовали соль поваренную пищевую, воду питьевую, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное, паприку, перец черный, приправу для рыбы (СТО 23613946-002-2009). Применяемые в работе сырье и вспомогательные материалы по качест-

венным показателям соответствовали действующей нормативной документации.

Исследования проводились в учебно-исследовательском центре на лабораторном оборудовании и в учебно-производственном технологическом центре ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» на промышленном оборудовании. Филе макруруса солили в солевом растворе плотностью 1012 кг/м^3 при соотношении рыбы и раствора 1 : 2 под прессом. В солевой раствор добавляли тонко измельченные внутренности сельди тихоокеанской в количестве 6% от массы рыбы. Перед посолом в мышечную ткань макруруса вводили масло растительное в количестве 1,5% от массы рыбы, используя для этого метод шприцевания. Продолжительность просаливания составляла 24 часа при температуре 2°C .

Для сушки филе макруруса использовали конвективную сушилку камерного типа, оборудованную автоматикой, позволяющей изменять и контролировать параметры сушки (температуру, влажность и скорость циркуляции воздуха, продолжительность процесса) в установленном диапазоне их значений. Сушку осуществляли при температурах воздуха 20 и 35°C , его влажности 40–50%, скорости циркуляции $3,0$ – $4,5 \text{ м/с}$ до конечной влажности готового продукта не более 40%.

Для характеристики качественных изменений, происходящих в мышечной ткани рыбы в процессе сушки и созревания, а также характеристики готового продукта использовали физико-химические и органолептические методы исследования пищевых продуктов. Определение массовой доли воды осуществляли на влагомере ML-50 фирмы AND (Япония) в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору. Температуру сушки устанавливали 200°C . Массовую долю хлористого натрия определяли argentометрическим методом по

ГОСТ 7636-85 [ГОСТ 7636-85, 2010]. Степень денатурации белков определяли по изменению содержания солерастворимых белков до и после денатурирующего воздействия на белок [Петрова, Богданов, 2013].

Органолептическую оценку проводили по разработанной нами балльной шкале, составленной на основе рекомендаций, изложенных в ГОСТ 7631-2008 [ГОСТ 7631-2008, 2011]. При ее составлении использовали как комплексные показатели качества (внешний вид, запах, вкус, консистенция), так и единичные показатели в определенных для них градациях. Определяли органолептические показатели продукции, которые сформировались в процессе ее изготовления и хранения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате предварительно проведенных экспериментов установлено, что процесс сушки соленого филе макруруса протекает достаточно быстро и весьма неравномерно. Готовая продукция имеет очень плотную консистенцию и при употреблении разжевывается с трудом. Это можно объяснить тем, что мышечная ткань макруруса характеризуется высоким содержанием воды (более 90%), часть которой составляет так называемая свободная вода, легко отделяющаяся при технологической обработке. В этой связи исследования процесса сушки осуществляли с целью обоснования его оптимальных параметров, обеспечивающих готовой продукции высокие органолептические показатели и заданные нормативной документацией физико-химические характеристики.

Для этого исследовали динамику изменения содержания воды в продукте по слоям в зависимости от продолжительности сушки. Первый слой – это верхний пограничный, третий – нижний пограничный

слой, расположенный около кожи, а второй – это средний слой между первым и третьим. Результаты исследований сушки при температуре 20°C представлены на рисунке 1, 1.

Сушку при температуре 20°C проводили поэтапно, сначала филе сушили до образования плотной поверхности первого верхнего пограничного слоя, который имел влажность 58,5%, при этом влажность среднего слоя составляла 69,3%, а нижнего 67,8%. Так как влага в продукте распределена неравномерно, то макрурус направляли на выравнивание («отдых»), которое осуществляли при температуре 2–5°C в течение 4 часов. После окончания этой операции влажность верхнего, среднего и нижнего слоев филе составила 61,2; 68,4 и 69,7% соответственно. Затем макрурус снова направляли на сушку. Спустя 6 часов поверхностный слой рыбы подсушен (влажность 42,3%), а средний слой имеет достаточно большое содержание воды – 61,5%, нижний – 56,2%. Поэтому рыбное филе повторно направляли на выравнивание, в результате которого влажность верхнего, среднего и нижнего слоев составила 46,8; 54,4 и 49,1% соответственно. Так как содержание воды в верхнем, среднем и нижнем слоях филе превышало требуемое нормативной документацией значение, макрурус снова направлялся на сушку на 4 часа, после которой среднее содержание воды в продукте составило 40,8%. Анализируя динамику изменения содержания воды в продукте по слоям в течение времени его сушки, можно сделать вывод, что влага в продукте удаляется легко, быстро (общая продолжительность сушки 24 часа), но неравномерно. Объясняется это, прежде всего, высоким содержанием воды в мышечной ткани макруруса и низкой водоудерживающей способностью ее белков [Петрова, Богданов, 2013].

Для того чтобы не произошло пересыхание верхних слоев рыбы, макрурус необходимо дважды направлять на такой технологический процесс, как выравнивание содержания воды по всему объему филе. Данный процесс осуществляется при температуре 2–5°C в течение 4 часов. Следует отметить, что подобный циклический режим конвективной сушки при 20°C рекомендован при производстве сушено-вяленой продукции из минтая, трески, сельди, горбуши, путассу, ставриды [Степаненко, 2016]. Продолжительность и число циклов сушки и «отдыха» несколько отличается от временных интервалов, используемых нами, что, вероятно, связано с разницей химического состава сырья и некоторых режимов обработки (скорость циркуляции воздуха, параметры его кондиционирования и др.).

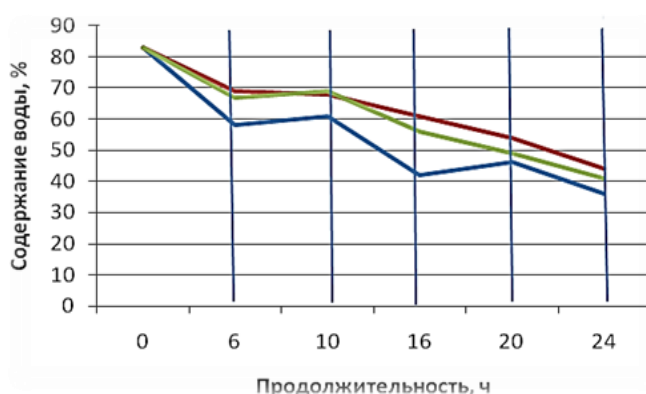
Результаты исследований сушки при температуре 35°C представлены на рисунке 1, 2. Динамика сушки филе макруруса при температуре 35°C существенно отличается от сушки при 20°C. Из графика видно, что скорость сушки при температуре 35°C значительно выше, чем при температуре 20°C. Так, уже по окончании первых 6 часов сушки влажность поверхностного слоя макруруса составила 48,5%, среднего – 68,4%, нижнего – 50,7%. Как и в первом случае, процесс сушки происходит неравномерно, и поэтому есть необходимость направить продукт на выравнивание, после которого содержание влаги первого, второго и третьего слоя составляет 52,7; 60,3 и 54,3% соответственно. Затем макрурус снова направляют на сушку, и через 6 часов влажность верхнего слоя составит 32,5%, среднего – 47,2%, нижнего – 33,6%. Так как пограничные слои пересушены, рыбу направляют на 2 часа на выравнивание, после которого средняя влажность продукта составит 37,5%. Таким образом,

при температуре 35°C обезвоживание филе макруруса осуществляется значительно быстрее, чем при 20°C (продолжительность всего процесса занимает 18 вместо 24 часов). Однако при этом в большей степени происходит неравномерное просушивание филе рыбы, что приводит к значительному пересыханию поверхностных слоев продукта и недостаточному высушиванию внутреннего слоя.

Параллельно определяли содержание солерастворимых белков в образцах макруруса, сушеного при 20 и при 35°C, а также в размороженной и соленой рыбе (таблица 1). Из нее видно, что, растворимость миофибриллярных белков в солевых растворах при технологическом воздей-

ствии на мышечную ткань макруруса уменьшается, что свидетельствует о развитии в их макромолекулах денатурационных явлений. Степень денатурации белков филе макруруса зависит от вида и глубины технологического воздействия. При посоле степень денатурации миофибриллярных белков составит 30,9%, при сушке при температуре 20°C – 56,8%, а при температуре 35°C этот показатель достигнет 66,7%. Таким образом, наиболее глубокие изменения, связанные с денатурацией белка, происходят при температуре 35°C, что обосновывает целесообразность использования сушки при более низких температурах.

1



2

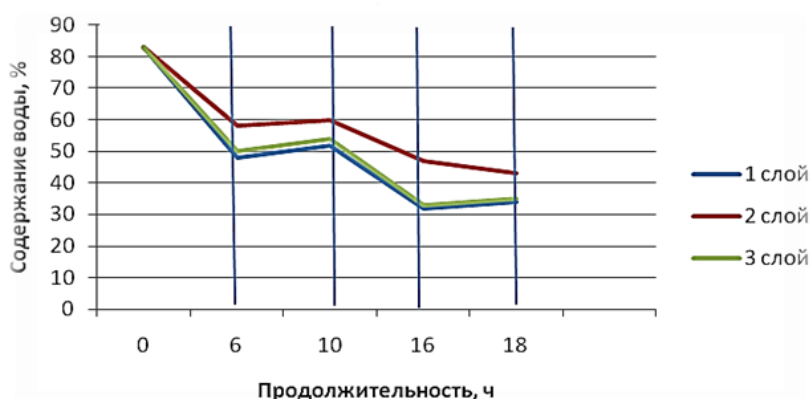


Рис. 1. Динамика изменения содержания воды в полуфабрикате в зависимости от продолжительности сушки при температуре 20°C (1) и 35°C (2)

Fig. 1. Dynamics of changes in the water content in the semi-finished product depending on the duration of drying at temperatures of 20°C (1) and 35°C (2)

Таблица 1. Изменение содержания солерастворимых белков в образцах сушено-вяленого макруруса на различных стадиях производства

Table 1. Changes in the content of salt-soluble proteins in samples of dried grenadier at various stages of production

Образец	Содержание воды, %	Концентрация солерастворимых белков в пересчете на сухое вещество, мг/мл	Степень денатурации белка, %	Условия проведения процесса
Макрурус размороженный	90,3	8,1	Не определяли	На воздухе
Макрурус соленый	79,3	5,6	30,9	Ферменты, шприцевание маслом, пресование, посол при температуре 2°C
Макрурус сушено-вяленый	40,8	3,5	56,8	Сушка при температуре 20°C
Макрурус сушено-вяленый	37,8	2,7	66,7	Сушка при температуре 35°C

Таким образом, определены рациональные параметры сушки филе макруруса: температура 20°C, продолжительность первого этапа 6 часов, затем идет выравнивание 4 часа, второй этап сушки также составляет 6 часов и выравнивание – 4 часа, окончательная сушка – 4 часа.

Для получения сушено-вяленой продукции из макруруса рыбу лучше разделять на филе с кожей, допускается также разделка на тушку обезглавленную. При использовании в технологическом процессе тушки макруруса необходимо делать продольные надрезы около хребтовой кости с целью более равномерного протекания процессов просаливания, созревания и обезвоживания. Кожа у макруруса тонкая, прозрачная и хорошо отделяется от мяса после сушки, что позволяет дополнительно выпускать такой ассортимент продукции, как «Филе макруруса сушено-вяленое обесшкуренное».

Для интенсификации процесса обезвоживания важную роль играют не только совершенствование процесса сушки и вяления, но и подготовка полуфабриката, способ и продолжительность посола, достигаемое содержание соли и продолжительность отмачивания рыбы после посола.

Мясо сушеного макруруса имеет волокнистую структуру и легко разрывается вдоль волокон на небольшие кусочки (хлопья). Поэтому на рынок можно поставлять сушено-вяленую продукцию не только в виде сушеного филе с кожей или без кожи, но и разделанную на хлопья, которым можно придать привлекательные для потребителя внешний вид, консистенцию, цвет, вкус и запах, применяя для этого специальные растворы или соусы. Подобный подход успешно реализуется при получении сушено-вяленой продукции из пресноводной рыбы [Ермакова, Бессмертная, 2014]. Авторами введена специальная технологическая операция «соусирование» кусочков сушено-вяленой рыбы и разработаны рецептуры соусов и заливок, используемых при ее проведении.

Нами разработаны рецептуры заливок для обработки хлопьев сушено-вяленого макруруса малоглазого, которые представлены в таблице 2. Для сравнения проведена органолептическая оценка сушено-вяленой продукции из макруруса, разделанной на хлопья, произведенной по разработанным рецептурам. Все образцы хлопьев сушено-вяленого макруруса имели

плотную эластичную консистенцию. Образец рецептуры 1 был оранжево-золотистого цвета, имел как рыбный запах, так и своеобразный запах добавки, был соленого, слегка сладковатого вкуса, который придавала продукту внесенная паприка. Образец рецептуры 2 имел более пикантный рыбный запах, на вкус был сладковато-острый и имел умеренно-оранжевый цвет с черными вкраплениями перца, который вносили в рецептуру вместе с паприкой. Образец рецептуры 3 сильно отличался от остальных, он имел слегка мясной и насыщенный пряностями запах, кисло-сладкий, слегка острый вкус, был светло-оранжевого цвета. Такие органолептические свойства данного образца сушено-вяленой продукции из макруруса обусловлены составом приправы, которой обрабатывали рыбу. Добавка включала в себя перец красный и черный, паприку, лук и морковь сушеные, а также лимонную кислоту.

Таблица 2. Рецептуры заливок для обработки хлопьев сушено-вяленого макруруса (кг на 100 кг заливки)

Table 2. Filling recipes for processing dried grenadier flakes (1 kg per 100 kg of filling)

Ингредиенты	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Соль	2,1	2,1	–
Паприка	3,6	3,6	–
Перец	–	0,45	–
Приправа для рыбы	–	–	5,6
Вода	94,3	93,85	94,4

При производстве сушено-вяленого макруруса в виде хлопьев технологический режим сушки несколько меняют. Сразу же после второй сушки с филе удаляют шкуру, и оно распускается вдоль волокон на примерно одинаковые кусочки (хлопья) размером 20–30 мм, которые 20 минут выдерживают во вкусоароматической заливке и направляют на сушку при тех же условиях на 4 часа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами экспериментальным путем обоснованы технологические режимы сушки макруруса малоглазого в конвективной сушилке камерного типа. Установленное нами неравномерное послойное обезвоживание мышечной ткани макруруса обуславливает циклический режим сушки, заключающийся в чередовании периодов обезвоживания и выдерживания высушиваемого продукта для равномерного распределения воды по всему объему материала.

Результаты исследования динамики сушки при температурах 20 и 35°C показывают, что при более высокой температуре скорость обезвоживания продукта увеличивается, но при этом отмечается ухудшение его качества. Общая продолжительность сушки при температурах 20 и 35°C составляет 18 и 24 часа соответственно.

В случае производства сушено-вяленого филе рациональные параметры сушки: температура 20°C, продолжительность первого этапа 6 часов, выдерживание (выравнивание) при температуре 2–5°C 4 часа, второй этап сушки также составляет 6 часов и выравнивание 4 часа, окончательная сушка – 4 часа. Такой технологический режим сушки макруруса малоглазого может быть рекомендован для использования на рыбоперерабатывающих предприятиях отрасли.

При производстве сушено-вяленой продукции из макруруса в виде хлопьев эффективными могут быть сушилки флюидизационного типа: в кипящем, псевдосжиженном, виброкипящем слое и др. Однако рациональные параметры эксплуатации такого оборудования в производстве сушено-вяленой продукции из макруруса должны быть экспериментально уточнены.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов В.Д., Благоднравова М.В., Салтанова Н.С. 2007. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. Петропавловск-Камчатский. 235 с.
- Богданов В.Д., Панкина А.В. 2020. Обоснование способа посола макруруса при производстве сушено-вяленой продукции. *Материалы VI Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»*. Владивосток. С. 33–39.
- ГОСТ 7631-2008. 2011. Рыба, нерыбные объекты и продукты из них. Методы определения органолептических и физических показателей. Москва: Стандартинформ. 11 с.
- ГОСТ 7636-85. 2010. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Москва: Стандартинформ. 123 с.
- Ермакова Ю.А., Бессмертная И.А. 2014. Получение сушено-вяленой продукции из речного окуня разнообразных вкусовых оттенков с использованием соусов. *Вестник международной академии холода*. Санкт-Петербург: Международная академия холода. № 1. С. 31–35.
- Петрова Л.Д., Богданов В.Д. 2013. Структурированные многокомпонентные фаршевые системы на основе глубоководных рыб. *Монография*. Владивосток: Дальнаука. 244 с.
- Степаненко Е.И. 2016. Изучение и регулирование органолептических, физико-химических и микробиологических изменений в процессе производства и хранения формованной вяленой и сушено-вяленой рыбной продукции. *Диссертация ... канд. техн. наук*. Калининград. 166 с.

- Тупоногов В.Н., Новиков Н.П. 2016. Макрурусы – важный резерв глубоководного промысла в дальневосточных морях. *Рыбное хозяйство*. № 6. С. 54–61.
- Тупоногов В.Н. 2018. Современное состояние глубоководных рыбных ресурсов дальневосточных морей и прилегающих вод Тихого океана: запасы, промысел, перспективы рыболовства. *Рыбное хозяйство*. № 4. С. 48–55.

REFERENCES

- Bogdanov V.D., Blagonravova M.V., Saltanova N.S. 2007. Modern technologies to produce salted products from Pacific herring and salmon. Petropavlovsk-Kamchatsky. 235 p. (in Russian).
- Bogdanov V.D., Pankina A.V. 2020. Justification of the method of salting grenadier in the production of dried and dried products. *Materials of the VI International Scientific and Technical Conference “Actual problems of the development of biological resources of the World Ocean”* Vladivostok. P. 33–39 (in Russian).
- GOST 7631-2008. 2011. Fish, non-fish objects and products from them. Methods for determining organoleptic and physical indicators. Moscow: Standartinform. 11 p. (in Russian).
- GOST 7636-85. 2010. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Analysis methods. Moscow: Standartinform. 123 p. (in Russian).
- Ermakova Yu.A., Bessmertnaya I.A. 2014. Getting dried-dried products from river bass of various flavors using sauces. *Bulletin of international academy of refrigeration*. Saint Petersburg: International Academy of Refrigeration. № 1. P. 31–35 (in Russian).
- Petrova L.D., Bogdanov V.D. 2013. Structured multicomponent minced meat sys-

- tems based on deep-sea fish. *Mono-graphy*. Vladivostok: Dalnauka. 244 p. (in Russian).
- Stepanenko E.I. 2016. Study and regulation of organoleptic, physicochemical and microbiological changes in the process of production and storage of molded dried and dried – dried fish products. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Kalingrad. 166 p. (in Russian).
- Tuponogov V.N., Novikov N.P. 2016. Macrouses – an important reserve of deep-sea fishing in the Far Eastern seas. *Rybnoe khozyajstvo (Fisheries journal)*. № 6. P. 54–61 (in Russian).
- Tuponogov V.N. 2018. The current state of deep-sea fish resources of the Far Eastern seas and adjacent waters of the Pacific Ocean: stocks, fishing, fishing prospects. *Rybnoe khozyajstvo (Fisheries journal)*. № 4. P. 48–55 (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Богданов Валерий Дмитриевич – Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; 690087, Россия, Владивосток; доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания, bogdanovvd@dgtru.ru. SPIN-код: 9851-8871; Author ID: 276468; Scopus ID: 57211202426.

Bogdanov Valery Dmitrievich – Far Eastern State Technical Fisheries University; 690087, Russia, Vladivostok; Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Food Technology Chair, bogdanovvd@dgtru.ru. SPIN code: 9851-8871; Author ID: 276468; Scopus ID: 57211202426.

Панкина Анна Валерьевна – Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; 690087, Россия, Владивосток; кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания; bogdanovvd@dgtru.ru. SPIN-код: 6118-6210, AuthorID: 1052623; Scopus ID: 57221645921.

Pankina Anna Valerievna – Far Eastern State Technical Fisheries University; 690087, Russia, Vladivostok; Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Food Technology Chair; bogdanovvd@dgtru.ru. SPIN: 6118-6210; Author ID: 1052623; Scopus ID: 57221645921.

ПОЛУЧЕНИЕ АЛЬГИНАТСОДЕРЖАЩЕГО ГЕЛЯ ИЗ КАМЧАТСКОЙ БУРОЙ ЛАМИНАРИЕВОЙ ВОДОРΟΣЛИ *EUALARIA FISTULOSA**

Клочкова Т.А.

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский,
ул. Ключевская, 35.

Гигантская ламинариевая водоросль *Eualaria fistulosa* в разных районах Северной Пацифики, в том числе в прикамчатских водах, образует подводные леса, однако до сих пор не является объектом промысла. В статье представлены данные по ее внутренней организации и результаты экспериментов, направленных на разработку технологии получения водорослевого геля. Скорость и поэтапность деградации тканей и клеточных стенок, происходящей при термощелочной обработке разных частей слоевища, контролировали с помощью микроскопической техники. Из-за разной гистологической организации, пигментации и плотности тканей пластин и жилок *E. fistulosa* полученный из них гель имел разные органолептические показатели. Для производства геля потребовалось разное количество химических реагентов и разное время термощелочной обработки при одинаковой температуре и гидромодуле (60°C и 1 : 10 соответственно). Дольше мацерируют ткани и клетки жилок, и для их распада требуется большее количество гидрокарбоната натрия (NaHCO₃). Полученный из *E. fistulosa* водорослевый гель характеризуется высокой вязкостью. В разных экспериментах, будучи измеренной на вискозиметре с насадкой «5», вязкость геля из пластин составляла 75–85 мм²/с, геля из жилок 79–85 мм²/с.

Ключевые слова: *Eualaria fistulosa*, альгинатсодержащий водорослевый гель, переработка водорослей.

OBTAINING ALGINATE-CONTAINING GEL FROM THE BROWN KELP SEAWEED *EUALARIA FISTULOSA* FROM KAMCHATKA

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya Str. 35.

Klochkova T.A.

The giant kelp *Eualaria fistulosa* forms underwater forests in different regions of the Northern Pacifics including Kamchatka, but still is not an object of commercial gathering. In this paper, we present data on its anatomical structure and results of experiments aimed at developing technology for preparing algal gel. The rate and condition of tissue and cell wall degradation occurring during thermal-alkaline treatment of different parts of *E. fistulosa* thallus was checked using microscope. Because of different histological organization, pigmentation, and density of *E. fistulosa* blade and midrib, the gels obtained from them had different organoleptic characteristics and required different amount of chemical reagents and different times of thermal-alkaline treatment for production at the same temperature and hydromodule (60°C and 1 : 10, respectively). The midrib macerated longer, and more sodium bicarbonate (NaHCO₃) was required for its maceration.

* Исследование частично выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00285 А (This study was partially supported by the grant from Russian Foundation for Basic Research (RFBR) (project № 19-04-00285 A)).

In general, it was shown that the algal gel obtained from *E. fistulosa* was characterized by a high viscosity. In different experiments, being measured on a viscometer with a nozzle «5», the viscosity made 75–85 mm²/s for a gel prepared from blades and 79–85 mm²/s for a gel prepared from midrib.

Key words: *Eualaria fistulosa*, alginate-containing algal gel, algae treatment.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время концепция здорового питания предполагает использование в пищу продуктов, богатых растительными волокнами, минеральными и органическими веществами. В связи с этим наблюдается большой интерес к пищевым продуктам, содержащим добавки из морских водорослей или продуктов их химической переработки, поскольку их лечебно-профилактические свойства общеизвестны [Аминина, Подкорытова, 1995; Разумов и др., 2004, 2005; Романова, 2010; Кусайкин и др., 2014]. Особую ценность среди получаемых из водорослей химических веществ представляют уникальные полисахариды – фукоидан, альгиновые кислоты и их соли. Они находят самое широкое применение в медицине, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности [Ковалева, 2000; Аминина, Гурулева, 2012]. В новейшей литературе информацию о полезных лечебных и профилактических свойствах водорослей можно найти в монографиях и статьях сотрудников академических и прикладных институтов, медицинских центров и других организаций [Разумов и др., 2004, 2005; Вялков и др., 2008; Вишук и др., 2009], множестве диссертаций [Ковалева, 2000; Вишневская, 2003; Кайшева, 2004; Жукова, 2005; Гурулева, 2006; Потишук, 2007; Сафина, 2007; Вафина, 2010; Романова, 2010].

Получение из водорослей изолированных веществ в чистом виде достаточно сложный процесс [Суховеева, Подкорытова, 2006], в связи с этим высока их стоимость. При производстве полисахаридов

значительная часть полезных веществ попадает в отходы производства, поэтому в альгохимии большое внимание уделяют созданию технологий комплексной переработки бурых водорослей [Вишневская, 2003; Гурулева, 2006; Вафина, 2010].

Одним из продуктов неглубокой химической переработки ламинариевых являются водорослевые гели. Их получают путем мацерации тканей и клеточных оболочек водорослей. При низкотемпературном воздействии, 50°C и менее, в полученном гомогенном гелеобразном продукте сохраняются все биологически активные органические молекулы: витамины, пигменты, гормоноподобные соединения, полиненасыщенные жирные кислоты, сульфатированные полисахариды и др., а также летучие галогены, йод и бром [Ковалева, 2000; Сафина, 2007]. Большая их часть при этом, благодаря разрушению клеточных стенок, находится во внеклеточной среде, что повышает их доступность при наружном и внутреннем применении.

Водорослевые гели широко используются в мясо-молочном, кондитерском и хлебобулочном производстве, при изготовлении паштетов, майонезов, соусов и других продуктов [Ковалева, 2000; Липатов, 2004]. Помимо обогащения нутриентами, они улучшают структуру продуктов, поскольку содержащиеся в них альгинаты имеют высокую влагоудерживающую способность и используются как загустители, стабилизаторы пищевых масс, способные заменить желатин и крахмал [Суховеева, Подкорытова, 2006; Аминина, 2015]. Вид водорослей, время, место сбора, особенности технологии производства геля оказы-

вают большое влияние на его качество и влагоудерживающие свойства.

Из многочисленных представителей бурых водорослей для производства геля наиболее широко используются ламинариевые, но их разные виды различаются между собой химическим составом, морфологической организацией, внутренним строением, плотностью тканей. В связи с этим при общем сходстве способа мацерации тканей термощелочная обработка разных видов должна проводиться с учетом их анатомо-морфологических особенностей: плотности тканей, размерности клеток и клеточных стенок, толщины кутикулярного слоя, покрывающего поверхность слоевищ водорослей.

В прикамчатских водах распространены 12 видов ламинариевых водорослей, представителей родов *Alaria*, *Eualaria*, *Arthrothamnus*, *Saccharina*, *Laminaria*, *Hedophyllum*, *Cymathaere*, *Agarum* и *Thalassiophyllum* [Клочкова и др., 2009]. Для настоящего исследования была выбрана *Eualaria fistulosa*, относящаяся к немногочисленной группе гигантских бурых водорослей. До сих пор она никем не рассматривалась как сырье для получения водорослевого геля. Причиной тому является сосредоточение основных запасов этого вида в холодоумеренных водах российского Дальнего Востока. Для производства водорослевого геля в дальневосточном регионе используют теплоумеренный вид *Saccharina japonica*. Что касается европейской части нашей страны, *E. fistulosa* там отсутствует.

Привлекательность включения в переработку *E. fistulosa* связана с тем, что она характеризуется ценным химическим составом, приятна на вкус и издавна использовалась аборигенными народами в качестве пищевого сырья [Зинова, 1940]. У восточного побережья Камчатки, юга ее западного побережья, Командорских и Ку-

рильских островов *E. fistulosa* формирует мощные заросли, объем которых составляет не менее четверти общих запасов ламинариевых этого района. В настоящей работе представлены результаты изучения внутреннего строения растений и процесса их термощелочной обработки при разных температурных режимах и разном добавлении химических реагентов и воды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Двухлетние растения *E. fistulosa* были собраны в горле Авачинской губы 29 июня 2019 г. (регистрационный № NCBI: MN813644, MN816897). В ходе разборки проб, учитывая большие размеры растений, их разрезали на куски 1–1,5 м и далее на металлическом столе отделяли жилку от пластины и спорофиллов. Черешок и ризоиды полностью удаляли. Отдельные части растений представляли собой отдельные пробы. При проведении экспериментов сухие пробы подвергали регидратации до полного набухания, затем вынимали из воды, давали ей стечь, осушали пробы фильтровальной бумагой и отбирали навеску.

Оттаивание замороженных водорослей производили в холодильнике при температуре 0–4°C. Остаточную вымороженную влагу сливали и взвешивали. Данные по ее массе учитывали при отборе навески и расчете гидромодуля в ходе экспериментальных варок геля. Массу навески 50 г, как и в случае с набухшими водорослями, а также количество химических реагентов определяли с помощью аналитических весов с погрешностью измерения не более 0,001.

Перед варкой геля водоросли резали на крупные куски и помещали в измельчитель, туда же добавляли дистиллированную воду. Дробление ламинариевых вели до получения тонкой фракции – кусочков 2–4 мм в поперечнике.

Технология получения гелеобразной альгинатсодержащей водорослевой массы в общем виде представляет собой мягкую щелочную обработку мелкоперемолотых водорослей. Обработка щелочью вызывает мацерацию тканей и дезинтеграцию клеток. Процесс считается завершенным при полном разрушении кутикулы и значительной фрагментации клеточных нитей коры и меристодермы. Поскольку в результате этой технологической операции увеличивается щелочность перерабатываемой массы, для получения продукта с нейтральной средой необходимо ее подкисление. С этой целью использовали пищевую лимонную кислоту.

В ходе проведения экспериментов подбирали приемлемые гидромодуль, температуру, количество используемого гидрокарбоната натрия (NaHCO_3) и кислоты. Процесс варки, способы контроля температуры и ее выравнивания подробно описаны в нашей работе [Клочкова, Салтанова, 2020]. Скорость мацерации тканей у *E. fistulosa* контролировали путем определения максимального поперечника у кусочков водорослей в деструктурируемой водорослевой массе. Для этого через 10, 20, 30 и 40 минут из нее брали небольшие по объему пробы, достаточные для измерения в них pH и определения вязкости с помощью вискозиметра ЭАК. Измерения проводили в остывшей пробе при комнатной температуре.

Для определения скорости распада клеток медуллы, подкормки, меристодермы и кутикулярного слоя из взятых на анализ проб брали небольшие капли геля, размазывали их на предметном стекле и покрывали покровным стеклом без придавливания. Подготовленные гистологические препараты изучали с помощью стереоскопического микроскопа Olympus SZX10 с цифровой камерой Olympus DP27 и про-

граммным обеспечением «Cell Sens Standard» (Olympus, Japan). Для точной дифференцировки клеток меристодермы, коры, подкормки и центрального слоя использовали исследовательский биологический микроскоп Olympus BX53 с цифровой камерой Olympus DP73.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Морфолого-анатомическая организация слоевища

Вид *Eualaria fistulosa* входит в семейство Alariaceae. Как и многие представители этого семейства, *E. fistulosa* имеет более сложную, чем у видов большинства других семейств порядка Laminariales, морфологию. Пластина имеет центральную полую септированную жилку (рис. 1, 1, 4–5), переходящую в длинный черешок. В его верхней части располагаются густые двусторонние пучки спорофиллов – листочков, несущих сорусы спорангиев. Прикрепляется к грунту *E. fistulosa* с помощью мощного многоярусного конусообразного пучка ризоидов [Клочкова и др., 2009]. Пластины у этого вида в прикамчатских водах, в частности у Северных Курил, могут превышать 1 м ширины и 20 м длины, а ширина жилок у растений третьего года жизни может достигать почти 5 см [Королева, Вялых (Кусиди), 2002].

Внутреннее строение у пластин и жилок разное. У последних обычная для ламинариевых медуллярная ткань из рыхлых гифообразных, переплетенных, длинноцилиндрических клеток практически отсутствует. Нити, образующие сердцевину, довольно плотные, с воронкообразно расширенными концами или без них. Сердцевинный слой достаточно узкий, местами до 40 мкм. Он окружен плотной псевдопаренхиматической тканью из крупных тонко-

стенных плотно прилежащих друг к другу клеток, межклеточное пространство между которыми практически отсутствует. Клетки меристодермы округло-овальные. Подлежащие клетки коры по сравнению с ними очень мелкие, располагаются в 1–3 слоя с наружной стороны жилки. Кутикула, покрывающая кору, даже с внешней стороны слабо развита, часто разорвана. Со стороны внутренней полости она практически отсутствует.

Внутреннее строение пластин очень близко к таковому у других ламинариевых. Центральная часть пластины образована рыхлыми медуллярными нитями, покрывающий их слой крупноклеточной подкорки достаточно тонкий (рис. 1, 2). Меристодерма состоит из 3–4 слоев. Клетки коры образуют 1–3 слоя, мало отличаются размерами от клеток меристодермы. Кутикулярный слой, покрывающий пластину, имеет неравномерную толщину, очень тонкий. Спороносная ткань на зрелых спорофиллах занимает практически всю площадь поверхности, образована одногнездными цилиндрическими спорангиями и булавовидными парафизами с толстыми слизистыми колпачками, которые, как известно, содержат большое количество альгиновой слизи.

Произрастает *E. fistulosa* на больших глубинах группами по 4–7 растений или образует равномерные плотные заросли, благодаря полым жилкам (рис. 1, 1, 4–5), имеет положительную плавучесть. Поэтому водорослевые заросли хорошо заметны с берега, и добывать растения можно, отрезая стелющуюся по поверхности воды часть пластины. На развитии спорофиллов это не отражается, поэтому такой промысел не сокращает уровня воспроизводства вида.

Сведения о биологии развития вида достаточно ограничены. Судя по наличию на черешке *E. fistulosa* отметин, оставшихся

от опавших спорофиллов, у берегов Камчатки этот вид вегетирует 3–4 года. Осенью к концу октября у него, как и у некоторых сахарин и ламинарий, наблюдается деградация пластинчатой части слоевища. Пластины при этом обтрепываются быстрее, чем жилка. В конце октября, начале ноября с понижением температуры воды и уменьшением долготы дня начинается осенний рост слоевищ. К концу октября начавшая рост жилка содержит большое количество воды, слабовязкие полисахариды.

Химический состав *Eualaria fistulosa*

Данный вид, судя по литературным данным [Усов и др., 2001, 2005; Аминина, Клочкова, 2002; Конева, Аминина, 2014], характеризуется ценным химическим составом. При этом в разных частях слоевища он разный. В период полной зрелости в августе более всего сухих веществ содержит пластина (14,9% от сухой массы) [Конева, Аминина, 2014]. При том что их содержание наименьшее у спорофиллов, количество минеральных веществ в составе сухого вещества у них самое высокое – 16,71%. Спорофиллы также наиболее богаты йодом (0,027% на сухое вещество) и фукоиданом (5,73%). В более ранний период развития в июле содержание йода у *E. fistulosa* может достигать 0,2% от сухого вещества, а содержание фукоидана – почти до 15% [Аминина, Клочкова, 2002].

Альгиновыми кислотами наиболее богата пластина. Их количество в ней достигает 52,4% от сухого вещества. В жилке оно достигает 43,8%, что больше, чем у многих других ламинариевых. К августу *E. fistulosa* накапливает до 6,05% от сухого вещества шестиатомного спирта маннита. В пластинах его содержание в это же время года много ниже и составляет только 1,28%.

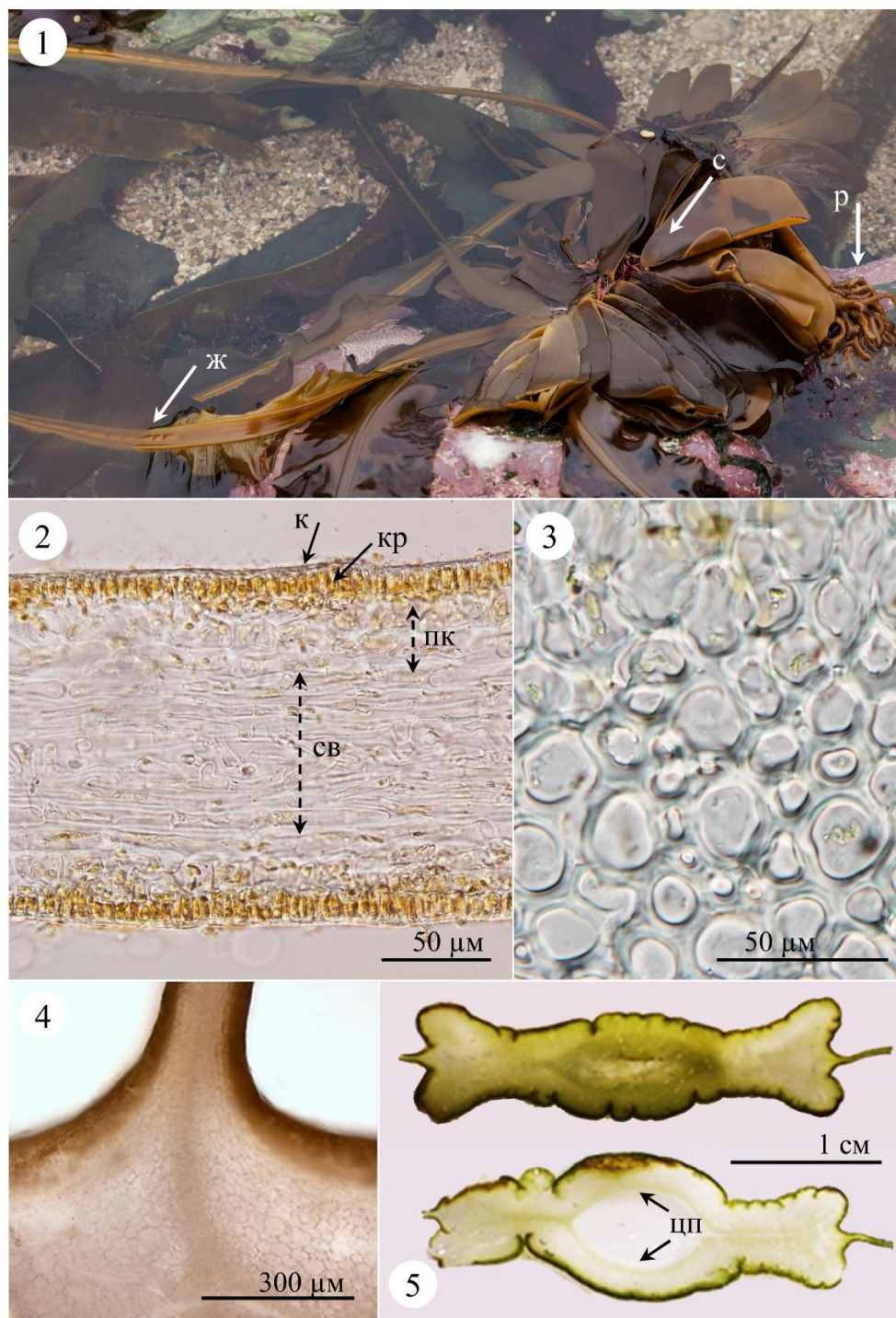


Рис. 1. Внешний вид растений *Eualaria fistulosa* (1) и поперечные срезы пластины (2) и жилки (3–5): 1 – прикрепленные к камням растения в природной среде; 2 – поперечный срез пластины; 3 – крупноклеточная сердцевина, обрамляющая внутреннюю полость жилки; 4 – поперечный срез в месте отхождения пластины от жилки; 5 – поперечный срез жилки на малом увеличении. Условные обозначения: ж – жилка; к – кутикулярный слой, кр – кора, пк – подкорка; р – ризоиды; с – сорусы спорангиев; св – сердцевина; цп – центральная полость жилки

Fig. 1. Appearance of *Eualaria fistulosa* (1) and cross sections of its blade (2) and midrib (3–5): 1 – plants attached to stones in the natural environment; 2 – cross section of the blade; 3 – medullar with large cells, which frame the inner cavity of the midrib; 4 – cross section at the point where blade starts to develop from the midrib; 5 – cross section of midrib at low magnification. Legends: ж – midrib; к – cuticular layer; кр – cortex, пк – subcortex; р – rhizoids; с – sporangial sori; св – medulla; цп – central cavity of the midrib

Анализ приведенных данных показывает, что из-за разного содержания в разных частях слоевища *E. fistulosa* отдельных полезных веществ они имеют разную ценность. Однако каждая из них по-своему важна и может быть использована в определенном направлении: либо для придания продуктам определенных реологических свойств из-за высокого содержания альгиновых кислот, либо для обогащения их йодом, фукоиданом. Сравнение данных всех авторов, изучавших химический состав *E. fistulosa*, собранной в разные летние месяцы, показывает также, что он меняется от месяца к месяцу. Это следует учитывать при заготовке сырья для альгохимического производства.

Обоснование технологии получения геля из пластин *Eualaria fistulosa*

Проведенные эксперименты показали, что работа с сухими, морожеными и свежими пробами пластин не отражается на скорости процесса термощелочной обработки, поскольку после набухания или оттаивания сырье приобретает консистенцию свежесобранных водорослей. Степень измельчения проб влияет на скорость процесса мацерации тканей и клеток. Чем она выше, тем скорее проходит деструкция водорослевой массы. В ходе определения оптимального количества NaHCO_3 для мацерации тканей жилки (рис. 2, 1) и пластины (рис. 2, 2) *E. fistulosa* использовали гидромодуль 1 : 10, поскольку при таком гидромодуле получали гель оптимальной умеренно плотной консистенции. Термическую обработку проб вели при 55–60°C и разным добавлением NaHCO_3 . Всего было проведено по девять варок геля для пластин и жилок. Результаты этих экспериментов для пластинчатой части слоевища приведены в таблице 1. Представ-

ленные в ней данные показывают, что для деструкции тканей и клеточных стенок достаточно добавление 5–7 г NaHCO_3 на 50 г водорослевой массы, но скорость процесса мацерации уменьшается почти в два раза при внесении 7 г NaHCO_3 .

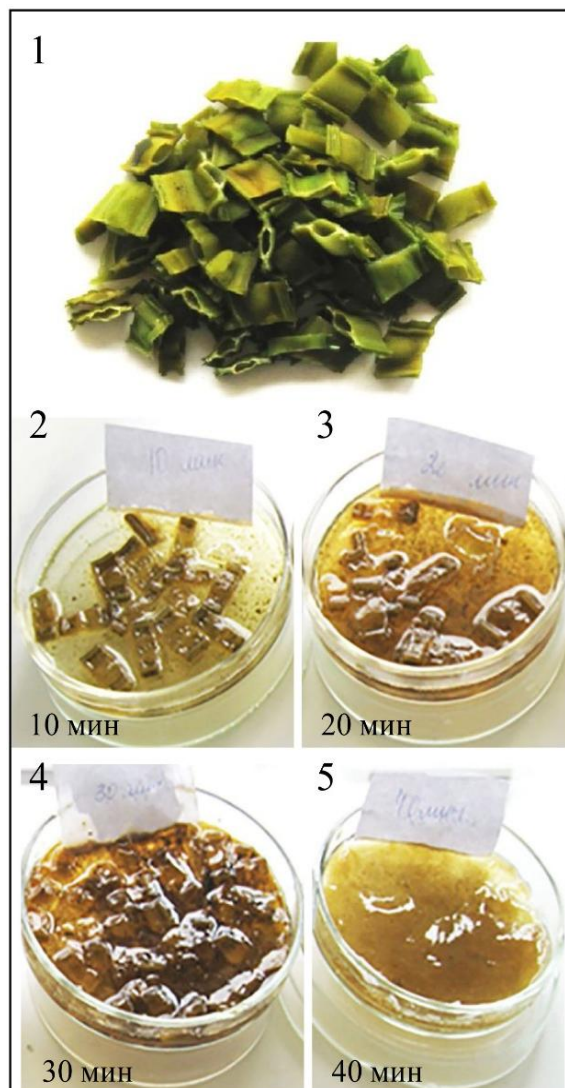


Рис. 2. Изменение состояния тканей жилки бурой водоросли *Eualaria fistulosa* в ходе ее термощелочной обработки: 1 – порезанная на куски жилка; 2–5 – мацерация жилки через разные промежутки времени (10, 20, 30, 40 минут)

Fig. 2. Changes of the midrib tissue condition in the brown alga *Eualaria fistulosa* during thermal-alkaline treatment: 1 – midrib sliced into pieces; 2–5 – maceration of midrib at different time intervals (10, 20, 30, 40 minutes)

Таблица 1. Зависимость продолжительности варки пластины *Eualaria fistulosa*, консистенции и вкуса полученного продукта от количества добавленного для мацерации гидрокарбоната натрия

Table 1. Dependence of cooking duration for *Eualaria fistulosa* blade, consistency and taste of the resulting product on the amount of sodium bicarbonate added during maceration

Использованные пробы	Количество NaHCO_3 , г	Продолжительность варки, мин	Результаты
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие пластины	10	20	Консистенция однородная, pH 9,5–9,8. Сильный привкус пищевой соды
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие пластины	5	35	Консистенция однородная, pH 8,2–8,8. Привкус пищевой соды слабый
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие пластины	7	20	Консистенция однородная, pH 8,5–9. Привкус пищевой соды слабый

Выбранный в ходе экспериментов режим термообработки водорослевой массы из пластин *E. fistulosa* позволил получить альгинатсодержащий продукт высокого качества. Его вязкость, измеренная на вискозиметре с насадкой «5», в разных экспериментах колебалась от 75 до 85 мм²/с. После гомогенизации готового продукта блендером его pH изменялся от 8,5 до 9,5. Для нейтрализации излишков NaHCO_3 до pH 7 потребовалось 0,7 г лимонной кислоты на 550 г готового продукта. Процесс нейтрализации контролировали с помощью pH-метра.

Гель, полученный в ходе термощелочной обработки при указанном выше оптимальном добавлении NaHCO_3 и кислоты, в конце процесса варки имел насыщенный зеленовато-бурый цвет, достаточно высокую вязкость, гомогенную консистенцию и приятный вкус, свойственный данному виду водорослей.

Обоснование технологии получения геля из жилок *Eualaria fistulosa*

Гидро модуль и температура обработки водорослевой массы из центральных жилок были выбраны с учетом результатов предыдущих экспериментов. Оптимальным оказался тот же гидро модуль 1 : 10 и температура обработки 60°. В ходе опре-

деления количества NaHCO_3 , необходимой для мацерации дробленной водорослевой массы, использовали разные навески. Оптимальным ее количеством оказалось 10 г на 50 г сырых водорослей (таблица 2).

Выбранный в ходе экспериментов режим обработки водорослей позволил получить качественный альгинатсодержащий продукт. Его вязкость, измеренная на вискозиметре с насадкой «5», в разных экспериментах составляла от 79 до 85 мм²/с, pH готового продукта, прошедшего 40-минутную термощелочную обработку, был 8,5–9. При добавлении к 550 г полученного из жилок гелеобразного продукта 3 г лимонной кислоты он приобрел нейтральную реакцию. Внесение кислоты в готовый продукт не изменило его консистенцию. Цвет водорослевого геля, полученного из жилок *E. fistulosa*, был светлее, чем геля, полученного из пластин. На последнем этапе процесса он приобрел приятный буровато-желтый цвет (рис. 2, 3–6). В нашей предыдущей работе [Клочкова, Салтанова, 2020] было показано, что цвет водорослевого геля из *Saccharina bongardiana* темно-бурый, что ограничивает возможности его использования в качестве добавок в те продукты, которые при смешивании с ним приобретают необычный, несвойственный данному виду продукта цвет и этим ухудшают органолептические показатели продукции.

Внешний вид мацерированных частиц жилок *E. fistulosa* на разных стадиях технологического процесса показан в таблице 3. Показаны микрофотографии наиболее типичных увеличенных под микроскопом изображений деформированной водорослевой массы в гистологических препаратах, полученных из проб, отобранных для изучения в разное время. Анализ представленных фотографий и размерных характеристик нераспавшихся водорослевых частиц показывает, что после 40 минут варки водорослевая масса представляет собой практически однородный гель. Разрушение оставшихся в ней фрагментов

слоевища и клеточных стенок, особенно у толстостенных мелких клеток коры, требует внесения дополнительного количества NaHCO_3 . Это, в свою очередь, ухудшает качество полученного продукта и, кроме того, удорожает процесс его производства за счет большего расхода NaHCO_3 и необходимой для ее погашения кислоты. Из таблицы 3 также видно, что максимальный поперечник у нераспавшихся фрагментов слоевищ в самом конце процесса термощелочной обработки имеет около 300 мкм, и они практически не заметны невооруженным взглядом.

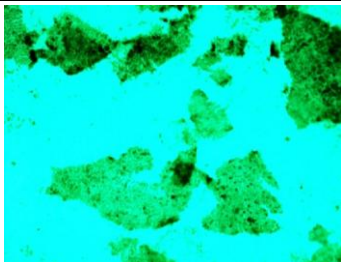
Таблица 2. Зависимость продолжительности варки жилки *Eualaria fistulosa*, консистенции и вкуса полученного продукта от количества добавленного для мацерации гидрокарбоната натрия

Table 2. Dependence of cooking duration for *Eualaria fistulosa* midrib, consistency and taste of the resulting product on the amount of sodium bicarbonate added during maceration

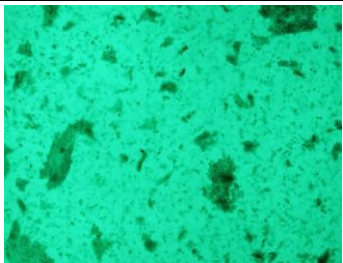
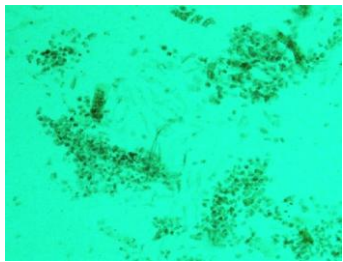
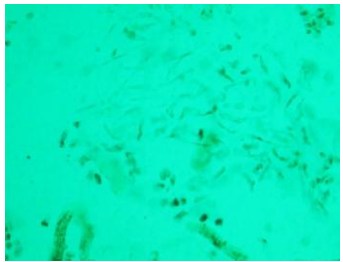
Использованные пробы	Количество NaHCO_3 , г	Продолжительность варки, мин	Результаты
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие жилки	15	35	Консистенция однородная, pH 9,7–10. Привкус пищевой соды сильный
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие жилки	10	40	Консистенция однородная, pH 8,5–9. Привкус пищевой соды слабый
Тонкоизмельченные свежие, мороженые и сухие жилки	7	54	Консистенция однородная, pH 7,4–7,7. Привкус пищевой соды слабый

Таблица 3. Изменение состояния внутренних тканей жилки *Eualaria fistulosa* при термощелочной обработке

Table 3. Changes of internal tissue condition in the midrib of *Eualaria fistulosa* during thermal-alkaline treatment

Продолжительность термощелочной обработки, мин	Внешний вид частиц водорослевой массы при деградации тканей и клеток на разных этапах термощелочной обработки	Количество измерений / Максимальные значения размеров водорослевых частиц, мм	Характеристика стадии мацерации тканей и клеточных стенок на разных этапах термощелочной обработки
10		20 / 4,8	У большинства частиц водорослевой массы кора и меристодерма уже отделены от центрального слоя. Имеет место разрыв и растягивание частиц, многие из них сохраняют значительный поперечник и достаточно большую толщину

Окончание табл. 3

Продолжительность термощелочной обработки, мин	Внешний вид частиц водорослевой массы при деградации тканей и клеток на разных этапах термощелочной обработки	Количество измерений / Максимальные значения размеров водорослевых частиц, мм	Характеристика стадии мацерации тканей и клеточных стенок на разных этапах термощелочной обработки
20		24 / 3,82	Большинство частиц водорослевой массы уменьшены в размерах. Продолжается «таяние» и растягивание частиц. Основная масса клеток центрального слоя разделена между собой, встречается достаточное количество крупных частиц небольшой толщины
30		13 / 1,85	Оболочки большинства клеток центрального слоя и подкормки разрушены. Клетки корового слоя дезинтегрированы. Сохраняются частицы водорослевой массы с рыхлыми разрушающимися краями
40		12 / 0,31	Наблюдается практически полная деградация тканей и клеточных оболочек. Сохраняются отдельные не соединенные между собой клетки центрального слоя, коры и меристодермы, небольшие рыхлые островки из клеток корового слоя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные эксперименты позволили определить оптимальные параметры процесса получения высококачественного альгинатсодержащего геля из *E. fistulosa*. Для его производства годятся свежесоборанные слоевища этого вида, сухое и замороженное сырье при правильной регидратации и дефростации. Разработанный нами способ мацерации тканей позволяет эффективно контролировать процесс превращения дробленной водорослевой массы в гелеобразный продукт. В готовом геле имеет место полная дезинтеграция клеток. Следует считать приемлемым наличие в геле отдельных клеток с неразрушенными клеточными оболочками.

Разработанная нами технология получения альгинатсодержащего водорослевого геля из жилок и пластин *E. fistulosa* отличается высокой экономичностью и отсутствием вредных отходов производства. Лучшим сырьем являются центральные жилки, гель из них имеет наилучшие органолептические показатели: приятный вкус, запах и светло-оливковый цвет.

ЛИТЕРАТУРА

- Аминина Н.М. 2015. Сравнительная характеристика бурых водорослей прибрежной зоны Дальнего Востока. *Известия ТИНРО*. Т. 182. С. 258–268.
- Аминина Н.М., Гурулева О.Н. 2012. Химический состав бурых водорослей

- Авачинского залива (побережье п-ова Камчатка). *Вопросы современной альгологии*. № 2. URL: <http://algology.ru/149>.
- Аминина Н.М., Ключкова Н.Г. 2002. Перспективы развития производства по переработке водорослей на побережье Камчатки. *Рыболовство России*. № 1. С. 54–56.
- Аминина Н.М., Подкорытова А.В. 1995. Альгинаты: состав, свойства, применение. *Известия ТИНРО*. Т. 118. С. 130–138.
- Вафина Л.Х. 2010. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (Phaeophyta) при получении функциональных пищевых продуктов. *Диссертация ... канд. техн. наук*. Москва. 224 с.
- Вишневская Т.И. 2003. Комплексная технология йод- и альгинатсодержащих продуктов из бурых водорослей дальневосточных морей. *Диссертация ... канд. техн. наук*. Владивосток. 167 с.
- Вищук О.С., Ермакова С.П., Тин Ф.Д., Шевченко Н.М., Ли Б.М., Звягинцева Т.Н. 2009. Противоопухолевая активность фукоиданов бурых водорослей. *Тихоокеанский медицинский журнал*. Т. 3. С. 92–95.
- Вялков А.Н., Козлов В.К., Бобровницкий А.И., Михайлов В.И., Подкорытова А.В., Одинец А.Г., Супрун С.В., Тулупов А.М. 2008. Морские водоросли в восстановительной медицине, комплексной терапии заболеваний с нарушением метаболизма. Москва: МДВ. 156 с.
- Гурулева О.Н. 2006. Обоснование технологии фукоидана при комплексной переработке бурых водорослей дальневосточных морей. *Автореф. диссертации ... канд. техн. наук*. Владивосток. 24 с.
- Жукова Л.В. 2005. Фармакологическая коррекция воспалительно-дегенеративных повреждений тканей пародонта с помощью биологически активных добавок, содержащих ламинарию и хлорофилл. *Диссертация ... канд. мед. наук*. Москва. 145 с.
- Зинова Е.С. 1940. Морские водоросли Командорских островов. *Труды Тихоокеанского комитета*. Т. 5. С. 165–243.
- Кайшева Н.Ш. 2004. Исследование природных полиуронидов и получение лекарственных средств на их основе. *Диссертация ... д-ра фарм. наук*. Пятигорск. 369 с.
- Ключкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. 2009. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1. Красные водоросли. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 218 с.
- Ключкова Т.А., Салтанова Н.С. 2020. Деструкция тканей бурой водоросли *Saccharina bongardiana* в процессе термощелочной обработки при получении биогеля. *Вестник Камчатского государственного технического университета*. Вып. 52. С. 27–39.
- Ковалева Е.А. 2000. Разработка технологии пищевых лечебно-профилактических продуктов из ламинарии японской (*Laminaria japonica*). *Диссертация ... канд. техн. наук*. Владивосток. 195 с.
- Конева А.А., Аминина Н.М. 2014. Химический состав различных частей слоевища *Alaria fistulosa* P. et R. (Laminariales, Phaeophyta). *Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование»*. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 102–104.
- Королева Т.Н., Вялых (Кусиди) А.Э. 2002. Камчатские ламинариевые водоросли, перспективные для промышленного использования. Род Алярия. № 6. С. 43–45.

- Кусайкин М.И., Звягинцева Т.Н., Анастюк С.Д., Имбс Т.И., Шевченко Н.М., Крупнова Т.Н., Кузнецова Т.А., Запорожец Т.С., Беседнова Н.Н., Макаренкова И.Д., Крыжановский С.П., Богданович Л.Н., Кушнерова Н.Ф., Сомова Л.М., Ермакова С.П. 2014. Фукоидан – сульфатированные полисахариды бурых водорослей. Структура, ферментативная трансформация и биологические свойства. Владивосток: Дальнаука. 376 с.
- Липатов И.Б. 2004. Разработка технологии и рецептур изделий из бисквитного и дрожжевого теста с использованием альгинатов и ламинарии. *Диссертация ... канд. техн. наук.* Санкт-Петербург. 122 с.
- Потишук Л.Н. 2007. Обоснование применения экстрактов из бурых водорослей Тихоокеанского шельфа в технологии водок особых. *Диссертация ... канд. техн. наук.* Владивосток. 198 с.
- Разумов А.Н., Бобровницкий И.П., Михайлов В.И., Мостовой С.М., Одинец А.Г., Подкорытова А.В. 2004. Влияние геля из бурых морских водорослей на иммунитет, функцию внутренних органов. Технология изготовления, использования для диетического и лечебно-профилактического питания. Москва: Медицина для всех. 239 с.
- Разумов А.Н., Бобровницкий И.П., Михайлов В.И., Мостовой С.М., Одинец А.Г., Подкорытова А.В., Хромов В.М., Кудрявцев О.Н. 2005. Использование стевиозида и биогеля из морских водорослей в комплексном лечении заболеваний сердца, сосудов, гипертонии и диабета. Москва: НПО «Сумма Технологий». 270 с.
- Романова П.В. 2010. Радиопротекторные свойства препарата «Ламинария-плюс» при экспериментальном облучении. *Диссертация ... канд. биол. наук.* Санкт-Петербург. 149 с.
- Сафина И.Н. 2007. Использование морских бурых водорослей ундарии перисто-надрезной и костарии ребристой в технологии салатов и напитков. *Диссертация ... канд. техн. наук.* Владивосток. 154 с.
- Суховеева М.В., Подкорытова А.В. 2006. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИНРО-центр. 243 с.
- Усов А.И., Смирнова Г.П., Ключкова Н.Г. 2001. Полисахариды водорослей. 55. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки. *Биоорганическая химия.* Т. 27. № 6. С. 444–448.
- Усов А.И., Смирнова Г.П., Ключкова Н.Г. 2005. Полисахариды водорослей. 58. Полисахаридный состав тихоокеанской бурой водоросли *Alaria fistulosa* P. et R. (Alariaceae, Laminariales). *Известия Академии наук. Серия химическая.* № 5. С. 1–5.

REFERENCES

- Aminina N.M. 2015. Comparative description of brown algae from the coastal zone of Far East. *Izvestiya TINRO (Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography).* V. 182. P. 258–268 (in Russian).
- Aminina N.M., Guruleva O.N. 2012. Chemical composition of the brown algae from the Avacha Bay (Kamchatka coast). *Voprosy sovremennoj algologii (Issues of Modern Algology).* № 2. URL: <http://algology.ru/149> (in Russian).
- Aminina N.M., Klochko N.G. 2002. Prospects for the development of algae processing production on the coast of Kam-

- chatka. *Rybolovstvo Rossii (Russian Fishing)*. № 1. P. 54–56 (in Russian).
- Aminina N.M., Podkorytova A.V. 1995. Alginates: composition, properties, application. *Izvestiya TINRO (Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography)*. V. 118. P. 130–138 (in Russian).
- Vafina L.Kh. 2010. Substantiation of integrated technology for processing brown algae (Phaeophyta) when obtaining functional food products. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Moscow. 224 p. (in Russian).
- Vishnevskaya T.I. 2003. Integrated technology of iodine- and alginate-containing products from brown algae of the Far Eastern seas. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Vladivostok. 167 p. (in Russian).
- Vischuk O.S., Ermakova S.P., Tin F.D., Shevchenko N.M., Li B.M., Zvyagintseva T.N. 2009. Anticancer activity of brown algae-derived fucoidans. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal (Pacific Medical Journal)*. V. 3. P. 92–95 (in Russian).
- Vyalkov A.N., Kozlov V.K., Bobrovnickij A.I., Mihajlov V.I., Podkorytova A.V., Odinetz A.G., Suprun C.B., Tulupov A.M. 2008. Algae in restorative medicine, complex therapy of diseases with metabolic disorders. Moscow: MDV. 156 p. (in Russian).
- Guruleva O.N. 2006. Substantiation of fucoidan technology in the complex processing of brown algae from the Far Eastern seas. *Abstract of Candidacy dissertation for technical sciences*. Vladivostok. 24 p. (in Russian).
- Zhukova L.V. 2005. Pharmacological correction of inflammatory and degenerative damage to periodontal tissues using dietary supplements containing kelp and chlorophyll. *Candidacy dissertation for medical sciences*. Moscow. 145 p. (in Russian).
- Sinova E.S. 1940. The algae of the Commander Islands. *Trudy Tikhookeanskogo komiteta (Transactions of the Pacific Committee of the Academy of Sciences of the USSR)*. V. 5. P. 165–243 (in Russian).
- Kaisheva N.Sh. 2004. Research of natural polyuronides and medicines obtained from them. *Doctorate dissertation for pharmaceutical sciences*. Pyatigorsk. 369 p. (in Russian).
- Klochkova N.G., Koroleva T.N., Kusidi A.E. 2009. Marine algae of Kamchatka and surrounding areas. V. 1. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. 218 p. (in Russian).
- Klochkova T.A., Saltanova N.S. 2020. Tissue destruction in the brown alga, *Saccharina bongardiana*, during the process of thermal-alkalin treatment when producing biogel. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta (Bulletin of Kamchatka State Technical University)*. № 52. P. 27–39 (in Russian).
- Kovaleva E.A. 2000. Development of technology for food therapeutic and prophylactic products from Japanese kelp (*Laminaria japonica*). *Candidacy dissertation for technical sciences*. Vladivostok. 195 p. (in Russian).
- Koneva A.A., Aminina N.M. 2014. Chemical composition of different parts of the thallus in *Alaria fistulosa* P. et R. (Laminariales, Phaeophyta). *Materials of 5th All-Russian scientific-practical conference "Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU. P. 102–104 (in Russian).
- Koroleva T.N., Vyalykh (Kusidi) A.E. 2002. Kamchatka kelp algae, perspective for industrial use. The genus *Alaria*. *Rybnoe hozyajstvo (Fish industry)*. № 6. P. 43–45 (in Russian).

- Kusajkin M.I., Zvyagintseva T.N., Anastyuk S.D., Imbs T.I., Shevchenko N.M., Krupnova T.N., Kuznecova T.A., Zaporozhetz T.S., Besednova N.N., Makarenkova I.D., Kryzhanovskij S.P., Bogdanovich L.N., Kushnerova N.F., Somova L.M., Ermakova S.P. 2014. Fucoidans – sulfated polysaccharides from the brown algae. Structure, enzymatic transformation, and biological properties. Vladivostok: Dalnauka. 376 p. (in Russian).
- Lipatov I.B. 2004. Development of technology and recipes for biscuit and yeast dough products using alginates and kelp. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Saint-Petersburg. 122 p. (in Russian).
- Potishuk L.N. 2007. Substantiation of application of the brown algal extracts from the Pacific Ocean in the technology of special vodkas. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Vladivostok. 198 p. (in Russian).
- Razumov A.N., Bobrovnitzkij I.P., Mihajlov V.I., Mostovoj S.M., Odinetz A.G., Podkorytova A.V. 2004. Effect of brown seaweed gel on immunity and function of internal organs. Manufacturing technology, use for dietary and therapeutic-and-prophylactic nutrition. Moscow: Medicine for everyone. 239 p. (in Russian).
- Razumov A.N., Bobrovnitzkij I.P., Mihajlov V.I., Mostovoj S.M., Odinetz A.G., Podkorytova A.V., Hromov V.M., Kudryavtzev O.N. 2005. The use of steviazide and biogel from seaweed in the complex treatment of heart diseases, vascular diseases of the heart, blood vessels, hypertension, and diabetes. Moscow: NPO “Sum of Technologies”. 270 p. (in Russian).
- Romanova P.V. 2010. Radioprotective properties of the drug “Laminaria-plus” under experimental irradiation. *Candidacy dissertation for biological sciences*. Saint-Petersburg. 149 p. (in Russian).
- Safina I.N. 2007. The use of marine brown algae *Undaria pinnata* and *Costaria costata* in the technology of salads and drinks. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Vladivostok. 154 p. (in Russian).
- Sukhovееva M.V., Podkorytova A.V. 2006. Commercial algae and grasses of the Far East seas: biology, distribution, reserves, processing technology. Vladivostok: TINRO-center. 243 p. (in Russian).
- Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. 2001. Polysaccharides of algae: 55. Polysaccharide composition of several brown algae from Kamchatka. *Bioorganicheskaya himiya (Russian Journal of Bioorganic Chemistry)*. V. 27. № 6. P. 444–448 (in Russian).
- Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. 2005. Polysaccharides of algae: 58. Polysaccharide composition of the Pacific brown alga *Alaria fistulosa* P. et R. (Alariaceae, Laminariales). *Izvestiya Akademii nauk. Seriya himicheskaya (Russian Chemical Bulletin)*. V. 54. № 5. P. 1–5 (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Клочкова Татьяна Андреевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук, проректор по научной работе и международной деятельности, профессор кафедры «Экология и природопользование»; tatyana_algae@mail.ru. SPIN-код: 7534-7736, Author ID: 664379; Scopus ID: 12792241800.

Klochkova Tatyana Andreevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences; Vice-rector for Scientific Work and International Communications, Professor of Ecology and Nature Management Chair; tatyana_algae@mail.ru. SPIN-code: 7534-7736, Author ID: 664379; Scopus ID: 12792241800.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕР БРАЗИЛЬСКОГО ОРЕХА В ТЕХНОЛОГИИ ФАРШИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лукин А.А., Бец Ю.А., Наумова Н.Л.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, проспект Ленина, 76.

Представлены результаты применения ядер бразильского ореха в технологии фаршированных мясных изделий. Изучены состав и физико-химические показатели растительного и мясного сырья. Определено, что в ядрах ореха содержание липидов и минеральных элементов превосходит их количества, установленные в охлажденных голеньях цыплят-бройлеров. Добавление растительного материала в дозировке 10% улучшает вкусоароматические свойства и повышает содержание Ca^{2+} (в 2,2 раза), Se^{2+} (в 2 раза), Fe^{2+} (в 1,7 раза), Mg^{2+} (в 1,6 раза), P^{5+} и Zn^{2+} (на 26%) в готовом продукте на фоне снижения закладки сливочного масла по рецептуре на 8%. Использование бразильского ореха также привносит в состав мясного продукта микроэлементы (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , Ag^+ , Au^{3+} , Co^{3+}) и пищевые волокна.

Ключевые слова: голень цыплят-бройлеров, орех бразильский, фаршированные мясные изделия.

USE OF BRAZIL NUT KERNELS IN THE STUFFED MEAT PRODUCTS TECHNOLOGY

Lukin A.A., Betz Ju.A., Naumova N.L.

South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Lenin Avenue 76.

The results of Brazil nut kernels use in the technology of stuffed meat products are presented. The composition and physical and chemical parameters of plant and meat raw materials have been studied. It has been determined that the content of lipids and mineral elements in the nut kernels exceeds their amounts established in chilled broiler chicken shins. The addition of plant material at a dosage of 10% improves the taste and aroma properties and increases the content of Ca^{2+} (2.2 times), Se^{2+} (2 times), Fe^{2+} (1.7 times), Mg^{2+} (1.6 times), P^{5+} and Zn^{2+} (by 26%) in the finished product and at the same time it decreases the amount of butter by 8% in the recipe. The Brazil nuts use also adds microelements (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , Ag^+ , Au^{3+} , Co^{3+}) and dietary fiber to the composition of meat product.

Key words: broiler chicken shin, Brazil nut, stuffed meat products.

ВВЕДЕНИЕ

Мясные продукты, безусловно, являются основным источником полноценных белков, жиров, витаминов (группы В, РР) и минералов (Fe^{2+} , P^{5+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} и др.) [Choi et al., 2014; Лисицын и др., 2016].

Однако в них отсутствуют сложные углеводы, такие как пищевые волокна, пектин, а также органические кислоты, флавоноиды, фитостерины и другие компоненты растительного сырья, использование которых улучшает качество продукции и придает ей функциональную направленность.

В этой связи известны технологии производства куриных котлет с добавлением семян льна [Батурина, Бабенко, 2019], мясо-растительных консервов, содержащих капусту, кабачки, морковь [Лисовицкая, Патиева, 2016], свино-говяжьего фарша с включением свекловичных волокон [Ахмедова, 2015], изделий на мясной основе с добавлением муки из топинамбура [Петченко и др., 2016], мясного паштета с медово-ореховым экстрактом [Горлов и др., 2020] и т. д. Сегодня бразильский орех рассматривается как кладезь полноценного белка, микроэлементов (Se^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , I^{5+}), жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, линолевой, олеиновой), отдельных витаминов (группы В, Е) и клетчатки [Климова, 2008; Martins et al., 2014; Кантороева, 2019]. Использование бразильского ореха в рецептурах творожных сырков, злаковых батончиков, орехоподобных масс нашло широкое применение на практике для повышения их пищевой ценности [Укконен, Белозерова, 2017; Патент № 2603892; Патент № 2706159]. Целью исследований стало изучение возможности применения ядер бразильского ореха в технологии фаршированных мясных изделий повышенной пищевой ценности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для испытаний послужили:

– голень охлажденная (полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров) производства ОАО «Турбаслинские бройлеры» (Республика Башкортостан, г. Благовещенск), выпускаемая в соответствии с требованиями ГОСТ 31962-13;

– ядро ореха бразильского боливийского происхождения производства ООО «Комсервис» (Московская обл., г. Мытищи), выпускаемое в соответствии с требованиями ТУ 9760-002-76440635-16;

– фаршированные мясные изделия «Куриные кармашки с маслом и травами», приготовленные по ТУ 9214-013-64474310-12 из голеней цыплят-бройлеров и запеченные при температуре 200°C в течение 20 минут. Контрольные образцы готовили по традиционной рецептуре (табл. 1), опытные – с добавлением 5 (опыт 1), 10 (опыт 2) и 15% (опыт 3) измельченных ядер ореха бразильского и снижением закладки сливочного масла на 4, 8 и 12% соответственно. Лабораторные образцы куриных кармашков представляли собой голени птицы без кости с кожей, плоской формы, с продольным разрезом в виде кармана, внутри с соответствующей начинкой. Разрез был соединен деревянными шпажками. Пищевая добавка «Летний сад» производства ООО «Кульмбах-Д» (Московская обл., г. Красноармейск), выпускаемая по ТУ 10.89.19-008-58251238-20, содержит: специи (укроп, чеснок, горчица), соль пищевую, мальтодекстрин, декстروزу, Е621, экстракты укропа, тмина, Е100.

В растительном сырье содержание веществ определяли: белка и жира – по МУ 4237-86, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, крахмала – поляриметрическим методом путем его гидролиза раствором соляной кислоты [Скурихин, Тутельян, 1998], в мясном сырье и продуктах: белка – по ГОСТ 25011-2017, жира – по ГОСТ 23042-2015, влаги – по ГОСТ 9793-2016, поваренной соли – по ГОСТ 9957-2015. Дегустационную оценку проводили по ГОСТ 9959-2015 по 9-балльной шкале. Содержание пищевых волокон во всех пробах изучали с помощью ферментативного метода [Скурихин, Тутельян, 1998], который позволяет определять растворимые (в этиловом спирте) и нерастворимые пищевые волокна, отличающиеся физиологическим действием. Количество минеральных элементов определяли по МУК 4.1.1482-03

и МУК 4.1.1483-03 на эмиссионном спектрометре iCAP 7200 DUO.

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Статистический анализ проводился с использованием пакета программ Microsoft Excel XP и Statistica 8.0. Статистическая погрешность данных не превышала 5% (при уровне достоверности 95%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ядрах ореха бразильского установлено (табл. 2) относительно высокое содержание липидов (больше в 10,9 раза, чем в голених цыплят-бройлеров), что позволило сократить закладку сливочного масла по рецептуре, а значит снизить содержание холестерина и изменить жирнокислотный состав в опытных образцах куриных кармашков в сторону повышения уровня полиненасыщенных жирных кислот [Климо-

ва, 2008; Евсенина, Никитов, 2019], большая часть которых в составе фосфолипидов используется для построения клеточных мембран, служит источником энергии, участвует в синтезе гормоноподобных биологически активных веществ – эйкозаноидов [Simopoulos, 2010].

Выявлено также присутствие в ядрах ореха сахаров ($2,70 \pm 0,16\%$), крахмала ($0,30 \pm 0,02\%$) и пищевых волокон ($7,4 \pm 0,4$ г/100 г). Присутствие сахаров в используемом сырье может как положительно, так и отрицательно повлиять на вкус модифицированных проб куриных кармашков. Наличие пищевых волокон однозначно придаст новой разработке функциональную направленность. Известно, что пищевые волокна поддерживают функционирование желудочно-кишечного тракта, предупреждают формирование нарушений обмена веществ (избытка массы тела, ожирения, гиперлипидемий), снижают риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [Пырьева, Сафронова, 2019].

Таблица 1. Рецепт куриных кармашков с маслом и травами

Table 1. Recipe for chicken pockets with oil and herbs

Компоненты	Количество, кг
Голень куриная бескостная	80,0
Масло сливочное 82,5%-ной жирности	19,5
Смесь трав «Летний сад»	0,5

Таблица 2. Нутриентный состав исследуемых материалов

Table 2. Nutrient composition of the research materials

Показатель	Результаты исследований сырья	
	голени	ореха бразильского
Массовая доля белка, %	$18,3 \pm 1,6$	$18,7 \pm 1,5$
Массовая доля жира, %	$6,2 \pm 0,5$	$67,5 \pm 3,3$
Содержание сахаров, %	–	$2,70 \pm 0,16$
Содержание крахмала, %	–	$0,30 \pm 0,02$
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т. ч.:		
растворимых	–	$1,9 \pm 0,3$
нерастворимых		$5,5 \pm 0,4$

Минеральный состав нетрадиционного растительного компонента оказался богаче, чем у голени цыплят-бройлеров (табл. 3) по числу элементов. По количеству микро-нутриентов, имеющих важное пищевое и физиологическое значение для организма человека, орехи бразильские превосходят мясо птицы по содержанию Ca^{2+} (в 12 раз), Fe^{2+} (в 7,4 раза), Se^{2+} (в 7,2 раза), Mg^{2+} (в 6,3 раза), P^{5+} и Zn^{2+} (в 3,6 раза), а также Cu^{2+} , Mn^{2+} , Co^{3+} , Mo^{4+} и др.

Общеизвестно, что дефицит минеральных элементов снижает активность факторов антимикробной защиты, повышает частоту респираторных и желудочно-кишечных заболеваний, а нехватка Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} – одна из причин формирования диастолической дисфункции левого

желудочка, нарушений коронарного кровообращения и вентрикулярной фибрилляции [Нагорная и др., 2012; Воронов, 2020]. Сегодня дефицит железа – это наиболее распространенная алиментарно-зависимая патология человечества, сопряженная с нарушением функций иммунной системы, увеличением частоты возникновения новообразований, снижением защиты организма от перекисидации, нарушением дыхательной функции и развитием тканевой гипоксии [Ларина, 2019]. Недостаток селена вызывает нарушение работы системы антиоксидантной защиты и таким образом содействует влиянию свободных радикалов на липофильные мембраны, приводя к развитию атрофии щитовидной железы [Schomburg, Kohrle, 2008].

Таблица 3. Минеральный состав исследуемых материалов

Table 3. Mineral composition of the research materials

Определяемый элемент	Результаты исследований сырья, мг/кг	
	голень	ореха бразильского
Ag	–	0,233 ± 0,017
Al	1,390 ± 0,092	3,530 ± 0,240
As	–	0,046 ± 0,003
Au	–	0,792 ± 0,061
B	–	3,381 ± 0,212
Be	–	0,022 ± 0,002
Ca	71,550 ± 6,610	857,410 ± 54,320
Cd	–	0,020 ± 0,002
Co	–	1,124 ± 0,097
Cr	0,087 ± 0,007	–
Cu	–	7,399 ± 0,510
Fe	4,59 ± 0,33	33,780 ± 2,110
Ga	–	0,252 ± 0,013
K	9254,210 ± 731,870	3226,007 ± 194,550
Li	0,017 ± 0,002	–
Mg	262,900 ± 21,450	1668,020 ± 112,440
Mn	–	6,443 ± 0,421
Mo	–	0,078 ± 0,005
Na	731,610 ± 53,450	–
Ni	1,070 ± 0,340	2,639 ± 0,193
P	2244,220 ± 204,870	7975,012 ± 601,210
Pb	–	0,009 ± 0,002
Sb	0,003 ± 0,001	–
Se	0,290 ± 0,020	2,094 ± 0,110
Si	5,730 ± 0,410	3,196 ± 0,251
Sn	–	0,142 ± 0,011
Te	0,036 ± 0,002	0,857 ± 0,062
Ti	0,074 ± 0,005	0,570 ± 0,040
V	–	0,229 ± 0,014
W	–	2,112 ± 0,183
Zn	13,780 ± 1,240	50,153 ± 3,276

Цинковый дефицит играет значимую роль в развитии задержки роста, дисфункции различных видов иммунокомпетентных клеток и когнитивных нарушений [Skrajnowska, Bobrowska-Korczak, 2019]. Дефицит фосфора может приводить к клиническим заболеваниям, включая мышечную слабость, рабдомиолиз и аномальную минерализацию костей, приводящую к рахиту или остеомалиции [Berndt, Kumar, 2009].

Уровни содержания в орехах тяжелых металлов – As^{3+} , Cd^{+} , Pb^{2+} , не обнаруженных в мясных полуфабрикатах, не превысили регламентированных норм ТР ТС 021/2011 (не более 0,3; 0,1 и 0,5 мг/кг соответственно).

Голени охлажденные, по сравнению с ядром бразильского ореха, отличаются относительно высоким содержанием K^{+} (больше в 2,9 раза), Si^{4-} (в 1,8 раза), а также Na^{+} .

Дегустация лабораторных образцов куриных кармашков позволила установить влияние орехового сырья на потребительские характеристики продукции (рис. 1). При этом установлено, что контрольный образец не отличался высокими оценками, выставленными за вкус и запах (7,8–7,9 балла), в которых преобладали сливочные тона, нивелирующие характеристики, свойственные мясному продукту. Это, предположительно, обусловлено высокой жирностью применяемого сливочного масла, поскольку известно, что его основными

вкусоароматическими веществами являются летучие жирные кислоты, эфиры жирных кислот и др. [Поросятников, 2015; Евсенина, Никитов, 2019]. В данном контексте целесообразнее использовать коровье масло 72,5%-ной жирности.

Добавление растительного сырья в дозировке до 10% изменило в лучшую сторону вкусоароматические свойства опытных проб запеченных мясных изделий. Так, появились ореховые ноты за счет увеличения закладки ядер бразильского ореха, и ослабился сливочный тон в продукции благодаря снижению дозировки коровьего масла на 8%, а следовательно, увеличились баллы за соответствующие показатели до 8,8–9,0.

Однако дальнейшее повышение уровня внесения растительного материала привело к формированию нежелательных характеристик у готовой продукции. При отсутствии сахаров в ядрах ореха, используемого в дозировке 15%, сформировало несвойственный сладковатый акцент во вкусе (7,1 балла) опыта 3. Легкая сладость и чрезмерный маслянисто-ореховый тон появились в запахе (7,4 балла) исследуемого мясного продукта. Наличие крахмала в экспериментальной дозировке нетрадиционного сырья дополнительно ко всему обусловило развитие некоторой мучнистости в консистенции, что в совокупности снизило оценку за данный показатель до 6,4 балла.

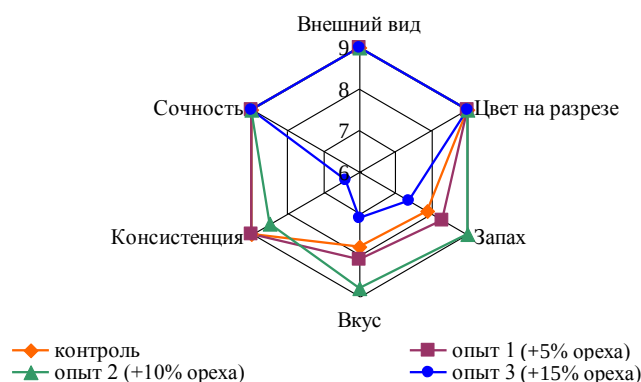


Рис. 1. Профилограмма дегустационной оценки лабораторных образцов куриных кармашков

Fig. 1. Profilogram of tasting evaluation of laboratory samples of chicken pockets

Внешний вид, цвет на разрезе и сочность всех проб имели стабильно высокие характеристики и баллы – по 9,0 за каждый показатель. Таким образом, по итогам дегустации были получены следующие результаты (баллы): контроль – $(51,7 \pm 0,2)$, опыт 1 – $(52,4 \pm 0,3)$, опыт 2 – $(53,3 \pm 0,3)$, опыт 3 – $(47,9 \pm 0,2)$.

В дальнейших исследованиях сравнивали качество и пищевую ценность контроля и опыта 2 как наиболее удачной комбинации мясного и растительного сырья на фоне итоговой дегустационной оценки. Выявлено, что исследуемые образцы не имели существенных отличий в содержании влаги, жира, поваренной соли (табл. 4). Но в экспериментальных изделиях несколько больше содержалось белка (на 1,9%), дополнительно определено наличие пищевых волокон, что является положительным моментом с позиций современной нутрициологии.

Изучение минерального состава лабораторных образцов куриных кармашков выявило приоритетность опытной пробы перед контрольной по количеству ряда макро- и микроэлементов (рис. 2). Так, в запеченных изделиях модифицированной рецептуры содержится больше Ca^{2+} (в 2,2 раза), Se^{2+} (в 2 раза), Fe^{2+} (в 1,7 раза), Mg^{2+} (в 1,6 раза), P^{5+} и Zn^{2+} (на 26 %), а также присутствуют Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , Ag^+ , Au^{3+} , Co^{3+} и другие элементы, не выявленные в контроле. Ca^{2+} играет важную роль в мышечном сокращении/расслаблении, свертываемости крови, ферментативном регулировании, стробировании K^+ -каналов, стабилизации белковых структур и сигнальной трансдукции. Se^{2+} повышает иммунобиологическую реактивность организма и выработку устойчивости его к анафилактическому шоку, ингибирует активность цитратгидролазы, повышает восприятие сетчаткой глаза световых лучей.

Таблица 4. Нутриентный состав лабораторных образцов куриных кармашков

Table 4. Nutrient composition of laboratory samples of chicken pockets

Показатель	Результаты исследований	
	Контроль	Опыт 2 (+10% ореха)
Массовая доля влаги, %	$62,0 \pm 1,5$	$63,7 \pm 1,3$
Массовая доля белка, %	$24,8 \pm 1,1$	$26,7 \pm 1,2$
Массовая доля жира, %	$10,5 \pm 0,7$	$10,4 \pm 0,8$
Массовая доля поваренной соли, %	$1,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,3$
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т. ч.:	Следы	$0,52 \pm 0,02$
		$0,13 \pm 0,01$
		$0,39 \pm 0,02$

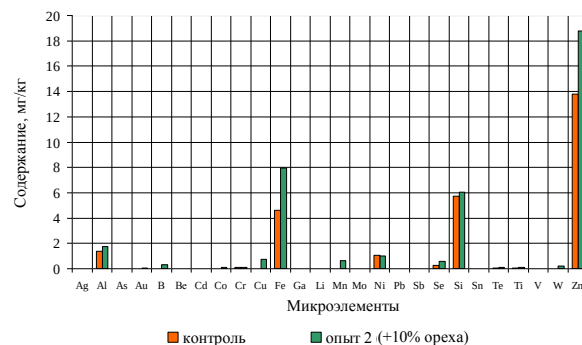
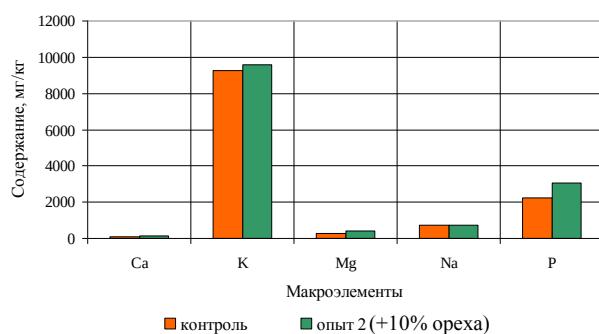


Рис. 2. Элементный состав лабораторных образцов куриных кармашков

Fig. 2. Element composition of laboratory samples of chicken pockets

Fe^{2+} участвует в ключевых физиологических функциях, включая транспортировку газообразных молекул, таких как кислород O_2 (гемоглобин) или газотрансмиттеры, такие как NO или CO_2 , электронный транспорт в митохондриях и деятельность различных окислительно-восстановительных ферментов. Велика роль Mg^{2+} в стабилизации артериального давления [Ермаков и др., 2018; Воронов, 2020].

При этом установленные количества минеральных элементов согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации» позволяют удовлетворить суточную потребность в них взрослого человека при употреблении 100 г запеченных изделий из мяса птицы с добавлением бразильского ореха в Se^{2+} на 82,8% для мужчин и 105,4% для женщин, K^+ – на 38,8%, P^{5+} – на 38,0%, Zn^{2+} – на 15,6%, Mg^{2+} – на 10,7 %, Fe^{2+} – на 7,9% для мужчин и 4,4% для женщин, Cu^{2+} – на 7,4%.

В контексте требований СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» продукт считается обогащенным при условии, что его усредненная суточная порция содержит обогащающий компонент в количестве от 10 (на конец срока годности) до 50% от нормы физиологической потребности человека в нем. Таким образом, 100 г изделия модифицированной рецептуры можно считать обогащенными такими элементами, как K^+ , P^{5+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} .

Mg^{2+} оказывает влияние на ряд ион-транспортных систем (Na^+ , K^+ -АТФ-азы, кальциевый насос, коперенос Na^+ , K^+ , Cl^-) и стабилизирует трехмерную структуру белков и нуклеиновых кислот [Ермаков

и др., 2018; Воронов, 2020]. Нехватка Mg^{2+} и K^+ в организме способна провоцировать сердечно-сосудистые заболевания, повышать риск развития аритмий, а также заболеваний нервной системы [Скальный, 2018]. P^{5+} принимает участие в формировании костяка, обмене белков, жиров, углеводов, минеральных соединений крови и других жидкостей организма. Эссенциальное значение Zn^{2+} определяется его присутствием в составе более 300 металлоферментов (цинксодержащего изофермента костная щелочная фосфатаза, карбокси-пептидазы, карбоангидразы, термолизина, дипептидазы, РНК-полимераз, ДНК-полимераз, супероксиддисмутазы, альдолазы и др.), влиянием его на образование гидроксиапатита кости, линейный рост и формирование скелета [Zuo, 2012].

Также известно, что функциональные продукты питания могут содержать функциональные пищевые ингредиенты, к коим относится Se^{2+} , в количествах до 300% от суточной нормы их потребления [Коденцова и др., 2010], поэтому разработанный мясорастительный продукт обладает функциональной направленностью. При дефиците Se^{2+} в рационе питания в организме могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, болезни кожи, волос и ногтей, атеросклероз, репродуктивная недостаточность, замедление роста, заболевания легких [Скальный, 2018].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ядрах ореха бразильского установлено относительно высокое содержание липидов, минеральных элементов (Ca^{2+} , Fe^{2+} , Se^{2+} , Mg^{2+} , P^{5+} , Zn^{2+}), а также наличие сахаров, крахмала и пищевых волокон. Добавление растительного сырья в дозировке 10% улучшает вкусоароматические свойства запеченных мясных изделий,

повышает в готовом продукте содержание Ca^{2+} (в 2,2 раза), Se^{2+} (в 2 раза), Fe^{2+} (в 1,7 раза), Mg^{2+} (в 1,6 раза), P^{5+} и Zn^{2+} (на 26%), а также привносит в нутриентный состав Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , Ag^+ , Au^{3+} , Co^{3+} и др. элементы на фоне снижения закладки сливочного масла по рецептуре на 8%. Таким образом, установлена возможность использования ядер бразильского ореха в технологии фаршированных мясных изделий функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- Ахмедова Т.П. 2015. Функциональные ингредиенты в мясных продуктах. *Мясные технологии*. № 7 (151). С. 16–17.
- Батурина А.Н., Бабенко И.А. 2019. Организация производства куриных котлет с льняным семенем в условиях предприятия ОАО «Птицефабрика Сеймовская». *Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии*. № 4 (24). С. 13–16.
- Воронов Г.Г. 2020. Хелатные формы минералов – шаг в будущее... *Рецепт*. Т. 23. № 1. С. 131–145.
- Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Федотова Г.В., Натиров А.К., Сложенкин А.Б., Эрендженова М.В. 2020. Инновационная рецептура мясного продукта функциональной направленности. *Индустрия питания*. Т. 5. № 2. С. 44–52.
- Евсенина М.В., Никитов С.В. 2019. Изменение жирнокислотного состава сливочного масла при введении в рацион коров микроводоросли спирулина. *Известия Дагестанского государственного аграрного университета*. № 4 (4). С. 18–21.
- Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Сафонов В.А. 2018. Биогеохимическая индикация микроэлементозов. Москва: Российская академия наук. 386 с.
- Кантороева А.К. 2019. Анализ развития мирового рынка орехоплодовых культур. *Экономика и управление: проблемы, решения*. Т. 2. № 3. С. 147–154.
- Климова Е.В. 2008. Сравнительное изучение общего содержания масла, жирнокислотного профиля, перекисного числа, концентрации токоферола, фитостерина и сквалена в ядрах бразильского ореха, пекана, кедровых орешков, фисташки и кешью. *Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал*. № 2. С. 369.
- Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Спиричев В.Б. 2010. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. *Вопросы питания*. № 1. С. 23–33.
- Ларина В.Н. 2019. Анемия в практике врача-терапевта: новый взгляд на старую проблему. *Русский медицинский журнал*. Т. 27. № 12. С. 44–50.
- Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И., Федулова Л.В. 2016. Законодательные основы и научные принципы создания функциональных пищевых продуктов на мясной основе. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. № 12 (146). С. 151–158.
- Лисовицкая Е.П., Патиева С.В. 2016. Использование растительных компонентов для формирования комплексобразующей способности мясных продуктов функционального назначения. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. Т. 11. № 1 (39). С. 34–38.
- Нагорная Н.В., Дубовая А.В., Бордюгова Е.В., Коваль А.П. 2012. Особенности содержания макро- и микроэлементов при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. *Здоровье ребенка*. № 4 (39). С. 129–135.
- Патент № 2706159 РФ. Злаковый батончик для питания работающих с вредными

- соединениями мышьяка и фосфора. *Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ* (Гумеров Т.Ю., Габдукаева Л.З., Швинк К.Ю.).
- Патент № 2603892 РФ. Способ приготовления орехоподобной массы. *Воронежский государственный университет инженерных технологий* (Родионова Н.С., Попов Е.С., Алексеева Т.В., Соколова О.А., Шахов А.С.).
- Петченко В.И., Смагулова А.К., Айтбаев А.А. 2016. Исследование оценки качества и разработка технологии функционального продукта на мясной основе. *Вестник Алматинского технологического университета*. № 4. С. 17–25.
- Поросятников А.В. 2015. Химический состав и пищевая ценность сливочного масла. *Материалы международной научно-практической конференции «Наука в современных условиях: от идеи до внедрения»*. № 1. С. 127–131.
- Пырьева Е.А., Сафронова А.И. 2019. Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения. *Вопросы питания*. Т. 88. № 6. С. 5–11.
- Скальный А.В. 2018. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. Москва: Фабрика блокнотов. 295 с.
- Скурихин И.М., Тутельян В.А. 1998. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Москва: Брандес, Медицина. 342 с.
- Укконен Т.И., Белозерова М.С. 2017. Разработка творожного сырка с повышенным содержанием селена. *Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке»*. С. 264–267.
- Berndt T., Kumar R. 2009. Novel mechanisms in the regulation of phosphorus homeostasis. *Physiology (Bethesda)*. № 24. P. 17–25.
- Choi M.S., Choi Y.S., Kim H.W., Hwang K.E. et al. 2014. Effects of replacing pork back fat with brewer's spent grain dietary fiber on quality characteristics of reduced-fat chicken sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. № 34 (2). P. 158–165.
- Martins M., Kluszczowski A.M., Scussel V.M. 2014. in vitro activity of the brazil nut (*Bertholletia excelsa* h. b. k.) oil in aflatoxinogenic strains of *Aspergillus parasiticus*. *European Food Research and Technology*. Vol. 239. № 4. P. 687–693.
- Schomburg L., Kohrle J. 2008. On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Molecular Nutrition & Food Research*. № 52 (11). P. 1235–1246.
- Skrzynowska D., Bobrowska-Korczak B. 2019. Role of zinc in immune system and anti-cancer defense mechanisms. *Nutrients*. № 11 (10). P. 2273. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11102273>.
- Simopoulos A.P. 2010. Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega-3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. *Experimental Biology and Medicine*. Vol. 235. P. 785–795.
- Zuo X. 2012. Zinc finger protein ZFP57 requires its co-factor to recruit DNA methyltransferases and maintains DNA methylation imprint in embryonic stem cells via its transcriptional repression domain. *Journal of Biological Chemistry*. Vol. 13. № 3. P. 2107–2118.

REFERENCES

- Akhmedova T.P. 2015. Functional ingredients in meat products. *Myasnye tekhnologii (Meat Technology)*. № 7 (151). P. 16–17 (in Russian).

- Baturina A.N., Babenko I.A. 2019. Organization of production of chicken cutlets with flaxseed in the conditions of the enterprise JSC "Seimovskaya Poultry Farm". *Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii (Vestnik of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy)*. № 4 (24). P. 13–16 (in Russian).
- Voronov G.G. 2020. Chelated forms of minerals – a step into the future ... *Recept (Recipe)*. T. 23. № 1. P. 131–145 (in Russian).
- Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Fedotova G.V., Natyrov A.K., Slozhenkin A.B., Erendzhenova M.V. 2020. An innovative recipe for a functional meat product. *Industriya pitaniya (Food Industry)*. T. 5. № 2. P. 44–52 (in Russian).
- Evsenina M.V., Nikitov S.V. 2019. Changes in the fatty acid composition of butter with the introduction of spirulina microalgae into the diet of cows. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Dagestan State Agrarian University)*. № 4 (4). P. 18–21 (in Russian).
- Ermakov V.V., Tyutikov S.F., Safonov V.A. 2018. Biogeochemical indication of microelementosis. Moscow: Russian Academy of Sciences. 386 p. (in Russian).
- Kantoroeva A.K. 2019. Analysis of the development of the world market for nut crops. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya (Economics and Management: Problems, Solutions)*. T. 2. № 3. P. 147–154 (in Russian).
- Klimova E.V. 2008. Comparative study of total oil content, fatty acid profile, peroxide value, concentration of tocopherol, phytosterol and squalene in the kernels of Brazil nuts, pecans, pine nuts, pistachios and cashews. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyj zhurnal (Food and Processing Industry. Abstract journal)*. № 2. P. 369 (in Russian).
- Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Spirichev V.B. 2010. Substantiation of the level of food fortification with vitamins and minerals. *Voprosy pitaniya (Problems of Nutrition)*. № 1. P. 23–33 (in Russian).
- Larina V.N. 2019. Anemia in the practice of a general practitioner: a new look at an old problem. *Russkij Medicinskij Zhurnal (Russian Medical Journal)*. T. 27. № 12. P. 44–50 (in Russian).
- Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I., Fedulova L.V. 2016. Legal framework and scientific principles for the creation of functional meat-based food products. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agricultural University)*. № 12 (146). P. 151–158 (in Russian).
- Lisovitskaya E.P., Patieva S.V. 2016. The use of plant components to form the complexing ability of functional meat products. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of the Kazan State Agrarian University)*. T. 11. № 1 (39). P. 34–38 (in Russian).
- Nagornaya N.V., Dubovaya A.V., Bordyugova E.V., Koval A.P. 2012. Features of the content of macro- and microelements in diseases of the cardiovascular system. *Zdorov'e rebenka (Child's Health)*. № 4 (39). P. 129–135 (in Russian).
- Patent № 2706159 RF. Cereal bar for nutrition of those working with harmful compounds of arsenic and phosphorus. Kazan National Research University. A.N. Tupolev – KAI (Gumerov T.Yu., Gabdukaeva L.Z., Shvink K.Yu.) (in Russian).
- Patent № 2603892 RF. Method for preparing nut-like mass. Voronezh State University of Engineering Technologies (Rodionova N.S., Popov E.S., Alekseeva T.V., Sokolova O.A., Shakhov A.S.) (in Russian).
- Petchenko V.I., Smagulova A.K., Aitbaev A.A. 2016. Quality assessment study and tech-

- nology development of a functional meat-based product. *Vestnik Almatinskogo technologicheskogo universiteta (The Journal of Almaty Technological University)*. № 4. P. 17–25 (in Russian).
- Porosyatnikov A.V. 2015. Chemical composition and nutritional value of butter. *Materials of the International Scientific and Practical Conference “Science in modern conditions: from idea to implementation”*. № 1. P. 127–131 (in Russian).
- Pyreva E.A., Safronova A.I. 2019. The role and place of dietary fiber in the structure of the population's nutrition. *Voprosy pitaniya (Problems of Nutrition)*. Vol. 88. № 6. P. 5–11 (in Russian).
- Skalny A.V. 2018. Trace elements. Ed. 4th, revised. Moscow: Factory of notebooks. 295 p. (in Russian).
- Skurikhin I.M., Tutelian V.A. 1998. Guide to methods for analysis of food quality and safety. Moscow: Brandes. Medicine. 342 p. (in Russian).
- Ukkonen T.I., Belozerova M.S. 2017. Development of curd cheese with increased selenium content. *Materials of the VIII International Scientific and Technical Conference “Low-temperature and food technologies in the XXI century”*. P. 264–267 (in Russian).
- Berndt T., Kumar R. 2009. Novel mechanisms in the regulation of phosphorus homeostasis. *Physiology (Bethesda)*. № 24. P. 17–25.
- Choi M.S., Choi Y.S., Kim H.W., Hwang K.E. et al. 2014. Effects of replacing pork back fat with brewer's spent grain dietary fiber on quality characteristics of reduced-fat chicken sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. № 34 (2). P. 158–165.
- Martins M., Kluszczowski A.M., Scussel V.M. 2014. In vitro activity of the brazil nut (*bertholletia excelsa* h. b. k.) oil in aflatoxigenic strains of *aspergillus parasiticus*. *European Food Research and Technology*. Vol. 239. № 4. P. 687–693.
- Schomburg L., Kohrle J. 2008. On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Molecular Nutrition & Food Research*. № 52 (11). P. 1235–1246.
- Skrainowska D., Bobrowska-Korczak B. 2019. Role of zinc in immune system and anti-cancer defense mechanisms. *Nutrients*. № 11 (10). P. 2273. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11102273>.
- Simopoulos A.P. 2010. Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega-3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. *Experimental Biology and Medicine*. Vol. 235. P. 785–795.
- Zuo X. 2012. Zinc finger protein ZFP57 requires its co-factor to recruit DNA methyltransferases and maintains DNA methylation imprint in embryonic stem cells via its transcriptional repression domain. *Journal of Biological Chemistry*. Vol. 13. № 3. P. 2107–2118.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

Лукин Александр Анатольевич – Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет); 454080, Россия, Челябинск; кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых и биотехнологий; luhin3415@gmail.com. SPIN-код: 2692-9210; Autor ID: 213192; Scopus ID: 57194775544.

Lukin Alexander Anatolievich – South Ural State University (National Research University); 454080, Russia, Chelyabinsk; Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of Food and Biotechnology Chair; luhin3415@gmail.com. SPIN-code: 2692-9210; Autor ID: 213192; Scopus ID: 57194775544.

Бец Юлия Александровна – Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет); 454080, Россия, Челябинск; аспирант кафедры пищевых и биотехнологий; bets.jul@yandex.ru.

Betz Julia Alexandrovna – South Ural State University (National Research University); 454080, Russia, Chelyabinsk; Postgraduate of Food and Biotechnology Chair; bets.jul@yandex.ru.

Наумова Наталья Леонидовна – Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет); 454080, Россия, Челябинск; магистрант кафедры экологии и химической технологии; n.naumova@inbox.ru. SPIN код: 6645-5677; Author ID: 636085; Scopus ID: 54972590800.

Naumova Natalya Leonidovna – South Ural State University (National Research University); 454080, Russia, Chelyabinsk; Master Student of Ecology and Chemical Technology Chair; n.naumova@inbox.ru. SPIN-code: 6645-5677; Author ID: 636085; Scopus ID: 54972590800.

КРАПИВИНСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ВОЗМОЖНЫЕ РИСКИ РЕАЛИЗАЦИИ

Просеков А.Ю.

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Рациональное природопользование является приоритетным направлением развития науки, техники и технологии, которое невозможно осуществить без мониторинга состояния окружающей среды. Природные экосистемы на территории промышленной направленности испытывают значительные антропогенные нагрузки, в результате чего растет отрицательное влияние на окружающую среду и сокращается биоразнообразие. В данной работе проведен анализ различных сведений, архивных документов и научно-технической информации о строительстве и текущем состоянии Крапивинского водохранилища. Результаты исследования позволили теоретически обосновать необходимость организации комплексного экологического мониторинга зоны влияния Крапивинского водохранилища, текущего состояния водного объекта. Определена важность его практической реализации на системной методологической основе с использованием оперативных данных дистанционного зондирования Земли и возможностей геоинформационного картографирования.

Ключевые слова: биологические ресурсы, вода регионов, рациональное природопользование, Кузбасс, Крапивинское водохранилище.

HYDRO POWER PLANT “KRAPIVINSKY”: CURRENT STATE AND POSSIBLE RISKS

Prosekov A.Yu.

Kemerovo State University, Kemerovo, Krasnaya 6.

Rational nature management is a priority in the development of science and technology based on environmental monitoring. Natural ecosystems located in industrial areas are under significant anthropogenic pressure, as a result of which the negative impact on the environment and biodiversity has increased. Various archival documents and other sources of scientific and technical information on the construction and current state of the Krapivsky reservoir were analyzed. The study results allowed to justify theoretically the need for a comprehensive ecological monitoring of the reservoir's zone of influence and its current condition. The importance of its practical implementation on a systematic methodological basis using the earth remote sensing and geoinformation mapping was detected.

Key words: biological resources, regional water resources, rational nature management, Kuzbass, Krapivinsky reservoir.

ВВЕДЕНИЕ

Водные экосистемы, водные ресурсы и их рациональное использование являются

одними из основных проблем, стоящих перед человечеством [Berhane et al., 2016; Sayed et al., 2021]. Настоящая статья посвящена вопросам оценки текущего со-

стояния Крапивинского водохранилища в Кузбассе. В этом контексте водохранилище играет значительную роль как один из ключевых водных объектов.

На сегодняшний день по всему миру насчитывается почти 50 000 крупных плотин, удерживающих более 6 500 км³ воды. По состоянию на начало 2011 г. GRanD содержит информацию о 6 862 плотинах и связанных с ними водохранилищах, общая емкость которых составляет 6 197 км³.

Мировое производство рыбы, по предварительным оценкам FAO, достигло примерно 179 млн т в 2018 г., а общая стоимость первой продажи оценивается в 401 млрд долл. США, из которых 82 млн т, оцененные в 250 млрд долл. США, были получены от производства аквакультуры.

В настоящее время мировая аквакультура раскрывается новыми тенденциями. В докладе FAO «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры» 2020 г. (SOFIA) представлены обновленные и проверенные статистические данные по этому сектору, а также анализируются текущие и возникающие проблемы и подходы, необходимые для ускорения международных усилий по достижению цели устойчивого рыболовства и аквакультуры [<https://doi.org/10.4060/ca9229en>]. Рыба и рыбопродукты остаются одними из самых продаваемых продовольственных товаров в мире. В 2018 г. на международном рынке было реализовано 67 млн т, или 38% от общего объема производства рыбных ресурсов и аквакультуры.

Водохранилище представляет собой сложное и специальное гидравлическое сооружение – рукотворный водоем. Оно выполняет определенные функции, а также играет значительную роль в экономической деятельности человека. Вода, накопленная в водохранилище, используется для орошения и полива земель, санитарной

очистки русла рек и многого другого. При помощи искусственных водоемов регулируют сток речных вод для гидроэнергетики, предотвращают наводнения. Водоемы также используются для рыбалки, водного транспорта, отдыха людей, водных видов спорта.

Однако при вводе в эксплуатацию гидроэлектростанции существуют потенциальные риски негативного воздействия на окружающую среду. Эта проблема актуализируется в современных работах отечественных и зарубежных ученых [Kuskovskii et al., 2001; Tadesse et al., 2003; Pérez-Ruzafa et al., 2011].

Значительно возрос интерес к глобальным экологическим проблемам водных ресурсов [Аширбаева, 2020; Чернов, 2020; Козлов, 2021]. Сегодня очень актуальна оценка геодинамических процессов водохранилища, геоинформационный мониторинг состояния земельных ресурсов его прибрежной зоны [Карпик, 2019].

В связи с увеличением антропогенной нагрузки на природные комплексы и водные ресурсы необходимо детально изучить закономерности воздействия различных факторов на состояние водоемов, в том числе водохранилищ. Представленная мировая проблема характерна для водных ресурсов России, в том числе Кузбасса.

Кемеровская область – Кузбасс является промышленным регионом России с развитыми угледобывающей, металлургической и химической отраслями [Цивилев, 2019]. Быстрое развитие национальной индустриализации, нынешние сбросы промышленных сточных вод и их неправильное управление становятся все более серьезными, особенно в связи с растущим загрязнением бытовых вод. Сегодня существует острая необходимость в эффективной системе мониторинга качества воды. В связи с этим в рамках природоохранных

мероприятий Кузбасса становится актуальной проблема улучшения экологического мониторинга водных ресурсов Кемеровской области, в том числе Крапивинского водохранилища.

Целью настоящей работы является оценка текущего состояния Крапивинского водохранилища с привлечением исторического аспекта управления водными ресурсами. Это позволяет пересмотреть существующие условия и планировать будущие задачи устойчивого развития. Для реализации данной цели был осуществлен анализ литературных данных о состоянии Крапивинского водохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведенный в феврале 2021 г. поиск литературы рассматривал научно-технические статьи, архивную информацию. Использовались базы данных статей из Scopus, Web of Sciences, Google Scholar, российской научной электронной библиотеки (<https://www.elibrary.ru>; <https://cyberleninka.ru>). Поисковые запросы формировались по ключевым словам «Крапивинское водохранилище», «Крапивинский гидроузел», «научно-техническое обоснование Крапивинского водохранилища» и т. д.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Кузбасская гидрографическая сеть относится к бассейну Верхней Оби и представлена густой сетью малых и средних рек, озер, водохранилищ и болот. Общий объем поверхностного стока составляет 37 куб. км [<http://docs.cntd.ru/document/412807351>]. Томь представляет собой ключевой источник промышленного и коммунального водоснабжения городов и прилегающих промышленных зон и одновременно сброса сточных вод. Одним из страте-

гически важных водных объектов Кузбасса является Крапивинское водохранилище.

Водные ресурсы не существуют сами по себе. Поэтому важно иметь представление о других природных ресурсах исследуемой территории.

Крапивинский район граничит с Кемеровским и Чебулинским районами на севере, Тисульским районом на востоке, Новокузнецким и Беловским районами на юге, Ленинск-Кузнецким, Промышленновским и Топкинским районами на западе. Граница Крапивинского района тянется по нескольким сельским и городским поселениям (поселок городского типа Крапивинский, поселок Банновский, Мелковское сельское поселение; Зеленогорское городское поселение). В состав Крапивинского городского поселения входят следующие населенные пункты, объединенные общей территорией: пгт Крапивинский, деревня Фомиха. Площадь территории Крапивинского муниципального округа представлена 689 911 га [<https://www.krapivino.ru/node/46>].

На территории имеются месторождения строительных материалов: песчаника, глины, суглинка, извести, базальта. С точки зрения добычи полезных ископаемых присутствует каменный уголь.

Ресурсный потенциал Крапивинского муниципального округа весьма существен. Он имеет особый статус, поскольку Крапивинский район является одним из самых залесенных территорий Кузбасса. Лесной потенциал представлен хвойными (ель, пихта) и лиственными породами – березовыми и осиновыми лесами, в подлеске – калиной, рябиной, черемухой. При этом район расположен вблизи промышленной зоны региона. Следовательно, на него оказывает воздействие промышленное присутствие области.

Гидрографическая сеть территории представлена реками Томь, Быструха, Му-

рат. Крапивинская гидроэлектростанция находится на реке Томь в Кемеровской области, у поселка Зеленогорский Крапивинского района. Зеленогорский был построен преимущественно в рамках проекта строительства гидроузла как важное звено в цепи водоохранных мероприятий в бассейне реки Томь. За ним произрастает бесконечная тайга – «легкие Кузбасса». Сегодня гидроэлектростанция является одним из крупнейших недостроенных сооружений в стране.

Напорные плотины, лопасти, туннели, каналы гидроузла должны сформировать крупное Крапивинское водохранилище. Нормальный уровень водохранилища раскрывается следующими характеристиками: площадь – 670 км², длина – 133 км, максимальная ширина – 30 км. При этом общая и полезная емкость водохранилища составляет 11,71 и 9,71 км³, позволяя осуществлять сезонное регулирование стока. Отметка нормального уровня удержания водохранилища – 177,5 м над уровнем моря (*Baltic height system*), уровень принудительного удержания составляет 179,2 м, мертвый объем – 154,7 м [Гидроэлектростанции России, 1998].

К началу 1970-х годов в бассейне реки Томь резко ухудшилась экологическая ситуация. Томь – главная водная артерия Кузбасса, насыщенная всевозможными экологически небезопасными предприятиями, которые активно используют ее для водоснабжения. При этом расположение городов и предприятий на Томи имеет определенную специфику: в верховьях расположены крупные промышленные города (Междуреченск и Новокузнецк), далее следует относительно малонаселенная часть реки, рядом с ней расположены крупные города – Кемерово, Томск, Северск.

Строительство гидроузла началось в 1975 г. Планировалось завершить строительство за шесть лет. К 1989 г. общая го-

товность сооружений составляла не менее 60%, а до запуска первых гидроагрегатов оставалось около двух лет.

История строительства Крапивинского водохранилища связана с научной деятельностью профессора Н.В. Скалона, ученых-биологов Кемеровского государственного университета [Скалон, Полевод, 1997; Скалон, 2005; Егоров, 2005; Ефремова и др., 2006; Красная книга..., 2012; Боголепова, 2017; Ковалевский и др., 2018]. Еще в 1975 г. под руководством профессора В.Н. Скалона и его коллег формируется научно-исследовательский центр, имеющий символичное имя – «Чайка». Задачами коллектива стали многогранные и комплексные исследования биогеоценоза в районе строительства Крапивинского водохранилища, изучение влияния гидротехнического комплекса на все природные системы при его строительстве, наполнении и последующей эксплуатации [Ефремова и др., 2006].

Как пишет профессор А.В. Скалон, цели коллектива были достаточно сложны [<https://www.sites.google.com/site/avskalon/kemerovo/samyj-bolsoj-v-mire>]. На первом этапе исследования необходимо было в целом оценить идею создания такого мощного сооружения, как Крапивинское водохранилище. На втором – изучить наиболее важные последствия заполнения водохранилища и его динамики в течение длительного времени (до 2000 г.). Оценка включала в себя сначала теоретическое (путем моделирования), а затем практическое (натурой, путем создания стационарной сети в водохранилище для различных наблюдений, от гидрохимических, экологических и биологических до ландшафтных и экономических) исследование по формированию устойчивых систем природопользования на водохранилищной базе с участием пограничных ферм [<https://www.sites.google.com/site/avskalon/kemerovo/samyj-bolsoj-v-mire>].

Начатое в 1976 г. строительство станции было остановлено в 1989 г. На основе проанализированных материалов в свое время Государственный экспертный совет Минприроды России принял решение о прекращении дальнейшего строительства водохранилища, при том что некоторые эксперты высказывали предложения о продолжении его строительства во второй половине 1990-х гг. и в 2000-х гг. [Решение..., 1995].

Современное положение дел связано с вопросами реанимирования водохранилища. В феврале 2020 г. российская энергетическая компания ПАО «Федеральная гидрогенерирующая компания – РусГидро» и правительство Кемеровской области подписали соглашение о сотрудничестве по проекту завершения строительства Крапивинской ГЭС [<https://covid19.ako.ru/documents/dogovory-i-soglasheniya/perechen-dogovorov-i-soglasheniy.php>].

С одной стороны, преимуществами наличия в регионе ГЭС являются образование новых рабочих мест, получение наиболее экологически чистым способом энергетики и многое другое. С другой стороны, при вводе ГЭС в эксплуатацию существуют возможные риски негативного воздействия на окружающую среду. Реализация проекта будет сопровождаться вырубкой лесов, затоплением территории, а следовательно, сокращением площадей произрастания ряда редких растений и уничтожением мест обитания птиц и млекопитающих. Образование водохранилища приведет к значительному усилению ветров, более частому появлению туманов и так далее. В настоящее время трудно предположить, какие последствия будет иметь завершение строительства ГЭС на реке Томь. Необходимо провести комплексную оценку воздействия объекта на окружающую среду при реализации проекта завершения строительства.

Необходимо отметить, что в современном научно-исследовательском контексте вопросы рационального использования Крапивинского водохранилища представлены фрагментарно. Так, например, в работе [Раткович и др., 2017] Л.Д. Раткович с коллегами выдвигают на первый план комплексный подход к рациональному использованию водных ресурсов, в том числе Крапивинского гидроузла. В него входят не только вопросы обеспеченности различных отраслей водохозяйственного комплекса, но и учет энергетических возможностей ГЭС, взаимосвязи речного транспорта, лесного, рыбного и сельского хозяйства. В статье [Егорова и др., 2004], изучая ключевые характеристики гидрологического режима водохранилища, авторы приходят к выводу о важности учета антропогенных нагрузок на правобережные и левобережные притоки, численность бактерий на поверхности водохранилища. В аспекте комплексного изучения строительства водохранилища авторами работы [Шмыглева, 2019] привлекались архивные документы, статистические материалы, публикации в периодической печати и другие источники, связанные со спецификой реализации государственной экологической политики в 1990-х гг.

Представленные работы имеют важное значение для формирования представления о специфике, истории строительства и текущем состоянии водохранилища. При этом отсутствует системное, глубинное изучение этого вопроса. Реанимирование Крапивинского водохранилища значимо по многим аспектам.

Как справедливо отмечал профессор А.В. Скалон [Скалон, 1978], водохранилище как явление может и должно служить центром формирования системы управления природными ресурсами вокруг него. Этот процесс, как отмечает автор, преследует

двойную цель: во-первых, максимизировать добычу коммунальных услуг из самого водохранилища, следовательно, повысить его народнохозяйственное значение; во-вторых, обеспечить сохранение и рациональное использование района (который может быть определен в соответствии с характером ТПК или в административных, географических границах: бассейн водохранилища, природная зона и т. д.). Такое изложение проблемы позволит сгладить и устранить полностью возникшие нарушения, обеспечивая при этом стабильную функциональную характеристику самого водоема.

Полученная природно-экономическая (биосоциальная) система должна иметь целостность и проявлять свойства, типичные для крупных природных и экономических комплексов. В связи с этим созданные водоемы могут служить положительным опытом создания хранилища воды в природе. При этом важно и необходимо провести предварительное, многостороннее и всестороннее изучение территории будущего водохранилища, спланировать систему использования и сохранения природных ресурсов, наметить стратегию действий. Это, в свою очередь, возможно только в случае предварительных (на стадии технико-экономического обоснования вмешательства), комплексных биологических, экономических и социальных исследований. Их вполне могут провести вузы региона, где планируется строительство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с изложенной выше информацией можно сделать заключение о необходимости и целесообразности проведения дальнейших теоретических и практических исследований в области оценки Крапивинского водохранилища. Сделана первичная оценка текущего состояния водохранили-

ща с учетом архивных документов по изучению данной проблемы. В дальнейшем авторами работы планируется устранение недостатков исследования для получения более достоверных данных, способствующих активному мониторингу водных ресурсов на территории Кузбасса. Представленные результаты имеют потенциал для дальнейшего всестороннего мониторинга природных ресурсов с использованием ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования Земли.

ЛИТЕРАТУРА

- Аширбаева М.Х. 2020. Проблемы совершенствования функции Узбекистана по пользованию региональными водными ресурсами. *Review of law sciences*. № 1. С. 1–9.
- Боголепова Л.З. 2017. Вклад ученых КемГУ в решение экологических проблем региона. *Вестник Кемеровского государственного университета*. № 2 (2). С. 9–14.
- Гидроэлектростанции России. 1998. Москва: Типография Института Гидропроект. 467 с.
- Егорова Н.А., Егоров А.Г., Петункина Л.О., Машукова А.В. 2004. Крапивинское водохранилище: микробиологическая оценка водоемов и перспективы рекреационного освоения. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. № 5. С. 1–5.
- Егоров А.Г. 2005. Рекреационная трансформация травяного покрова водохранилища. *Диссертация ... канд. биол. наук*. Новосибирск. 161 с.
- Ефремова Г.В., Скалон Н.В., Петункина Л.О., Гагина Т.Н., Егорова А.Г., Еремеева Н.И., Ильяшенко В.Б., Калягин Ю.С., Онищенко С.С., Сущев Д.В.,

- Тарасова И.В., Теплова И.В., Теплова Н.С., Тульчинская О.В., Яковлева Г.И. 2006. Проведение научно-исследовательских работ биологическим факультетом КемГУ по охране окружающей среды Кемеровской области. *Вестник Кемеровского государственного университета*. № 1 (25). С. 8–13.
- Карпик А.П. 2019. Организация системы геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов прибрежной зоны Новосибирского водохранилища. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. Т. 330. № 8. С. 133–145.
- Ковалевский А.В., Скалон Н.В., Ильяшенко В.Б. 2018. История орнитологических исследований в Кемеровской области (Россия). *Русский орнитологический журнал*. № 1689. С. 5387–5470.
- Козлов В.Н. 2021. Нетрадиционные источники возобновляемой энергии (обзорная статья). *Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft*. № 4-1. С. 47–55.
- Красная книга Кемеровской области: в 2-х т. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. 2012. Под ред. Н.В. Скалона. Кемерово: Азия принт. 2-е изд-е, перераб. и доп. 192 с.
- Об утверждении комплексной программы «Развитие водохозяйственного комплекса Кемеровской области в 2013–2020 годах». URL: <http://docs.cntd.ru/document/412807351> (дата обращения: 08.02.2021).
- Официальный сайт Администрации Крапивинского муниципального округа. URL: <https://www.krapivino.ru/node/46> (дата обращения: 09.02.2021).
- Официальный сайт Администрации Правительства Кузбасса. Перечень соглашений, заключенных Правительством Кемеровской области – Кузбасса. URL: <https://covid19.ako.ru/documents/dogovor-y-i-soglasheniya/perechen-dogovorov-i-soglasheniy.php> (дата обращения: 09.02.2021).
- Раткович Л.Д., Матвеева Т.И., Гаврилов Д.В. 2017. К вопросу о целесообразности возобновления строительства Крапивинского водохранилища. *Juvenis scientia*. № 6. С. 7–9.
- Решение Государственного экспертного совета по экологии и природным ресурсам Минприроды России № 4 от 29 января 1993 г. 1995. Кузбасс. С. 3.
- Скалон А.В. 1978. Вопросы природопользования при крупном гидротехническом строительстве. *Проблемы охраны среды и рационального природопользования в Кузбассе. Сб. статей*. Кемер. гос. ун-т; ред. проф. Т.Н. Гагина и др. Кемерово: Кемеровское книжное издательство. С. 30–42.
- Скалон А.В. Самый большой в мире... URL: <https://www.sites.google.com/site/avskalon/keмеровo/samyj-bolsoj-v-mire> (дата обращения: 09.02.2021).
- Скалон Н.В. 2005. Земноводные и пресмыкающиеся Кемеровской области. Кемерово: СКИФ. Кузбасс. 128 с.
- Скалон Н.В., Полевод В.А. 1997. Проблема сохранения уникальных экосистем в городской среде на юге Кузбасса. *Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири. Материалы первой межрегиональной научно-практической конференции 19–22 мая 1997 г.* Кемерово: Кузбассвуиздат. С. 218–219.
- Скалон Н.В. 2001. Теория и методика изучения экологии города в школе. *Диссертация ... д-ра пед. наук*. Москва. 389 с.
- Цивилев С.Е. 2019. Грамотное развитие угольной отрасли Кузбасса – залог его достойного будущего. *Горная промышленность*. № 4 (146). С. 40.

- Чернов В.А. 2020. Проблемы экологии водных ресурсов и перспективы устойчивого развития. *Научный журнал национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО)*. № 3. С. 98–113.
- Шмыглева А.В. 2019. Совершенствование механизмов реализации экологической политики на региональном уровне в 1990-х гг.: опыт Западной Сибири. *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. № 6 (63). С. 196–204.
- Berhane G., Gebreyohannes T., Martens K., Walraevens K., 2016. Overview of microdam reservoirs (MDR) in Tigray (northern Ethiopia): Challenges and benefits. *Journal of African Earth Sciences*. V. 123. P. 210–222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.07.022>
- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/ca9229en> (accessed: 09.02.2021).
- Kuskovskii V.S., Kashevarov A.A., Rasskazov N.M., Rybakova S.T. 2001. The Hydrogeological Conditions in the Kuznetsk Coal Basin and Prediction of Their Changes Caused by Mine Flooding. *Water Resources*. V. 28. P. 257–265. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1010492405842>.
- Pérez-Ruzafa A., Marcos C., Pérez-Ruzafa I.M. 2011. Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic resources management context. *Physics and Chemistry of The Earth*. V. 36. № 5-6. P. 160–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.04.013>.
- Sayed E.T., Wilberforce T., Elsaid K., Rabaia M.K.H., Abdelkareem M.A., Chae K.J., Olabi A.G. 2021. A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal. *Science of the Total Environment*. V. 766. P. 144505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505>
- Tadesse S., Milesi J.P., Deschamps Y. 2003. Geology and mineral potential of Ethiopia: A note on geology and mineral map of Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*. V. 36. № 4. P. 273–313. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(03\)00048-4](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(03)00048-4).

REFERENCES

- Ashirbayeva M.H. 2020. Problems of improving the function of Uzbekistan in the use of regional water resources. *Review of Legal Sciences*. № 1. P. 1–9.
- Bogolepova L.Z. 2017. Contribution of KemSU scientists to solving environmental problems in the region. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta (Bulletin of the Kemerovo State University)*. № 2 (2). P. 9–14.
- Hydroelectric power Stations of Russia. 1998. Moscow: Tipografiya Instituta Gidroproekt. 467 p.
- Egorova N.A., Egorov A.G., Petunkina L.O., Mashukova A.V. 2004. Krapivinskoe reservoir: microbiological assessment of reservoirs and prospects for recreational development. *Proceedings of the Southern Federal University (Izvestiya SfedU. Engineering Sciences)*. Technical Sciences. № 5. P. 1–5.
- Egorov A.G. 2005. Recreational transformation of the grass cover of the water protection zone of the Krapivinsky reservoir. *Candidacy dissertation for biological sciences*. Novosibirsk. 161 p.
- Efremova G.V., Skalon N.V., Petunkina L.O., Gagina T.N., Egorova A.G., Ereemeeva N.I., Ilyashenko V.B., Kalyagin Yu.S., Onishchenko S.S., Sushchev D.V., Tarasova I.V., Teplova I.V., Teplova N.S.,

- Tulchinskaya O.V., Yakovleva G.I. 2006. Conducting research by the Biological Faculty of the Kemerovo State University for Environmental Protection of the Kemerovo Region. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta (Bulletin of the Kemerovo State University)*. № 1 (25). P. 8–13.
- Karpik A.P. 2019. Organization of a system of geoinformation monitoring of the state of land resources in the coastal zone of the Novosibirsk reservoir. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta Inzinirovanie Georesursov (Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering)*. Vol. 330. № 8. P. 133–145.
- Kovalevsky A.V., Skalon N.V., Ilyashenko V.B. 2018. History of ornithological research in the Kemerovo region (Russia). *Russkij ornitologicheskij zhurnal (Russian Ornithological Journal)*. № 1689. P. 5387–5470.
- Kozlov V.N. 2021. Non-traditional sources of renewable energy (review article). *Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft*. № 4-1. P. 47–55.
- Red Book of the Kemerovo Region: in 2 vols. Vol. 2: Rare and endangered animal species. 2012. Edited by N. V. Skalon. Kemerovo: Asia print. 2nd ed., reprint. and an additional. 192 p.
- About the approval of the integrated program “Development of the water management complex of the Kemerovo region in 2013–2020”. URL: <http://docs.cntd.ru/document/412807351> (accessed: 08.02.2021).
- Official website of the Administration of the Krapivinsky Municipal District. URL: <https://www.krapivino.ru/node/46> (accessed: 09.02.2021).
- Official website of the Kuzbass Government Administration. List of agreements concluded by the Government of the Kemerovo region-Kuzbass. URL: <https://covid19.ako.ru/documents/dogovory-i-soglasheniya/perechen-dogovorov-i-soglasheniy.php> (accessed: 09.02.2021).
- Ratkovich L.D., Matveeva T.I., Gavrilov D.V. 2017. To the question of the feasibility of resuming the construction of the Krapivinsky reservoir. *Juvenis scientia*. № 6. P. 7–9.
- Decision of the state expert council on ecology and natural resources of the ministry of natural resources of the Russian Federation № 4 of January 29, 1993, 1995. Kuzbass. P. 3.
- Skalon A.V. 1978. Issues of environmental management in large-scale hydraulic engineering construction. *Problems of environmental protection and rational use of natural resources in Kuzbass. Collection of articles*. Kemer. State University; ed. by prof. T.N. Gagin and others. Kemerovo: Kemerovo Book Publishing House. P. 30–42.
- Skalon A.V. The largest in the world... URL: <https://www.sites.google.com/site/avskalon/kemerovo/samyj-bolshoj-v-mire> (accessed: 09.02.2021).
- Skalon N.V. 2005. Amphibians and reptiles of the Kemerovo region. Kemerovo: SKIF. Kuzbass. 128 p.
- Skalon N.V., Polevod V.A. 1997. The problem of preserving unique ecosystems in the urban environment in the south of Kuzbass. *Problems of preserving the biological diversity of Southern Siberia. Materials of the first interregional scientific and practical conference on May 19–22, 1997*. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat. P. 218–219.
- Skalon N.V. 2001. Theory and methodology of studying the ecology of the city in school. *Doctoral dissertation for pedagogical sciences*. Moscow. 389 p.
- Tsivilev S.E. 2019. Competent development of the Kuzbass coal industry is the key to its worthy future. *Gornaya promyshlennost' (Russian Mining Industry)*. № 4 (146). P. 40.

- Chernov V.A. 2020. Problems of water resources ecology and prospects for sustainable development. *Nauchnyj zhurnal nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta informacionnyh tekhnologij, mekhaniki i optiki (Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University))*. № 3. P. 98–113.
- Shmygleva A.V. 2019. Improving mechanisms for implementing environmental policy at the regional level in the 1990s: the Experience of Western Siberia. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta (The Surgut State Pedagogical University Bulletin)*. № 6 (63). P. 196–204.
- Berhane G., Gebreyohannes T., Martens K., Walraevens K., 2016. Overview of micro-plot reservoirs (MDR) in Tigray (northern Ethiopia): challenges and benefits. *Journal of African Earth Sciences*. V. 123. P. 210–222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.07.022>.
- FAO. 2020. The state of global fisheries and aquaculture by 2020. Stability in action. Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/ca9229en> (accessed: 09.02.2021).
- Kuskovsky V.S., Kashevarov A.A., Rasskazov N.M., Rybakova S.T. 2001. Hydrogeological conditions in the Kuznetsk coal basin and forecasting their changes caused by mine flooding. *Water resources*. V. 28. P. 257–265. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1010492405842>.
- Perez-Ruzafa A., Marcos S., Perez-Ruzafa I.M. 2011. Mediterranean coastal lagoons in the context of ecosystem and water management. *Physics and Chemistry of the Earth*. V. 36. № 5-6. P. 160–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.04.013>.
- Syed E.T., Wilberforce T., Elsaid K., Rabaya M.K.H., Abdelkarem M.A., Chae K.J., Olabi A.G. 2021. A critical review of the environmental impact of renewable energy systems and mitigation strategies: wind, hydropower, biomass, and geothermal energy. *General Environment Science*. V. 766. P. 144505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505>.
- Tadesse S., Milesi J.P., Deschamps Y. 2003. Geology and Mineral Potential of Ethiopia: A note on the geology and Mineral map of Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*. V. 36. № 4. P. 273–313. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(03\)00048-4](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(03)00048-4).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Просеков Александр Юрьевич – Кемеровский государственный университет; 650000, Россия, Кемерово; доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник НИУ; aprosekov@rambler.ru. SPIN-код: 5203-5725, Author ID: C-7606-2014; Scopus ID: 57194498125.

Prosekov Alexander Yurievich – Kemerovo State University; 650000, Russia, Kemerovo; Doctor of Technical Sciences; Professor; Corresponding Member of the Academy of Sciences; Senior Researcher of Research Department of Kemerovo State University; aprosekov@rambler.ru. SPIN-код: 5203-5725, Author ID: C-7606-2014; Scopus ID: 57194498125.

УДК [635.74+58.002:58.08](571.64)

DOI: 10.17217/2079-0333-2021-56-64-73

УРОЖАЙНОСТЬ, ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИМОЛОСТИ ГОЛУБОЙ В УСЛОВИЯХ МУСОННОГО КЛИМАТА САХАЛИНА

Ефанов В.Н., Митусова Е.В.

Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, 68

Жимолость голубая – самая раннеспелая ягодная культура в условиях климата Сахалина, плоды которой созревают на 7–10 дней раньше земляники садовой. Она характеризуется устойчивостью к воздействию низших грибов и паразитов, может выращиваться без применения пестицидов. В настоящее время выведено большое количество сортов жимолости, характеризующихся плодами с различной морфологией и химическим составом. Нами были установлены значения хозяйственно-ценных показателей и химический состав 14 сортов жимолости в условиях мусонного климата Сахалина. Для оценки наиболее продуктивного сорта значения каждого из признаков представили в процентах от максимального по каждому показателю. Суммарные значения по рассматриваемым признакам позволили выбрать лучшие с точки зрения авторов статьи сорта для выращивания на приусадебных участках в условиях мусонного климата Сахалина: Павловской опытной станции ВИР им Н.И. Вавилова – Ленинградский великан (506,4%), Берель (432,9%) и Виола (423,4%).

Ключевые слова: антоцианы, доля сухих веществ, жимолость, пектины, урожайность, флавоноиды.

YIELD, ECONOMICALLY VALUABLE INDICATORS AND CHEMICAL COMPOSITION OF BLUE HONEYSUCKLE UNDER CONDITIONS OF SAKHALIN TRADE-WIND LITTORAL CLIMATE

Yefanov V.N., Mitusova E.V.

Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Pogranichnaya Str. 68

The blue honeysuckle is the earliest ripening berry, which ripens 7–10 days earlier than the garden strawberries under the conditions of Sakhalin's climate. It is resistant to lower fungi and parasites and can be cultivated without pesticides. Currently, many honeysuckle varieties with fruits of different morphologies and chemical composition have been bred. We analyzed values of economically valuable indicators and chemical composition in 14 varieties of honeysuckle, which grow in the monsoon climate of Sakhalin. To assess the most productive variety, the values of each character were presented as percentage of the maximum for each indicator. Knowing the total values of characters under investigation made it possible to choose the best varieties, from authors' point of view, to grow in the household gardens in the monsoon climate of Sakhalin: from the Pavlovsk Experimental Station of Vavilov Institute of Plant Industry – Leningradsky giant (506.4%), Berel (432.9%) and Viola (423.4%).

Key words: anthocyanins, dry matter content, honeysuckle, pectins, yield, flavonoids.

ВВЕДЕНИЕ

Жимолость голубая (*Lonicera caerulea* L.) – самый северный представитель рода *Lonicera* семейства Caprifoliaceae, в котором насчитывается около 500 видов. Ареалы жимолостей в целом охватывают огромные территории в Европе, Азии и Северной Америке и приурочены к зоне тайги. В России в диком виде растения обитают в негустых хвойных и смешанных, влажных темнохвойных, долинных и лиственных лесах от европейской части до Дальнего Востока, предпочитая опушки лесов [ФГБНУ СахНИИСХ, дата обращения: 18.06.2019]. Представители рода *Lonicera* распространены в основном в Северном полушарии. В условиях умеренно-муссонного климата Сахалина, с холодным и влажным летом, жимолость проявляет себя как влаголюбивая культура [Литвинова, 2017].

В основном жимолости – это кустарники высотой до двух метров, с шарообразной кроной и супротивным расположением листьев. Плоды сидят попарно, их форма разнообразная, окраска от голубой до темно-синей с разным отливом, сильно различаются по вкусу [ФГБНУ СахНИИСХ, дата обращения: 18.06.2019]. Жимолости привлекают внимание ботаников и садоводов декоративными, пищевыми и лекарственными качествами, однако при всех достоинствах мало используются в декоративном озеленении, промышленном и приусадебном садоводстве на севере [Скупченко и др., 2011].

Пищевое значение плодов жимолости известно уже около 300 лет. Так, на Дальнем Востоке использовали дикорастущие насаждения культуры для сбора плодов, а как ягодная культура жимолость впервые была введена в 1884 г. в г. Нерчинск [Брыскин, 2012]. В России используют в пищу

плоды многих видов жимолости, например, жимолость съедобная, камчатская, Турчанинова, Регеля, алтайская, Палласа. Эти виды различают по высоте кустов, цветкам, форме и размерам листовой пластинки, плодам. Однако наибольшее распространение в садоводстве получила жимолость голубая, *L. caerulea*. В настоящее время известно значительное количество ее сортов, которые обладают различной адаптацией к экстремальным природно-климатическим условиям Сахалина, устойчивы к весенним заморозкам, резким перепадам температуры воздуха осенью и зимой, их ягоды весьма различны по урожайности, пищевым и другим свойствам [Литвинова, 2017].

Цель работы – определить наиболее перспективные сорта жимолости голубой по совокупности выделенных признаков для их выращивания в приусадебных хозяйствах в условиях Сахалина.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выбора наиболее приемлемых сортов в условиях Сахалина проводили исследования в 2018–2019 гг. в экспериментальном саду ФГБНУ «Сахалинского НИИСХ», расположенном в планировочном районе Новоалександровка г. Южно-Сахалинска. Кроме того, использовали первичные материалы исследований по химическому составу плодов за 2017–2018 гг., любезно предоставленные специалистами института, в частности заместителем директора института В.А. Чувилиной [ФГБНУ СахНИИСХ, дата обращения: 18.06.2019; Fermer.blog, дата обращения: 15.12.2019]. Было изучено 14 сортов жимолости голубой российской и зарубежной селекции (далее – жимолость) (таблица 1). Участок под коллекцию жимолости в период исследования составлял 0,01 га, посадка всех 14 сортов была осуществлена

в 2016 г. Коллекция была заложена в одном повторении, количество растений на каждой деланке составляло 3 шт., схема посадки $4,0 \times 1,5$ м. Делянки располагались на территории экспериментального сада следующим образом: по семь с восточной и западной сторон. Каждая последующая деланка была отделена от предыдущей на расстояние 1,5 м, таким образом расстояние между первой и седьмой деланками составляло 9 м.

Учет и оценку продуктивности по каждому сорту (зимостойкость, продуктивность с куста, неосыпаемость плодов, их масса, вкусовые качества и биохимический

состав), а также фенологические наблюдения проводили по существующим методикам [Программа и методика селекции, 1995; Программа и методика сортоизучения, 1999]. Натурные наблюдения проводили в соответствии с методическим руководством [Доспехов, 2012]. Степень подмерзания побегов отмечали после распускания листьев, общее состояние растений определяли в начале лета и осенью. Учеты распускания почек и сроков цветения проводили через день, сроков созревания – через два дня, окончания роста листопада и его степени – раз в пять дней.

Таблица 1. Значения основных хозяйственно-ценных показателей сортов жимолости в 2018 г.

Table 1. Values of the main economically valuable indicators of honeysuckle in 2018

№ п/п	Сорт	Урожайность с куста (кг)	Доля к контролю (%)	Масса 1 ягоды (г)	Вкус ягод (балл)	Характер вкуса	Форма ягоды	Наличие горечи	Осыпаемость ягод (балл)
1	Лазурная	0,4	66,6	1,2	5,0	Сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	0
2	Морена	0,25	41,6	1,6	5,0	Сладкая	Удлиненно-кувшинковидная	Нет	0
3	Золушка	0,5	83,3	1,2	4,0	Сладкая	Веретенообразная цилиндрическая	Нет	1,0
4	Синяя птица	0,6	100	1,6	4,5	Кисло-сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	0
5	Ленинградский великан	1,0	166	1,6	4,5	Кисло-сладкая	Цилиндрическая	Нет	1,0
6	Голубое веретено	0,4	66,6	1,2	4,5	Кисло-сладкая	Удлиненно-веретеновидная	Легкая горчинка	1,5
7	Бархат	0,5	83,3	0,8	5,0	Сладко-кислая	Овальная	Нет	1,5
8	Черничка	0,5	83,3	1,2	4,5	Кисло-сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	0
9	Виола	0,4	66,6	1,2	4,5	Кисло-сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	1,5
10	Берель	0,4	66,6	1,3	5,0	Кисло-сладкая	Округло-овальная	Нет	1,5
11	Ассоль	0,4	66,6	1,3	5,0	Сладкая	Удлиненно-коническая	Нет	1,0
12	Томичка	0,29	48,3	1,6	5,0	Сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	0
13	Сластена	0,25	41,6	1,6	5,0	Сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	0
14	Мильковчанка	0,23	38,3	1,3	5,0	Сладкая	Удлиненно-овальная	Нет	1,0

Изучение устойчивости к болезням и вредителям проводили визуально в течение всего вегетационного периода, через каждые 2–3 дня. Степень поражения листьев пятнистостями отмечали по пятибалльной шкале: для пятнистостей балл «1» соответствовал очень слабому поражению единичных листьев, балл «5» – очень сильному (поражено более 50% листьев). Учет урожайности проводили в один (одновременное созревание плодов) или несколько (растянутое созревание плодов) приемов. Степень созревания плодов определяли органолептически, при этом их вкусовые достоинства оценивали в полевых условиях при их полном созревании. Вкус определяли терминами: сладкий, кислый, кисло-сладкий, сладко-кислый, пресный. Массу плодов определяли путем взвешивания во время сбора урожая по 100 штук в трехкратной повторности. Мелкоплодные сорта оценивали в том случае, если они отличались значительной продуктивностью [Савинкова, Гагаркин, 2009].

Климатические условия в годы проведения исследования позволили оценить адаптационные способности изучаемых сортов жимолости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Жимолость считают одной из наиболее зимостойких ягодных культур. Значительные повреждения растений отмечают довольно редко, в том случае, когда суровая зима наступает после продолжительной экстремально теплой осени [Программа и методика селекции, 1995]. В условиях муссонного климата Сахалина высокую степень зимостойкости проявили образцы сорта Ассоль. Отмечено, что сроки прохождения фенологических фаз развития сортов близки к срокам развития сортов местной селекции [Хохрякова, 2004]. Вегетационный период в районе проведения

исследований начинался с 18 апреля при среднесуточной температуре воздуха 2–4°C, а его продолжительность в среднем была равна 160–172 дня. Самый короткий период вегетации был отмечен нами у сорта Ассоль, наиболее продолжительный – у сорта Бархат. Зацвели кусты в 2–3-летнем возрасте. Цветение наступало в середине мая при среднесуточной температуре воздуха 10–12°C и продолжалось 8–13 дней.

Созревание плодов начиналось 9–12 июля, продолжительность плодоношения от 16 (сорта Ассоль, Бархат) до 19 дней (сорт Черничка). Ранний срок созревания ягод (24–25 июля) был выявлен у сортов Ассоль, Золушка, Берель, Голубое веретено, Томичка, Виола. К среднеранним, со сроком созревания 27–28 июля, отнесены сорта Бархат, Черничка, Морена.

Самый высокий показатель урожайности – 1,0 кг/куст – был получен у сорта Ленинградский великан (см. табл. 1). При изучении качества плодов большое внимание уделяли их массе и вкусовым качествам. По результатам измерения и взвешивания плодов наиболее крупные плоды были у сортов Томичка, Ленинградский великан, Морена, Синяя птица, Сластена. Вариации размера и внешнего вида плодов различных сортов представлены в таблице 1. При изучении вкусовых качеств нами было определено, что отличный десертный вкус характерен для сортов Лазурная, Морена, Бархат, Берель, Ассоль, Томичка, Сластена, Мильковчанка. Осыпаемость плодов в большей степени свойственна сортам Голубое веретено, Бархат, Виола, Берель. Очень слабая осыпаемость (1,0 балл) свойственна сортам Золушка, Ассоль, Мильковчанка.

Результаты биохимического состава показывают, что в среднем за два года исследований доля сухих веществ в плодах варьировала от 11,87% (Ленинградский

великан) до 16,43% (Сластена), содержание аскорбиновой кислоты от 59,80 мг (Бархат) до 84,42 мг (Ленинградский великан) (таблица 2).

Среднее содержание кислотности в плодах жимолости в 2017 г. составило 2,39%, в 2018 г. – 2,51%. Среднее содержание аскорбиновой кислоты за 2017 г. составило 72,24 мг. Ее большое содержание отмечено у шести сортов: Синяя птица (76,26 мг), Голубое веретено (76,37 мг), Ленинградский великан (78,57 мг), Черничка (78,83 мг), Виола (81,26 мг) и Берель (82,35 мг). Среднее содержание аскорбиновой кислоты за 2018 г. составило 73,54 мг. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты было у сорта Ленинградский великан (84,42 мг), а наименьшее, как и в 2017 г., – у сорта Бархат (59,86 мг).

Содержание пектиновых веществ в плодах в 2017 г. варьировало от 1,1% (сорт Томичка) до 1,43% (сорт Сластена), со средним значением 1,29. Среднее содержание пектиновых веществ в 2018 г. составило 1,28 мг. Наименьшее содержание пектиновых веществ было зарегистрировано у сорта Томичка (1,1%), наибольшее их содержание оказалось у сорта Черничка (1,45%).

Среднее содержание флавоноидов в плодах за 2017–2018 гг. составило 0,25%. Наи-

большее содержание флавонолов в 2017–2018 гг. было обнаружено у сорта Лазурная (0,5), наименьшее – у сорта Бархат (0,13).

Наибольшее содержание общих сахаридов было зарегистрировано у сорта Сластена (24,2%) (табл. 3). Наибольшее содержание редуцирующих сахаридов определено у сорта Мильковчанка (18,5%), наименьшее количество – у сорта Ассоль (8,3%)

Максимальное количество антоцианов (94,1%) было в плодах сорта Берель, наименьшее в сортах Морена (40,9%) и Сластена (41,6%) (табл. 3). В группе антоцианов всех исследуемых сортов плодов жимолости основным был цианид-3-глюкозид.

Исходя из представленных данных, однозначно выбрать лучший сорт жимолости по рассмотренным нами показателям не представляется возможным, так как варьирование значений рассматриваемых признаков были порой весьма существенны. Для определения того, какой из 14 сортов наиболее приемлем для выращивания в личном хозяйстве, мы провели следующий анализ. Значения каждого из признаков представили в процентах от максимального по каждому показателю (таблица 3, рис. 1).

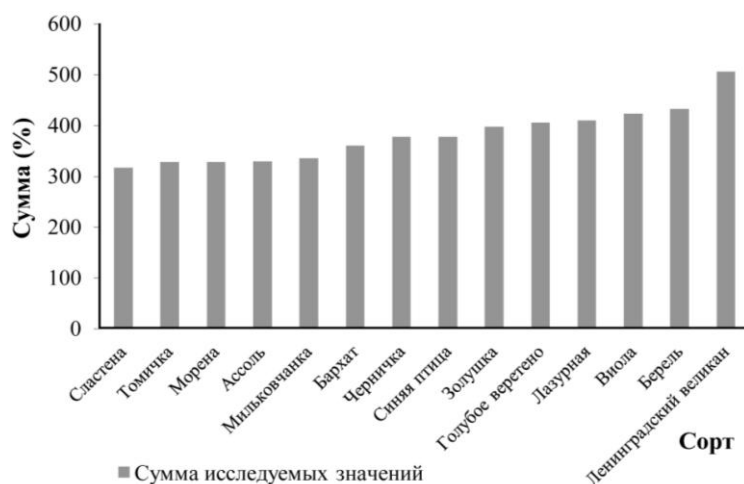


Рис. 1. Сумма значений исследуемых признаков у 14 сортов жимолости (%)

Fig. 1. The sum of values of the studied characters in 14 varieties of honeysuckle (%)

Таблица 2. Массовая доля сухих веществ, аскорбиновой кислоты, пектинов и флавоноидов в плодах жимолости в 2017–2018 гг.

Table 2. Mass fraction of dry substances, ascorbic acid, pectins and flavonoids in honeysuckle fruits in 2017–2018

№ п/п	Сорт	Массовая доля сухих веществ (%)		Содержание аскорбиновой кислоты (мг)		Пектины (%)		Флавоноиды (%)	
		2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
1	Ассоль	11,98 ± 0,18	11,89 ± 0,17	61,25	73,96	1,23 ± 0,33	1,24 ± 0,24	0,21 ± 0,003	0,18 ± 0,003
2	Бархат	12,08 ± 0,18	12,07 ± 0,18	59,80	59,86	1,12 ± 0,34	1,35 ± 0,35	0,13 ± 0,001	0,15 ± 0,002
3	Берель	11,99 ± 0,18	12,09 ± 0,18	82,35	84,23	1,35 ± 0,31	1,24 ± 0,24	0,20 ± 0,003	0,23 ± 0,003
4	Виола	14,87 ± 0,25	14,82 ± 0,25	81,26	74,35	1,37 ± 0,32	1,35 ± 0,35	0,15 ± 0,002	0,18 ± 0,003
5	Голубое веретено	15,14 ± 0,27	15,11 ± 0,27	76,37	77,98	1,24 ± 0,24	1,14 ± 0,34	0,18 ± 0,003	0,20 ± 0,003
6	Золушка	13,89 ± 0,15	14,01 ± 0,24	64,84	66,76	1,35 ± 0,35	1,12 ± 0,34	0,36 ± 0,006	0,41 ± 0,009
7	Лазурная	16,08 ± 0,29	16,11 ± 0,29	82,35	82,11	1,20 ± 0,33	1,35 ± 0,35	0,46 ± 0,009	0,50 ± 0,010
8	Ленинградский великан	11,87 ± 0,17	11,86 ± 0,17	78,57	84,42	1,23 ± 0,24	1,24 ± 0,24	0,17 ± 0,002	0,20 ± 0,003
9	Мильковчанка	13,56 ± 0,14	13,51 ± 0,14	65,78	62,78	1,30 ± 0,35	1,35 ± 0,35	0,32 ± 0,006	0,31 ± 0,006
10	Морена	12,77 ± 0,20	12,71 ± 0,20	68,23	70,13	1,28 ± 0,33	1,24 ± 0,24	0,43 ± 0,009	0,29 ± 0,004
11	Синяя птица	15,48 ± 0,28	15,42 ± 0,28	76,26	74,67	1,41 ± 0,38	1,41 ± 0,38	0,26 ± 0,003	0,29 ± 0,004
12	Сластена	16,43 ± 0,30	16,41 ± 0,30	69,15	69,99	1,43 ± 0,32	1,41 ± 0,38	0,19 ± 0,003	0,18 ± 0,003
13	Томичка	13,34 ± 0,14	13,38 ± 0,14	66,45	68,41	1,10 ± 0,34	1,10 ± 0,34	0,22 ± 0,003	0,20 ± 0,003
14	Черничка	14,80 ± 0,25	14,81 ± 0,25	78,83	79,91	1,42 ± 0,38	1,45 ± 0,36	0,35 ± 0,006	0,31 ± 0,060

Таблица 3. Соотношение значений исследуемых показателей у 14 сортов жимолости (%)

Table 3. The ratio of the values of the studied indicators in 14 varieties of honeysuckle (%)

№ п/п	Сорт	Урожай- ность (%)	Осыпае- мость (%)	рН (%)	БАВ (%)				Сахариды (%)		Антоци- аны (%)	Общая сумма баллов (%)
					Массовая доля сухих веществ (%)	Пектины	Флаво- нолы	Аскорби- новая кислота	Общие	Редуци- рующие		
1	Ассоль	33,3	20,0	2,67	13,0	77,1	32,5	75,1	24,1	8,3	43,9	329,9
2	Бархаг	41,6	50,0	3,45	14,7	70,9	23,3	66,4	21,3	17,4	51,4	360,4
3	Берель	33,3	50,0	2,76	12,7	80,9	35,8	92,5	19,6	11,3	94,1	432,9
4	Виола	33,3	50,0	3,07	12,9	85,0	27,5	86,4	18,4	13,5	93,4	423,4
5	Голубое веретено	33,3	50,0	2,56	12,7	80,9	31,6	85,7	15,7	8,5	85,1	406,0
6	Золушка	41,6	50,0	1,85	15,1	77,1	64,1	73,1	13,8	10,4	50,7	397,7
7	Лазурная	33,3	0	1,98	13,6	79,6	79,1	91,5	20,4	8,9	82,1	410,4
8	Ленинградский великан	83,3	50,0	3,75	11,7	77,1	76,6	90,5	19,4	12,6	81,5	506,4
9	Мильковчанка	19,1	20,0	2,12	13,2	82,8	52,5	71,4	12,7	18,5	43,1	335,4
10	Морена	20,8	0	3,15	14,3	78,7	60,0	76,8	21,5	12,8	40,9	328,9
11	Синяя птица	50,0	0	2,02	12,8	88,7	45,8	83,8	14,5	11,4	68,8	377,8
12	Сластена	20,8	0	1,97	16,4	89,6	30,8	77,3	24,2	15,1	41,6	317,7
13	Томика	24,1	0	1,73	13,9	68,7	35,0	74,9	11,0	9,3	90,3	328,9
14	Черничка	41,6	0	1,89	15,7	86,3	55,0	88,8	15,9	11,7	61,0	377,8

Осуществив анализ представленных данных, пришли к заключению о том, что наилучшими качествами по всем показателям характеризуется сорт Ленинградский великан, поскольку общее количество процентов по нему составило 506,4. Именно этому сорту свойственны большой размер ягод, значительное количество сахаридов, антоцианов и флавоноидов, незначительная осыпаемость и созревание плодов в одно и то же время, что допускает механический сбор.

Мы полагаем, что наиболее перспективным сортом для выращивания на приусадебных участках в муссонном климате Сахалина следует считать сорт Ленинград-

ский великан (рис. 2, 1). Далее по совокупности рассматриваемых признаков следуют четыре сорта: Берель (рис. 2, 2), Виола (рис. 2, 3), Лазурная и Голубое веретено (рис. 2, 4), которые на 70–80 единиц уступают сорту Ленинградский великан из-за значительной осыпаемости и невозможности механического сбора.

Остальные рассмотренные нами сорта, по нашему мнению, вряд ли можно рекомендовать для выращивания на приусадебных участках. Внедрение вышеперечисленных сортов в отрасль плодоводства сельского хозяйства Дальнего Востока способно обеспечить население ранней витаминной продукцией.

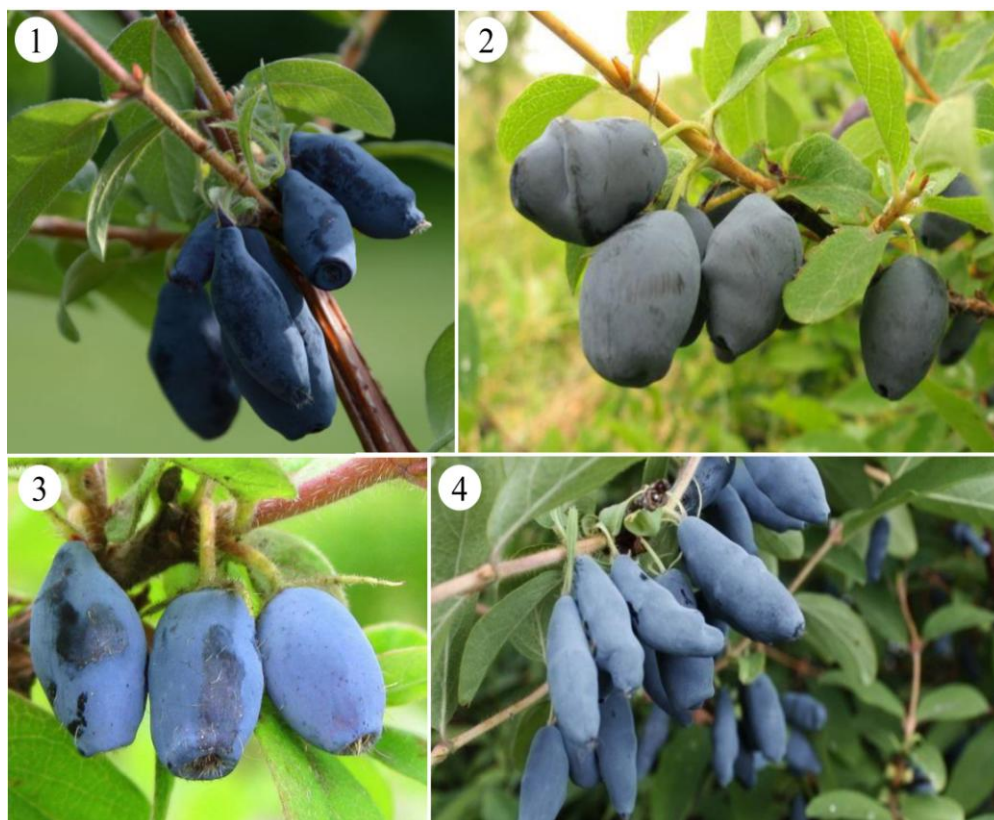


Рис. 2. Внешний вид плодов изученных сортов жимолости: 1 – Ленинградский великан; 2 – Берель; 3 – Виола; 4 – Голубое веретено

Fig. 2. The appearance of fruits in studied varieties of honeysuckle: 1 – Leningradsky giant; 2 – Berel; 3 – Viola; 4 – Blue spindle

ЛИТЕРАТУРА

- Брыскин Д.М. 2012. Оценка качества плодов сортов жимолости, созданных во ВНИИР им. Вавилова в условиях Тамбовской области. *Плодоводство и ягодоводство России*. Т. 31. № 1. С. 50–54.
- Доспехов Б.А. 2012. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований). Москва: Книга по требованию. 352 с.
- Литвинова Г.Я. 2017. Жимолость – ранняя ягода на Сахалине. *Новации в области сельскохозяйственных наук. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции*. Рязань. С. 10–12.
- Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. 1995. Орел: Издательство ВНИИСПК. 502 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных, орехоплодных культур. 1999. Орел: Издательство ВНИИСПК. 608 с.
- Савинкова Н.В., Гагаркин А.В. 2009. Жимолость на Бакчарском опорном пункте северного садоводства, этапы и некоторые итоги. *Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях*. Мичуринск – наукоград. С. 129–137.
- Скупченко Л.А., Рябинина М.А., Скроцкая О.В. 2011. Коллекция рода *Lonicera* L. в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН. *Научные ведомости. Серия: Естественные науки*. № 9 (104). С. 298–304.
- Хохрякова Л.А. 2004. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и отборных форм жимолости в лесостепной зоне Алтайского края. *Диссертация ... канд. сельскохозяйств. наук*. 167 с.
- ФГБНУ СахНИИСХ [Электронный ре-

сурс]. URL: <https://niisakh.ru> (дата обращения: 18.06.2019).

Fermer.blog [Электронный ресурс]. URL: <https://fermer.blog> (дата обращения: 15.12.2019).

REFERENCES

- Bryskin D.M. 2012. Assessment of fruit quality in the honeysuckle varieties created by Vavilov's Institute in conditions of the Tambov region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii (Pomiculture and small fruits culture in Russia)*. Vol. 31. № 1. P. 50–54 (in Russian).
- Dospekhov B.A. 2012. Methodology of field experience (with the basics of statistic processing of research results). Moscow: Book on demand. 352 p. (in Russian).
- Litvinova G.Ya. 2017. Honeysuckle is an early berry in Sakhalin. *Innovations in the field of agricultural sciences. Collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference*. Ryazan. P. 10–12 (in Russian).
- Program and methodology for selection of fruit, berry, and nut crops. 1995. Orel: Publishing house: VNIISPK. 502 p. (in Russian).
- Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry, and nut crops. 1999. Orel: Publishing house: VNIISPK. 608 p. (in Russian).
- Savinkova N.V., Gagarkin A.V. 2009. Honeysuckle from Bakcharsky area, northern gardening, stages, and some results. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya kul'tury zhimolosti v sovremennykh usloviyakh (State and prospects for the development of honeysuckle culture in modern conditions)*. Michurinsk – science city. P. 129–137 (in Russian).
- Skupchenko L.A., Ryabinina M.A., Skrotskaya O.V. 2011. Collection of the

- genus *Lonicera* L. in the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. *Nauchnye vedomosti. Seriya: Estestvennye nauki (Scientific Statements. Series: Natural Sciences)*. № 9 (104). P. 298–304 (in Russian).
- Khokhryakova L.A. 2004. Economic and biological assessment of varieties and selected forms of honeysuckle in the forest-steppe zone of the Altai Territory. *Candidacy dissertation for agricultural sciences*. 167 p. (in Russian).
- FGBNU SakhNIISH. URL: <https://niisakh.ru> (accessed: 18.06.2019) (in Russian).
- Fermer.blog. URL: <https://fermer.blog> (accessed: 15.12.2019) (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ефанов Валерий Николаевич – Сахалинский государственный университет; 693008, Россия, Южно-Сахалинск; доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой, профессор кафедры экологии, биологии и природных ресурсов, академик Российской академии естествознания; yefanov.vn@mail.ru. SPIN-код: 8368-0721, Author ID: 320046.

Yefanov Valery Nikolaevich – Sakhalin State University; 693008, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk; Doctor of Biological Sciences, Senior scientific researcher, Head of Chair, Professor of Ecology, Biology and Natural Resources Chair, Academician of Russian Academy of Natural Sciences; yefanov.vn@mail.ru. SPIN-код: 8368-0721, Author ID: 320046.

Митусова Екатерина Витальевна – Сахалинский государственный университет; 693008, Россия, Южно-Сахалинск; магистрант; mitusov.vitalij@bk.ru.

Mitusova Ekaterina Vitalievna – Sakhalin State University; 693008, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk; Master's degree student; mitusov.vitalij@bk.ru.

РАЗМЕРНО-ВЕСОВАЯ СТРУКТУРА И ПЛОДОВИТОСТЬ АНАДРОМНОЙ СИМЫ (*ONCORHYNCHUS MASOU*) НА ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКЕ

Захарова О.А., Зудина С.М.

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35.

Сима *Oncorhynchus masou* является наиболее теплолюбивым видом среди тихоокеанских лососей, а Камчатка – северной границей ее ареала. Ввиду малочисленности биология этого вида на полуострове недостаточно изучена. Регулярные исследования симы на Камчатке проводятся с 2009 г. На основе данных биологических материалов представлены результаты анализа размерно-весовых характеристик и плодовитости производителей симы из некоторых рек западной Камчатки за 10-летний период (с 2009 по 2018 гг.). Установлено, что в реках полуострова длина, масса и плодовитость рыб различаются. Отмечена тенденция увеличения качественных показателей вида в последние годы.

Ключевые слова: западная Камчатка, тихоокеанские лососи, сима, самки, самцы, длина, масса, плодовитость.

LENGTH-WEIGHT STRUCTURES AND FECUNDITY OF ANADROMOUS MASU SALMON (*ONCORHYNCHUS MASOU*) FROM WESTERN KAMCHATKA

Zakharova O.A., Zudina S.M.

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya Str. 35.

Masu salmon *Oncorhynchus masou* is the most thermophilic species among the Pacific salmon, and Kamchatka peninsula is the northern border of its distribution. Due to small abundance, the biology of this species on the peninsula is poorly studied. Regular scientific researches of Masu salmon in Kamchatka have been conducted since 2009. The length-weight structures and fecundity of mature Masu salmon have been analyzed in several streams on western Kamchatka over a 10-year period (from 2009 to 2018) and present time. It has been established that the length, weight and fecundity of mature fish are different in the rivers of the peninsula. A tendency of increasing the biological characteristic of the species in recent years has been noted.

Key words: Western Kamchatka, Pacific salmon, Masu salmon, female, male, length, weight, fecundity.

ВВЕДЕНИЕ

Камчатка является единственным регионом, где воспроизводятся все шесть видов тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*. Сима (*Oncorhynchus masou*) – наиболее теплолюбивый представитель рода

Oncorhynchus, который является эндемиком Азии. Вид распространен вдоль азиатского побережья в северо-западной части Тихого океана [Семенченко, 1989; Kato, 1991; Morita, 2018].

Основным районом воспроизводства симы является бассейн Японского моря.

Центром ареала считается северо-западная часть и материковое побережье Татарского пролива, где сосредоточена наиболее высокая плотность популяций [Семенченко, 1989; Захарова, 2018]. В том числе сима воспроизводится в водах Приморского края, бассейне р. Амур, в реках Северо-Западного и Южного Сахалина. На Камчатке сима обитает преимущественно в водоемах западного побережья, но также имеются сообщения о ее единичных поимках и на восточном побережье полуострова [Семко, 1956; Бугаев, 1978а, б; Черешнев и др., 2002; Бугаев и др., 2007].

Ввиду своей малочисленности сима в Камчатском крае не является объектом промышленного лова и является наименее изученным видом тихоокеанских лососей в регионе. Однако в последнее десятилетие ее встречаемость на западном побережье полуострова заметно увеличилась [Захарова, 2018; Захарова, Бугаев, 2013, 2015]. В настоящее время вылов симы осуществляют в рамках научно-исследовательских работ, а также этот вид становится все более популярным в спортивно-любительском рыболовстве.

Регулярные ежегодные исследования симы на западном побережье Камчатки выполняются с 2009 г., а ранее проводившиеся научные работы, касающиеся биологии симы, немногочисленны, и в основном являются отрывочными и фрагментарными материалами либо посвященными изучению конкретной популяции вида [Семко, 1956; Бугаев, 1978а, б; Семенченко, 1984; Кузищин и др., 2009; Малютина и др., 2009].

В настоящей работе представлена сравнительная характеристика размерно-весовых показателей и плодовитости производителей симы из некоторых рек западного побережья Камчатки в современные период (с 2009 по 2018 гг.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом настоящих исследований послужили биологические показатели производителей симы, собранные в период 2009–2018 гг. в бассейнах рек Большая, Утка, Кихчик, Пымта, Большая Воровская, Крутогорова, Хайрюзова, Воямполка. Работы осуществляли на стационарных наблюдательных пунктах ФГБНУ «КамчатНИРО» (Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО»), ФГУ «Севвострыбвод» (ФГБУ «Главрыбвод»), в период полевых научных экспедиций, а также во время научного и контрольного лова на рыбопромысловых участках промышленных предприятий (рис. 1). На р. Кихчик вылов рыб проводили закидным неводом длиной 150 м, с ячеей 20 мм, производители симы были пойманы в качестве прилова при промысле лососей. В остальных реках использовали сплавные и ставные сети, ячейей 60 мм, длиной 50 м, а также применяли спиннинговый лов. Объем, районы и сроки сбора материала представлены в таблице 1.



Рис. 1. Схема районов сбора биологических материалов по производителям симы на западной Камчатке

Fig. 1. Collection sites where biological data on mature Masu salmon in several streams on Western Kamchatka were collected

Таблица 1. Районы и периоды проведения работ, объем исследованного материала по производителям симы, экз.

Table 1. Sites and duration of field investigations and amount of studied material of mature Masu salmon (specimens, spms.)

Река	Годы	Биологический анализ	Плодовитость, масса ястыков
Большая	2009–2018	872	339
Утка	2009–2016; 2018	1 203	465
Кихчик	2010–2016; 2017–2018	880	365
Большая Воровская	2010–2016; 2018	345	152
Крутогорова	2010–2014; 2016	192	58
Хайрюзова	2010–2011	83	27
Пымта	2017	60	30
Воямполка	2018	47	–
ИТОГО все реки		3 682	1 436

Биологический анализ проводили по общепринятым ихтиологическим методикам [Правдин, 1939]. Обработка данных осуществлена согласно статистическим вычислениям [Лакин, 1990], оформление результатов выполнено с использованием прикладных программ MS Excel и MS Word (пакет MS Office).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Длина, масса и плодовитость анадромной симы в районах воспроизводства варьируют. Размеры половозрелых особей могут определяться влиянием разных причин: возрастом полового созревания, продолжительностью морского периода, условиями питания в речной и морской периоды жизни, наследственными факторами, изменчивостью географических условий нагула, условиями мест воспроизводства [Mashidori, Kato, 1984; Семенченко, 1989, Цыгир, 1993; Кузищин и др., 2009].

Максимальные размеры симы для Дальнего Востока России были отмечены в 1926 г. А. Воробьевым – длина особи, зашедшей в реку Тумнин, составляла 71,0 см, а масса 9,0 кг [Крыхтин, 1962]. Исследования определили, что большими показателями отличаются производители летне-

осенней формы Приморья, которые крупнее особей из других регионов, длина и масса этих рыб составляет в среднем 57,0 см и 2,4 кг соответственно [Семенченко, 1989; Иванков, Бисага, 1995]. В целом в других районах воспроизводства размерно-весовые характеристики симы невелики и приближены к средним значениям длины и массы порядка 50,0 см и 1,5 кг соответственно [Kato, 1991; Игнатъев, 2004; Малутина и др., 2009; Захарова, Улатов, 2009; Иванков, 2012; Захарова, 2018].

Размерно-весовая структура западнокамчатской симы

Река Большая. В период 2009–2018 гг. средний многолетний показатель длины у симы составил 46,7 см, а массы – 1,6 кг. У самцов и самок средние величины этих показателей в данной реке были схожи, но самцы имели большие вариации длины и массы тела от 34,0 до 56,0 см и от 0,5 до 2,9 кг соответственно. Линейный ряд длины самок изменялся от 39,0 до 59,0 см, массы – от 0,8 до 2,3 кг. Основная доля всех рыб имела длину 46,0 и 48,0 см, а массу 1,7 кг (см. рис. 2). Самый крупный экземпляр симы в р. Большая был пойман в 2011 г. – 56 см и 2,9 кг (самец, возраст 2.1+).

Река Утка. Размеры производителей симы р. Утка варьировали в пределах 34,0–59,0 см и 0,6–2,9 кг, составляя в среднем 46,8 см и 1,6 кг за весь период исследований (см. рис. 3). Вариационный ряд линейно-весовых показателей самцов был более растянут (34,0–59,0 см и 0,6–2,9 кг), чем у самок (39,0–55,0 см и 1,0–2,5 кг). В среднем самцы были также немного крупнее. Самки в основном встречались длиной 46,0 см (17,2%) и массой от 1,5 (13,6%) до 1,8 кг (12,3%). Наиболее крупная особь этого вида в данной реке была поймана в 2014 г. – 55 см и 2,9 кг (самец, возраст R.1+). Доля мелких самцов длиной 34,0–37,0 см и массой 0,6–0,9 кг составила 0,7–1,9% (всего 37 экз.).

Река Кихчик. Средние значения размерно-весовых показателей симы р. Кихчик отмечены наименьшими среди других популяций исследуемых водоемов – длина 45,6 см, масса – 1,4 кг. Это может быть обусловлено селективностью лова симы в данном водоеме. Так как симу на р. Кихчик в основном облавливают мелкоячеистым закидным неводом (при зачистке и подготовке тони к основному промыслу лососей), это может косвенно сказываться на общих средних показателях этого вида в улове.

У самцов длина изменялась от 32,0 см до 59 см (в среднем 45,6 см), а масса – от 0,5 кг до 2,8 кг (в среднем 1,4 кг). Доля мелких самцов-джеков (раннесозревающих самцов) (32,0–37,0 см) составляла порядка 3% от общего количества пойманных за исследуемый период рыб. Линейный ряд самок был короче, чем у самцов, изменяясь от 38,0 до 53,0 см, при массе 0,7–2,5 кг. Основная доля самок встречалась длиной 44,0–48,0 см (мода – 45,0 см) и массой 1,2–1,5 кг (мода – 1,3 кг). Средние размерно-весовые показатели обоих полов были схожи (см. рис. 4).

Река Большая Воровская. За рассматриваемый период (2010–2016; 2018 гг.) производители симы р. Б. Воровская отличались наличием в уловах более крупных рыб. Размерно-массовые характеристики особей изменялись от 35 до 55 см, составляя в среднем 46,7 см, и от 0,7 до 2,5 кг (среднее 1,6 кг) соответственно. Однако мелкие рыбы встречались единично, а доля крупных экземпляров была выше, чем в других реках. Наиболее часто в уловах отмечали симу длиной 48,0 см, а вот модальная масса самок и самцов была различна. У самок это значение имело 2 класса – 1,5 кг и 1,8 кг, 29 и 21% соответственно, когда у самцов четкой модальной весовой группы не отмечалось. В целом средние значения массы обоих полов были одинаковы, а вот показатели длины самок уступали таковым самцов (см. рис. 5).

Река Крутогорова. Несмотря на немногочисленный объем (193 экз.) материала по симе в данной реке, также отмечается увеличение доли крупных рыб этого вида в уловах. Вариационный ряд размерно-весовых показателей производителей изменялся в пределах 36,0–60,0 см и 0,6–2,9 кг, составляя в среднем 49,5 см и 1,7 кг соответственно – наибольшее среди исследуемых водоемов. Самцы были крупнее самок и так же, как и в других реках, имели широкий ряд линейно-весовых показателей, а мелкие особи встречались в единичных экземплярах. У самок основная доля имела длину 46,0–48,0 см (36,4%) и массу 1,4–1,6 кг (45,5%), у самцов же отмечено три модальные размерно-весовые группы: 48,0–49,0; 53,0 см и 1,6; 1,9 и 2,4 кг соответственно. Доля крупных рыб (от 2,0 до 2,9 кг) составила 30,7% от общего улова, что является максимальной в наших исследованиях (см. рис. 6). Наиболее крупные по длине и массе особи были пойманы в 2013 г.: самка (2.1+) 52 см и 2,9 кг; самец (2.1+) 60 см и 2,6 кг.

Реки Хайрюзова, Пымта, Воямполка.

Материал, собранный в этих реках, немногочисленный, тем не менее считаем возможным его привести для информации, поскольку современные данные в литературе о производителях симы в этих реках отсутствуют.

В р. Хайрюзова рыбы отличались крупными размерами: длина изменялась от 42,0 до 57,0 см (среднее 48,7 см), а масса от 0,8 кг до 3,0 кг (среднее 1,7 кг), при этом мелких самцов (до 40 см) в уловах не встречалось. Самки в среднем были мельче самцов и имели меньшие вариации линейно-весовых показателей (см. табл. 2).

Исследования в р. Пымта в 2017 г. показали, что размерно-массовые показатели симы в этой реке составляют 44,2 см и 1,5 кг, а равнозначное количество пойманных рыб разного пола показало, что в данной реке самки несколько меньше самцов.

В р. Воямполка, наиболее северной из всех исследуемых нами рек, в 2018 г. впервые был собран материал по симе. Размеры пойманных рыб изменялись от 38,0 до 55,0 см и 0,8–2,4 кг, при средних показателях 47,0 см и 1,4 кг. Несмотря на преобладание самок в уловах, их средние линейно-весовые показатели были ниже таковых у самцов (см. табл. 2).

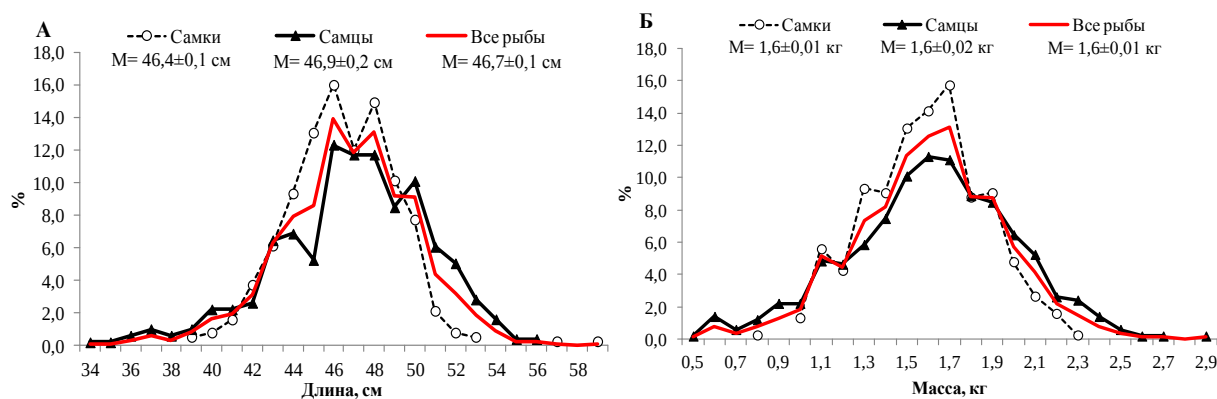


Рис. 2. Распределение длины (А) и массы (Б) производителей симы в р. Большая за период 2009–2016; 2018 гг. (N = 872 экз.; самок – 376 экз., самцов – 496 экз.)

Fig. 2. Distribution of length (A) and weight (B) of mature Masu salmon in Bolshaya River in 2009–2016; 2018 (N = 872 spms.; females – 376 spms., males – 496 spms.)

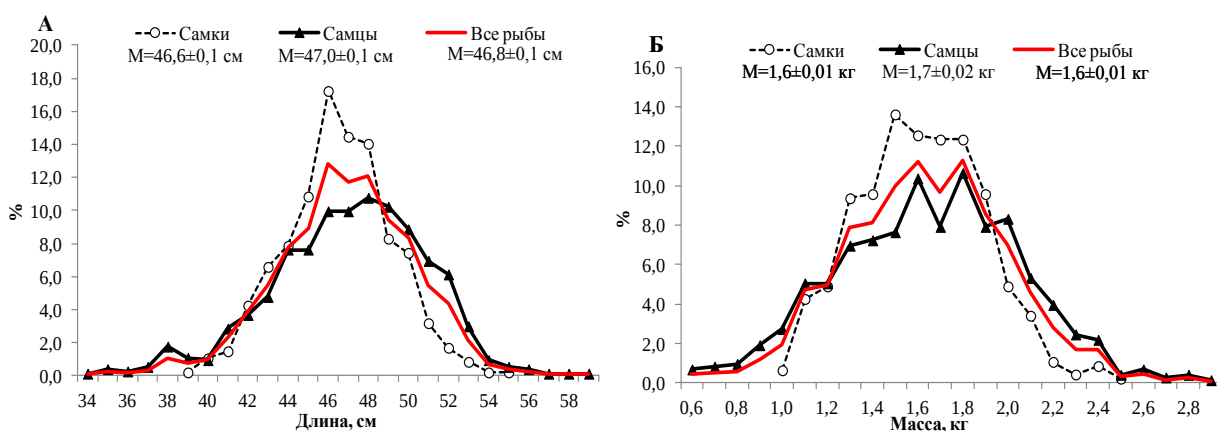


Рис. 3. Распределение длины (А) и массы (Б) производителей симы в р. Утка за период 2009–2018 гг. (N = 1203 экз.; самок – 470 экз., самцов – 733 экз.)

Fig. 3. Distribution of length (A) and weight (B) of mature Masu salmon in Utkha River in 2009–2018 (N = 1203 spms.; females – 470 spms., males – 733 spms.)

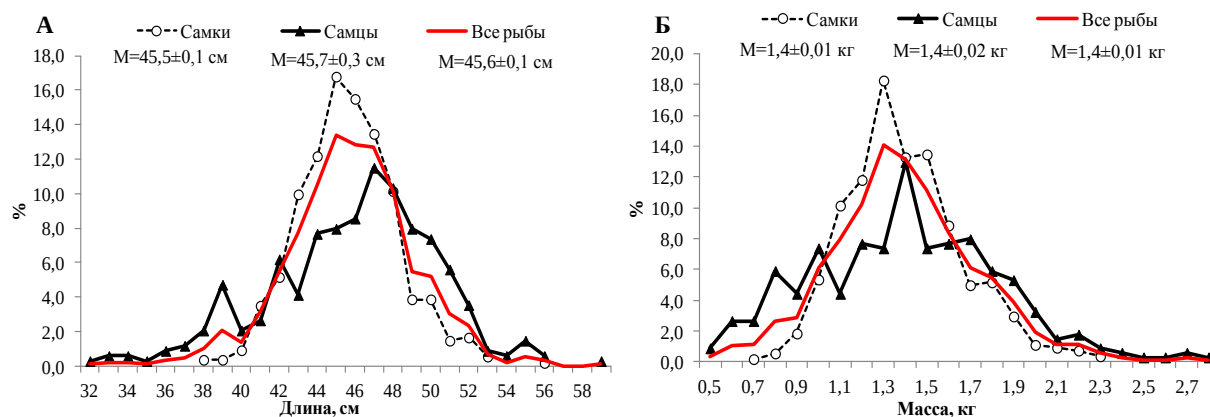


Рис. 4. Распределение длины (А) и массы (Б) производителей сима в р. Кихчик за период 2009–2014 гг.; 2016–2018 гг. (N = 880 экз.; самок – 541 экз., самцов – 339 экз.)

Fig. 4. Distribution of length (A) and weight (B) of mature Masu salmon in Kikhchik River in 2009–2014; 2016–2018 (N = 880 spms.; females – 541 spms., males – 339 spms.)

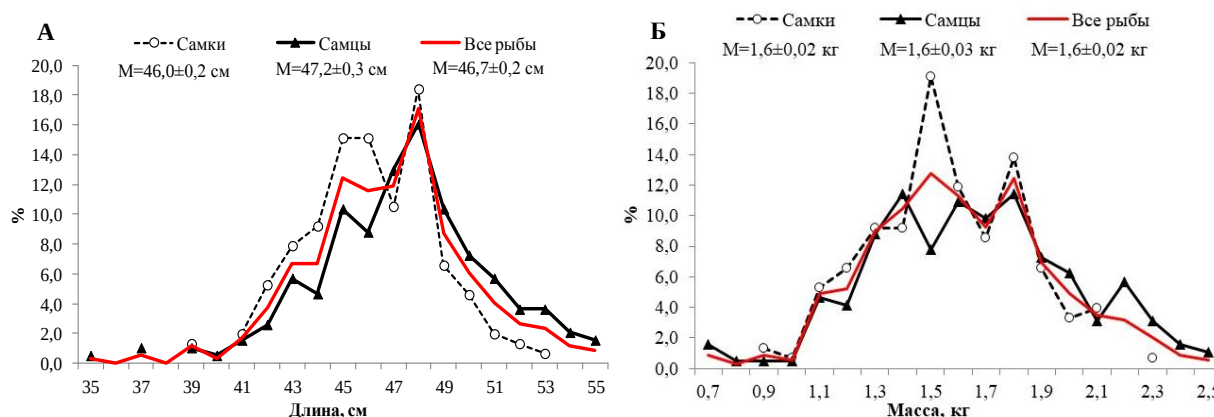


Рис. 5. Распределение длины (А) и массы (Б) производителей сима в р. Б. Воровская за период 2010–2016; 2018 гг.; (N = 345 экз.; самок – 152 экз., самцов – 193 экз.)

Fig. 5. Distribution of length (A) and weight (B) of mature Masu salmon in B. Vorovskaya River in 2010–2016; 2018 (N = 345 spms.; females – 152 spms., males – 193 spms.)

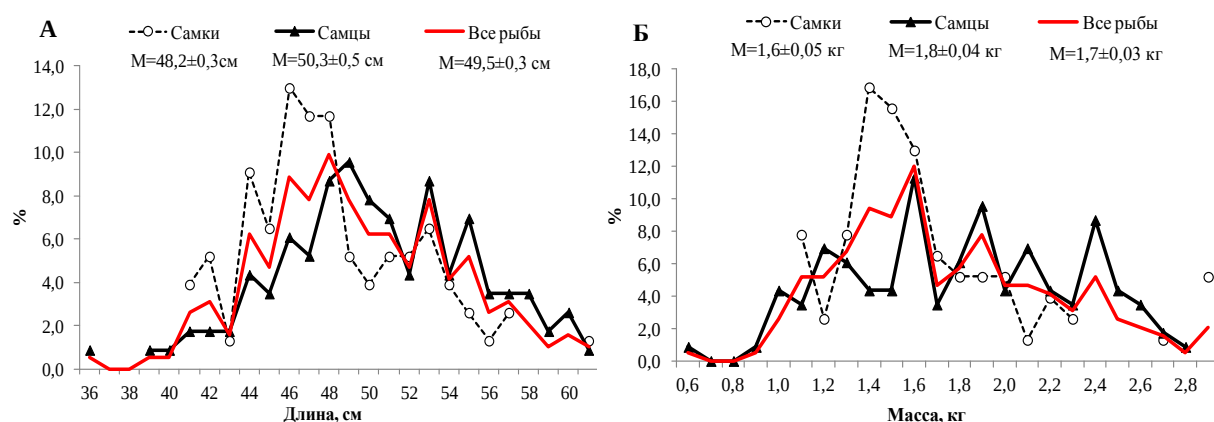


Рис. 6. Распределение длины (А) и массы (Б) производителей сима в р. Крутогорова за период 2010–2014; 2016 гг.; (N = 192 экз.; самок – 77 экз., самцов – 115 экз.)

Fig. 6. Distribution of length (A) and weight (B) of mature Masu salmon in Krutogorova River in 2010–2014; 2016 (N = 192 spms.; females – 77 spms., males – 115 spms.)

Таблица 2. Размерно-массовые показатели сими pp. Хайрюзова, Пымта и Воямполка в современный период

Table 2. The length-weight data of Masu salmon in Khairyuzova River, Pymta River and Voyampolka River in the modern period

Река, годы	Пол	Длина, см		Масса, кг		Кол-во рыб, экз.
		Пределы	Среднее	Пределы	Среднее	
Хайрюзова, 2010–2011 г.	Самки	42,0–53,0	47,1 ± 0,5	0,8–2,5	1,6 ± 0,07	28
	Самцы	44,0–57,0	49,5 ± 0,4	0,8–3,0	1,8 ± 0,07	55
	Все рыбы	42,0–57,0	48,7 ± 0,3	0,8–3,0	1,7 ± 0,05	83
Пымта, 2017 г.	Самки	41,0–48,0	44,7 ± 0,3	1,0–1,9	1,4 ± 0,03	30
	Самцы	38,0–51,0	45,1 ± 0,6	0,9–2,1	1,5 ± 0,04	30
	Все рыбы	38,0–51,0	44,2 ± 0,3	0,9–2,1	1,5 ± 0,03	60
Воямполка, 2018 г.	Самки	44,0–53,0	46,2 ± 0,4	1,0–2,0	1,3 ± 0,04	30
	Самцы	38,0–55,0	48,3 ± 1,0	0,8–2,4	1,5 ± 0,10	17
	Все рыбы	38,0–55,0	47,0 ± 0,5	0,8–2,4	1,4 ± 0,05	47
ИТОГО						190

Анализ размерно-весовых характеристик производителей сими исследуемых водоемов показал, что наиболее крупными особями представлена популяция рек Крутогоорова (в среднем 49,5 см и 1,8 кг), а также крупные особи отмечены в р. Хайрюзова.

В бассейнах рек Утка, Большая Воровская и Большая средние размерно-весовые характеристики были близки – 46,7–46,8 см, масса 1,6 кг. Наиболее мелкая сима воспроизводится в р. Кихчик (в среднем 45,6 см и 1,4 кг), также невысокие средние параметры отмечены у особей р. Пымта (44,2 см и 1,5 кг). Интересно отметить биологические показатели рыб, выловленных в 2018 г. в р. Воямполка. При относительно большой длине рыб, составляющей в среднем 47,0 см, ее масса была небольшой и составила в среднем 1,4 кг.

Известно, что в реках Приморья средние размерно-массовые показатели самцов сими выше, чем у самок [Семенченко, 1989]. При проведении наших исследований данная тенденция прослеживалась во всех исследуемых водоемах, однако в pp. Большая, Кихчик и Воровская средняя масса самок и самцов была одинакова, но по длине самки немного уступали.

На рисунке 7 представлена динамика средних линейно-весовых показателей сими в основных исследуемых реках запад-

ной Камчатки за период 2010–2018 гг. Отмечено, что в 2016 г. показатели средней длины сими на западном побережье Камчатки возросли, а в 2018 гг. – наблюдался рост длины и массы, которые составили 48,0 см и 1,8 кг соответственно и являлись максимальными за рассматриваемый период в этих водоемах. К сожалению, в 2017 г. не представилось возможности оценить тенденцию этих значений, поскольку материалы из других рек отсутствовали.

Плодовитость

Абсолютная плодовитость сими, так же как и другие биологические показатели в разных регионах ее распространения, изменяются. Это может быть обусловлено численностью, структурой стад и условиями обитания [Никольский, 1974]. Наиболее плодовитыми являются лососи рек Северного и Южного Приморья, особенно осенненерестующие особи, средняя плодовитость которых составляет около 4 500 икринок [Иванков, Бисага, 1995; Семенченко, 1989; Колпаков и др., 2008]. Сима Сахалина менее плодовита, в северных реках может откладывать от 1 560 до 4 720 икринок, южных 860–3 060 и меньше [Гриценко, 2002; Игнатьев, 2004].

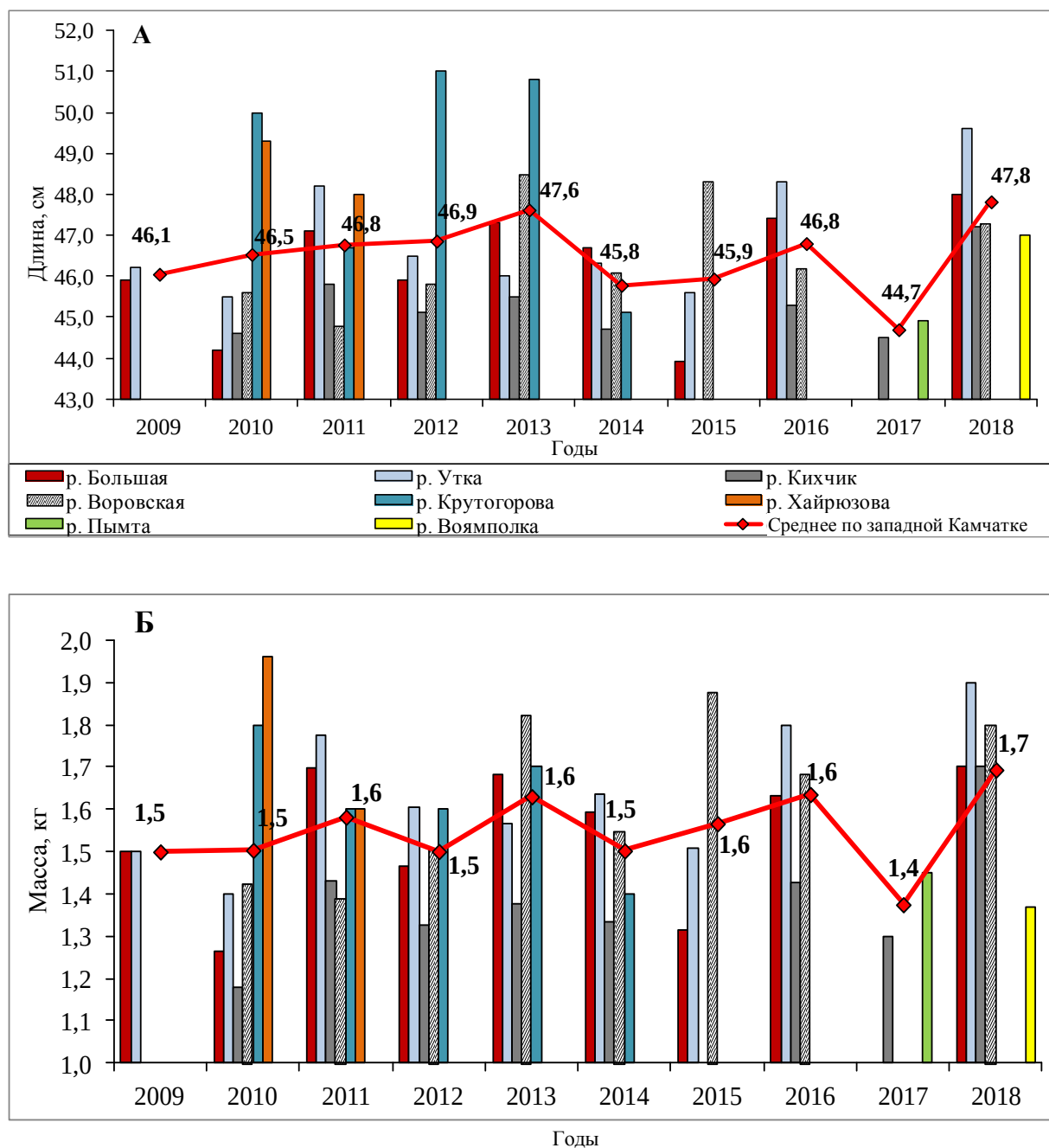


Рис. 7. Средние показатели длины (А) и массы (Б) западнокамчатской симы в исследуемых районах воспроизводства (2009–2018 гг.)

Fig.7. The average size (A) and weight (B) of Masu salmon on Western Kamchatka in several reproduction areas (2009–2018)

Индивидуальная абсолютная плодовитость симы в реках западного побережья Камчатки за весь период исследований находилась в пределах 609–4 740 (рис. 8), составляя в среднем 2 026 икринок на одну

самку (табл. 3). Основная доля рыб во всех исследуемых реках имела плодовитость от 1 400 до 2 200 икринок. Масса гонад самок варьировала от 30 до 460 г и зависела от стадии зрелости половых продуктов (табл. 3).

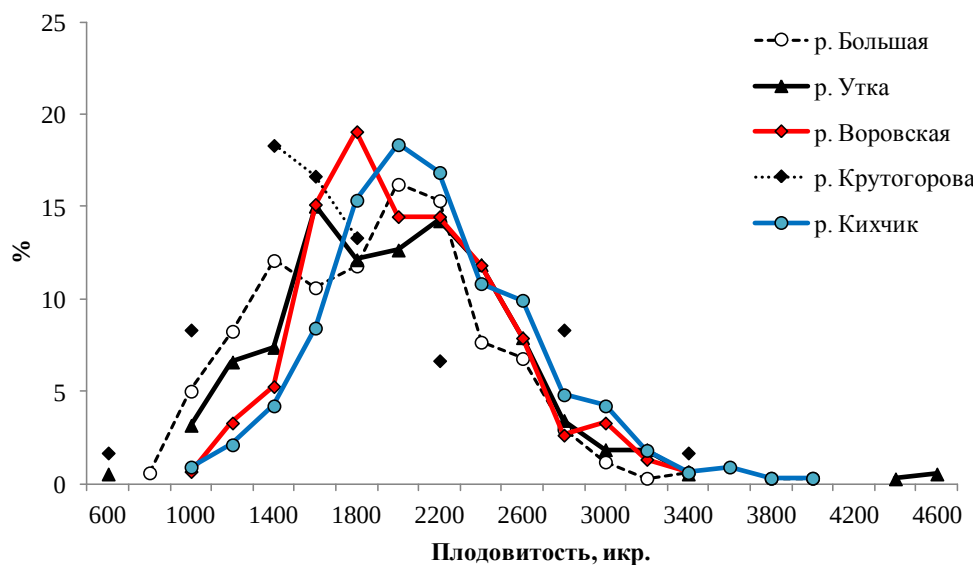


Рис. 8. Распределение вариационного ряда индивидуальной плодовитости симы в реках западной Камчатки за период 2009–2018 гг.

Fig. 8. Distribution of the variation series of individual fecundity of the Masu salmon in the several rivers of Western Kamchatka in 2009–2018

Таблица 3. Показатели индивидуальной плодовитости и массы гонад симы в исследуемых водоемах западной Камчатки за период 2009–2018 гг.

Table 3. Data on individual fecundity and gonad weight in the several rivers of Western Kamchatka in 2009–2018

Река	Среднее значение, икринок	Пределы значений, икринок	Средняя масса гонад, г	Пределы значений, г	Кол-во рыб, экз.
Большая	2 001	819–4 029	136	49–275	339
Утка	2 098	730–4 740	135	48–392	465
Кихчик	2 259	1 015–4 032	200	50–460	365
Воровская	2 145	1 079–3 519	143	58–272	152
Крутогорова	1 894	609–3 439	222	30–360	58
Пымта	1 115	693–1 876	94	30–170	30
Хайрюзова	2 005	1 233–2 781	123	70–190	27
ИТОГО по западной Камчатке	2 086	609–4 740	155	30–460	1 436

При своих наименьших размерах среди симы других рек наиболее плодовитыми оказались самки р. Кихчик (среднее – 2 259 икринок), также в этой реке отмечена максимальная масса ястыков – 460 г, при их средней навеске 200 г (табл. 3).

У рыб р. Утка наблюдался наиболее широкий вариационный ряд индивидуальной абсолютной плодовитости (рис. 8), а также в этой реке отмечены максимальные значения этого показателя – 4 563, 4 712 и 4 739 икринок.

Рыбы р. Крутогорова, как уже отмечалось, представлены наиболее крупными особями среди других популяций, однако их средняя индивидуальная плодовитость была наименьшей, но, возможно, малое количество проб в этой реке (всего 60 экз.) сказались на среднегодовом показателе.

В р. Воровская количество икринок на одну самку варьировало от 1 079 до 3 519 шт., в среднем составив 2 145 икринок при средней массе половых продуктов 143 г (табл. 3).

В р. Хайрюзова средняя абсолютная плодовитость рыб составила 2 005 икринок на одну самку при средней навеске гонад 123 г. В р. Пымта количество материалов по плодовитости симы очень мало, а исследования проводились в I декаде июня, что могло сказаться на низких показателях массы гонад и плодовитости (табл. 3).

Средняя индивидуальная плодовитость симы в реках западного побережья Камчатки демонстрирует ежегодную динамику, и в целом наблюдается то рост, то снижение этого показателя. Максимальное значение средней плодовитости симы отмечено в 2016 гг., оно составило 2 356 икринок на одну самку. В 2011 г. наблюдалась самая меньшая величина данного показателя – 1 935 икринок. В 2018 г. средняя плодовитость симы демонстрировала достаточно низкий показатель в сравнении с предыдущими годами (рис. 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования биологических характеристик производителей симы из рр. Большая, Утка, Кихчик, Большая Воровская, Крутогорова, Хайрюзова, Пымта и Воямполка показали, что длина и масса симы варьирует в пределах 32,0–61,0 см и 0,5–2,9 кг, составляя в среднем 46,8 см и 1,5 кг соответственно. В последние годы у западнокамчатской симы отмечено увеличение средних показателей размерно-весовых характеристик, в 2018 г. они составили 48,0 см и 1,8 кг соответственно и были максимальными за последние 10 лет. Наиболее крупными особями представлена популяция р. Крутогорова (в среднем 49,5 см и 1,8 кг). Наиболее мелкая сима воспроизводится в р. Кихчик (в среднем 45,6 см и 1,4 кг), но при этом является более плодовитой (в среднем 2 259 икринок) по сравнению с особями других исследуемых рек.

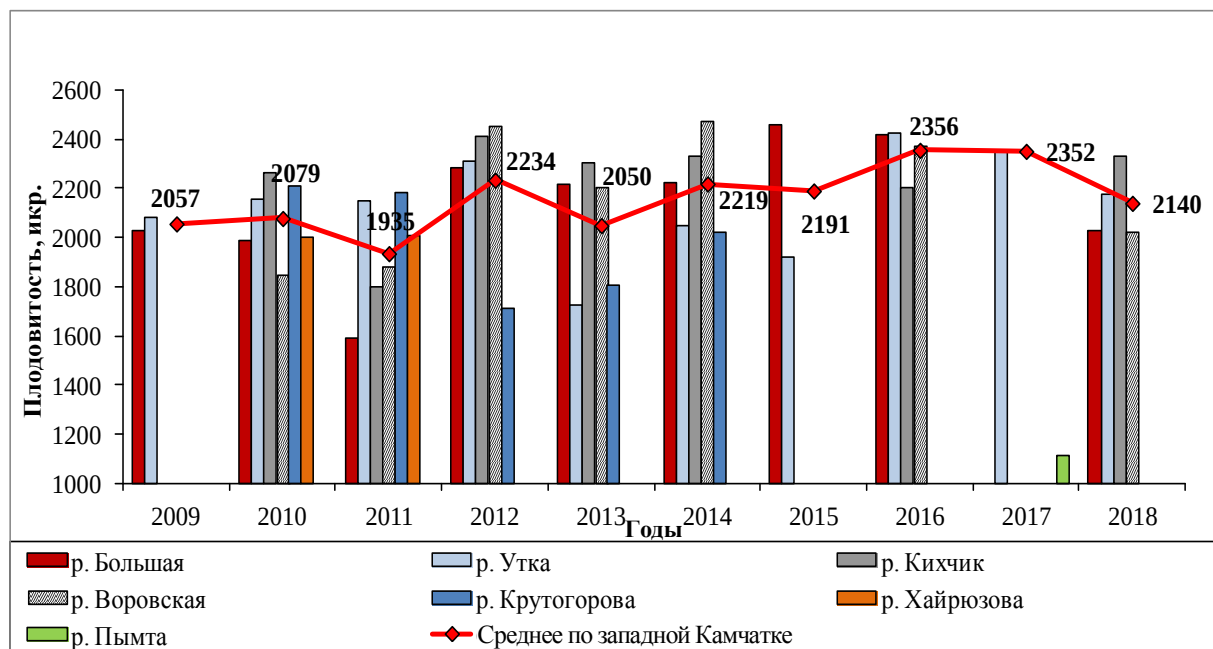


Рис. 9. Средние показатели индивидуальной плодовитости западнокамчатской симы в исследуемых районах воспроизводства (2009–2018 гг.)

Fig. 9. The average data of individual fecundity of Masu salmon on Western Kamchatka in several reproduction areas (2009–2018)

Средняя индивидуальная плодовитость симы в реках Камчатки демонстрирует ежегодные колебания в пределах 609–4 740 икринок на одну самку и составляет в среднем 2 086 икринок. Основная доля рыб во всех исследуемых реках имеет плодовитость от 1 400 до 2 200 икринок. По результатам наблюдений наиболее плодовитые самки отмечены в р. Кихчик. Максимальные значения индивидуальной абсолютной плодовитости зарегистрированы у самок в р. Утка, в р. Крутогорова – наименьшие значения средней индивидуальной плодовитости.

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаев В.Ф. 1978а. О возрасте симы. *Биология моря*. № 5. С. 40–46.
- Бугаев В.Ф. 1978б. Строение чешуи симы. *Биология моря*. № 3. С. 46–53.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.
- Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалина (систематика, экология, промысел). Москва: Изд-во ВНИРО. 248 с.
- Захарова О.А. 2018. Биологическая характеристика и современные представления о состоянии запасов западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou*. *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф.* (20–22 марта 2018 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 29–32.
- Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2013. О продолжительности пресноводного периода жизни западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou*. *Известия ТИНРО*. Т.175. С. 110–126.
- Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2015. Возрастная структура западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou*. *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. № 38. С. 39–48.
- Захарова О.А., Улатов А.В. 2009. Сведения по биологии симы *Oncorhynchus masou* (Brevoort) бассейна реки Кихчик (Западная Камчатка). *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы X междунар. науч. конф.* (17–18 ноября 2009 г.). Петропавловск-Камчатский. С. 80–84.
- Иванков В.Н., Бисага В.Д. 1995. Различение популяций симы *Oncorhynchus masou* Приморья и Южного Сахалина. *Биология моря*. Т. 35. Вып. 5. С. 580–584.
- Иванков В.Н. 2012. Сима. Рыбы Курильских островов. Москва: ВНИРО. С. 180–183.
- Игнатьев Ю.И. 2004. Биологическая характеристика нерестовой симы *Oncorhynchus masou* (Brevoort) р. Мелкая (северо-восточное побережье о. Сахалин). *Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях*. Труды СахНИРО, Т. 6. С. 70–75.
- Колпаков Е.В., Мирошник В.В., Климин А.Ф. 2008. Биология и численность анадромной симы *Oncorhynchus masou* реки Серебрянка (Тернейский район, Приморский край). *Бюлл. № 3 Реализации Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей*. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 135–139.
- Крыхтин М.Л. 1962. Материалы о речном периоде жизни симы. *Известия ТИНРО*. Т. 48. С. 84 – 132.
- Кузищин К.В., Малютина А.М., Груздева М.А., Савваитова К.А., Павлов Д.С.

2009. Экология размножения симы *Oncorhynchus masou* в бассейне реки Коль (Западная Камчатка). *Вопросы ихтиологии*. Т. 49. № 4. С. 470–482.
- Лакин Г.В. 1990. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Высшая школа. 352 с.
- Малютин А.М., Савваитова К.А., Кузнецов К.В., Груздева М.А., Павлов Д.С. 2009. Структура популяций симы *Oncorhynchus masou* реки Коль (Западная Камчатка) и географическая изменчивость на ареале вида. *Вопросы ихтиологии*. Т. 49. № 3. С. 402–414.
- Никольский Г.В. 1974. Теория динамики стада рыб. Москва: Пищевая промышленность. 448 с.
- Правдин И.Ф. 1939. Руководство по изучению рыб. Учебное пособие. Ленинград: ЛГУ. 245 с.
- Семенченко А.Ю. 1984. Экология западно-камчатской симы *Oncorhynchus masu* (Brevoort) (Salmonidae) в период нерестовой миграции. *Вопросы ихтиологии*. Т. 24. Вып. 4. С. 620–627.
- Семенченко А.Ю. 1989. Приморская сима (популяционная экология, морфология, воспроизводство). Владивосток: ДВО АН СССР. 192 с.
- Семко Р.С. 1956. Новые данные о западно-камчатской симе. *Зоологический журнал*. Т. 35. Вып. 7. С. 1017–1020.
- Цыгир В.В. 1993. Морские миграции и промысел симы. *Рыбное хозяйство*. № 2. С. 25–26.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы северо-востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.
- Kato F. 1991 Life histories of Masu and Amago salmon (*Oncorhynchus masou* and *Oncorhynchus rhodurus*). Pacific salmon: life histories. Vancouver: USB Press. P. 447–520.
- Machidori S., Kato F. 1984. Spawning population and marine live of Masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Bulletin INPFC*. № 43. 138 p.
- Morita K. 2018. Masu salmon group: The ocean ecology of Pacific salmon and trout (ed. R.J. Beamish). Bethesda, Maryland. P. 697–702.

REFERENCES

- Bugaev V.F. 1978a. About the age of masu salmon. *Biologiya morya (Russian Journal of Marine Biology)*. № 5. P. 40–46 (in Russian).
- Bugaev V.F. 1978b. Scale structure of masu salmon. *Biologiya morya (Russian Journal of Marine Biology)*. № 3. P. 46–53 (in Russian).
- Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbudi Zh.Kh., Ostroumov A.G., and Tiller I.V. 2007. Fishes of River Kamchatka. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. 459 p. (in Russian).
- Gritsenko O.F. 2002. Anadromous fishes of Sakhalin Island (Systematics, Ecology, Fisheries). Moscow: VNIRO. 248 p. (in Russian).
- Zakharova O.A. 2018. Biological characterization and contemporary view of the state of Masu salmon *Oncorhynchus masou* stocks in West Kamchatka. *Proceedings of national all-Russian scientific and practical conference "Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU. P. 29–32 (in Russian).
- Zakharova O.A., Bugaev V.F. 2013. On duration of freshwater period of West Kamchatka Masu salmon *Oncorhynchus masou*. *Izvestiya TINRO (Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography)*. № 175. P. 110–126 (in Russian).

- Zakharova O.A., Bugaev V.F. 2015. The age composition of Masu salmon *Oncorhynchus masou* of West Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the North-West Part of the Pacific Ocean*. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. № 38. P. 39–48 (in Russian).
- Zakharova O.A., Ulatov A.V. 2009. Data on biology of *Oncorhynchus masou* (Brevoort) in the basin of Kihchik River (Western Kamchatka). *Proceedings of international scientific conference "Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters"*. Petropavlovsk-Kamchatsky. P. 80–84 (in Russian).
- Ivankov V.N., Bisaga V.D. 1995. Differences in populations of Masu salmon *Oncorhynchus masou* in Primorie and Southern Sakhalin. *Biologiya morya (Russian Journal of Marine Biology)*. Vol. 35. № 5. P. 580–584 (in Russian).
- Ivankov V.N. 2012. Masu salmon. Fish of the Kuril Islands. Moscow: VNIRO. P. 180–183 (in Russian).
- Ignatiev Yu.I. 2004. Biological characteristics of the spawning Masu salmon *Oncorhynchus masou* (Brevoort) from the Melkaya River (northeastern coast of Sakhalin Island). *Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas. Trudy SakhNIRO (Transactions of the "SakhNIRO")*. Vol. 6. P. 70–75 (in Russian).
- Kolpakov E.V., Miroshnik V.V., Klimkin A.F. 2008. Biology and abundance of the anadromous Masu salmon *Oncorhynchus masou* of the Serebryanka River (Terneisky District, Primorsky region). *Bulletin № 3. Realization of the concept of the Far Eastern basin program for the study of Pacific salmon*. Vladivostok: TINRO-Centre. P. 135–139 (in Russian).
- Krykhtin M.L. 1962. Data on the stream life of Masu salmon. *Izvestiya TINRO (TINRO News)*. Vol. 48. P. 84–132 (in Russian).
- Kuzishchin K.V., Malyutina A.M., Gruzdeva M.A., Savvaitova K.A., Pavlov D.S. 2009. Reproduction ecology of Masu salmon *Oncorhynchus masou* in the Kol Basin (Western Kamchatka). *Voprosy ikhtiologii (Journal of Ichthyology)*. Vol. 49. № 4. P. 470–482 (in Russian).
- Lakin G.V. 1990. Biometrics. A textbook for specialized biological universities. 4th ed., Rev. and add. Moscow: Vysshaya shkola. 352 p. (in Russian).
- Malyutina A.M., Savvaitova K.A., Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Pavlov D.S. 2009. Population structure of the Masu salmon *Oncorhynchus masou* from the Kol River (Western Kamchatka) and geographic variation in the species area. *Voprosy ikhtiologii (Journal of Ichthyology)*. Vol. 49. № 3. P. 402–414 (in Russian).
- Nikolsky G.V. 1974. Theory of fish herd dynamics. Moscow: Pishchevaya promyshlennost. 448 p. (in Russian).
- Pravdin I.F. 1939. Guide to the study of fish. Textbook Manual. Leningrad: LGU. 245 p. (in Russian).
- Semenchenko A.Yu. 1984. Ecology of the western Kamchatka Masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Salmonidae), during the spawning migration. *Voprosy ikhtiologii (Journal of Ichthyology)*. Vol. 24. № 4. P. 620–627 (in Russian).
- Semenchenko A.Yu. 1989. Masu salmon in Primore (population ecology, morphology, reproduction). Vladivostok: Academy Nauk USSR. Far East Branch of biology and soil science. 192 p. (in Russian).
- Semko R.S. 1956. New data on Masu salmon from Western Kamchatka. *Zoologicheskij zhurnal (Russian Journal of Zoology)*. Vol. 35. № 7. P. 1017–1022 (in Russian).

- Tsygir V.V. 1993. Marine Migration and Fishing of Masu salmon. *Rybnoe khozyajstvo (Fisheries journal)*. № 2. P. 25–26 (in Russian).
- Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Shestakov A.V, Frolov S.V. 2002. Salmonoid fishes in Russian North-East. Vladivostok: Dal'nauka. 496 p. (in Russian).
- Kato F. 1991 Life histories of Masu and Amago salmon (*Oncorhynchus masou* and *Oncorhynchus rhodurus*). Pacific salmon: life histories. Vancouver: USB Press. P. 447–520.
- Machidori S., Kato F. 1984. Spawning population and marine live of Masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Bulletin INPFC*. № 43. 138 p.
- Morita K. 2018. Masu salmon group: The ocean ecology of Pacific salmon and trout (ed. R.J. Beamish). Bethesda, Maryland. P. 697–702.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Захарова Ольга Анатольевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; zakharova-kam@yandex.ru. SPIN-код: 3400-7070, Author ID: 755195.

Zakharova Olga Anatolievna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky, Postgraduate; zakharova-kam@yandex.ru. SPIN-code: 3400-7070, Author ID: 755195.

Зудина Светлана Михайловна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела науки и инноваций, декан факультета непрерывного образования; Zudina_SM@kamchatgtu.ru. SPIN-код: 8727-0236, Author ID: 752488.

Zudina Svetlana Mikhailovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Scientific Researcher of Department of Science and Innovations; Dean of Faculty of Continuing Education; Zudina_SM@kamchatgtu.ru. SPIN-code: 8727-0236, Author ID: 752488.

УДК 631.4:502.5(470.1/.6)

DOI: 10.17217/2079-0333-2021-56-88-98

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНА Р. КЛАЗЬМА

Курочкин И.Н., Кулагина Е.Ю., Чугай Н.В.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир,
ул. Горького, 87

В работе рассмотрены основные тенденции в изменении структуры землепользования на территории бассейна р. Клязьма. С использованием ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования определены площади земель с различным режимом землепользования на изучаемой территории в период с 2001 по 2019 гг. Определены индексы фитопродуктивности LAI и FPAR для территории бассейна Клязьмы в целом и для каждого бассейна, входящего в него. Проведен анализ динамики изменений, происходящих в структуре землепользования. Для территории Владимирской области, входящей в бассейн р. Клязьма, проведена оценка распределения типов почв по занимаемой площади, на основе статистических данных агрохимических показателей рассчитан интегральный показатель почвенного плодородия. Доля залежных земель к 2019 г. уменьшилась и составляет 33,76% от общей площади изучаемой территории; доля смешанных лесов выросла с 38,48% в 2001 г. до 44,50% в 2019 г. за счет образования порослей быстрорастущих пород деревьев на залежных землях. Площадь луговой растительности за период с 2015 по 2019 гг. уменьшилась на 3,5%, с 4 276 до 3 121 км², что связано с деградацией сельского хозяйства и значительным уменьшением выпаса скота. Показатель почвенного плодородия для бассейна Клязьмы составил 0,74, что является достаточно высоким показателем. Установлено, что наиболее активное снижение площадей сельскохозяйственных угодий происходит в центральной, северо-западной и западной частях речного бассейна.

Ключевые слова: землепользование, деградация почв, дистанционное зондирование, плодородие, ГИС-технологии, сельскохозяйственные угодья.

ANALYSIS OF DYNAMICS OF LAND USE STRUCTURE AND SOIL FERTILITY INDICATORS OVER THE KLYAZMA RIVER BASIN

Kurochkin I.N., Kulagina E.Yu., Chugay N.V.

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, Gorkogo Str. 87.

The main trends in changing the land use structure in the territory of the Klyazma River basin were described in the article. Using GIS technologies and remote sensing data the areas of land with different land use regimes in the studied territory were determined in the period from 2001 to 2019. The indices of LAI and FPAR phytproductivity for the territory of the Klyazma basin as a whole, and for each basin included in it were determined. The analysis of the dynamics of changes occurring in the structure of land use is carried out. For the territory of Vladimir region, which is a part of the Klyazma River basin, an assessment of soil types distribution over occupied area was carried out. An integral indicator of soil fertility was calculated on the basis of statistical data of agrochemical indicators. The fraction of fallow lands decreased by 2019 and it amounts 33.76% of the total area of the studied territory. The fraction of mixed forests in-

creased from 38.48% in 2001 to 44.50% in 2019 due to the formation of fast-growing tree species shoots on fallow lands. The area of meadow vegetation for the period from 2015 to 2019 decreased by 3.5%, from 4 276 to 3 121 km², due to agriculture degradation and a significant decrease in livestock grazing. The indicator of soil fertility for the Klyazma basin was 0.74, which is a high indicator. It is established that the most active decrease in the agricultural land area occurs in the central, north-western and western parts of the river basin.

Key words: land use, soil degradation, remote sensing, fertility, GIS technologies, agricultural land.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении последних десятилетий на территории Центральной России наблюдается сохранение тенденции к значительным изменениям в структуре землепользования регионов – уменьшается доля пахотных земель с увеличением площади лесов, редколесий и залежных почв [Комаров и др., 2019]. Данный процесс, подтверждающийся многолетними статистическими данными, приводит к тому, что на заброшенных сельскохозяйственных угодьях происходит изменение уровня кислотности почвы и видового состава растительности.

Территория речного бассейна Клязьмы охватывает Владимирскую, Ивановскую, Ярославскую и Нижегородскую области, для сельского хозяйства которых было характерно и широко распространено внесение известковых удобрений, оказывающих мобилизирующее действие на питательные элементы, необходимые для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Работы ряда исследователей [Shi et al., 2019; Gao et al., 2005; Мотузова, Карпова, 2013] подтверждают, что при резком сворачивании сельскохозяйственной деятельности и внесении удобрений претерпевают деградационные изменения как растительные сообщества, так и агрохимические показатели почвы, что ведет к нарушению ранее сложившегося баланса в экосистемах.

Таким образом, целью данного исследования является оценка динамики структуры землепользования и показателей поч-

венного плодородия на территории речного бассейна Клязьмы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Бассейн реки Клязьма, представляющей собой крупнейший левый приток Оки, охватывает обширную территорию площадью 42 491 км². В административном плане к территории бассейна относятся юго-восток Ярославской области, восточная часть Московской области, обширная часть Ивановской области, кроме северных районов, более половины территории Владимирской области и небольшой участок на западе Нижегородской области. К крупным притокам Клязьмы относятся – Уча, Воря, Шерна, Пекша, Поля, Колокша, Рпень, Нерль, Судогда, Нерехта, Увody, Теза, Тара, Лух и Суворощь (рисунок 1) (выделение речных бассейнов произведено с помощью геоинформационной системы ArcGIS).

При анализе структуры землепользования были использованы космические снимки Архивного центра земных процессов (LPDAAC), ИСЗ «Landsat» ETM+. Определялись индексы LAI и FPAR по спутниковому снимку MODIS за 15 июля 2019 г. по методикам, предложенным зарубежными учеными [Serbin, Gower, 2013; Bateni et al., 2014; Dong et al., 2015; Davoodi et al., 2017]. Индекс листовой поверхности LAI разработан для анализа листовой поверхности и анализирует количество листьев на определенной территории. Его высчитывают как отношение односторонней (освещенной) площади листьев к за-

нимаемой ими поверхности почвы. FPAR – индекс фотосинтетической активной радиации, поглощаемой растительностью. Оценка почв была произведена лишь для территории бассейна, входящей в состав Владимирской области, ввиду малого количества данных по Ивановской области и сложности вычленения мелких участков в Нижегородской и Ярославской областях. С применением ГИС-технологий составлена база данных, отображающая площадные характеристики распределения типов почв по районам области; а также на основе статистических данных, с применением бассейнового подхода, рассчитан показатель почвенного плодородия для районов области, относящихся к речному бассейну Клязьмы, ранее использовавшийся лишь

в экологических исследованиях в пределах административных границ регионов.

В ходе исследования нами проанализированы изменения в структуре землепользования бассейна Клязьмы в период с 2001 по 2019 гг. Исследования проводились посредством создания векторных карт с использованием спутниковых снимков территории, а также с использованием карт почвенно-растительного покрова, полученных с помощью сканирующего спектрорадиометра среднего разрешения (MODIS). Такие наборы данных отображают глобальную территорию с пространственным разрешением 500 м, что является вполне достаточным для анализа структуры землепользования.



Рис. 1. Водосборный бассейн реки Клязьма

Fig. 1. Catchment area of the Klyazma River

Ввиду того, что при использовании методов спектрорадиометрии разрешение снимков и, соответственно, дифференцируемых участков территории составляет 500 м, изменения в структуре землепользования менее 20–30 км² по каждому классу почвенно-растительного покрова необъективны и не учитывались при анализе динамики.

Оптимальные показатели плодородия различны для разных типов почв, поэтому с помощью инструментов статистической обработки данных геоинформационной системы ArcGIS была определена площадь, занимаемая каждым типом почв в каждом районе Владимирской области, относящихся к бассейну Клязьмы. Показатель почвенного плодородия рассчитывался отдельно по каждому району и по области в целом по методике, утвержденной Министерством сельского хозяйства РФ.

Расчет показателя почвенного плодородия проводился по следующей формуле:

$$K_i = \frac{K_{\text{пн1}} \cdot S_1 + K_{\text{пн2}} \cdot S_2 + \dots + K_{\text{пн}n} \cdot S_n}{S_j}, \quad (1)$$

где K_i – показатель почвенного плодородия; $K_{\text{пн1}}$; $K_{\text{пн2}} \dots K_{\text{пн}n}$ – показатель почвенного плодородия для каждого типа почв; $S_1, S_2 \dots S_n$ – площадь, занятая каждым типом почв, га; S_j – общая площадь почв, га.

Расчет показателя почвенного плодородия для каждого типа почв проводился по формуле (2) (формула расчета показателя почвенного плодородия для каждого типа почв):

$$K_{\text{пн}} = \left(\frac{\text{гумус}_{\phi}}{\text{гумус}_{\text{опт}}} + \frac{P_2O_5_{\phi}}{P_2O_5_{\text{опт}}} + \frac{K_2O_{\phi}}{K_2O_{\text{опт}}} + \frac{pH(KCl)_{\text{опт}}}{pH(KCl)_{\phi}} \right), \quad (2)$$

где $K_{\text{пн}}$ – показатель почвенного плодородия для каждого типа почв; (гумус), (P_2O_5), (K_2O), ($pH(KCl)$) – агрохимические показатели; ϕ – фактические показатели агрохимических показателей; опт – оптимальные значения агрохимических показателей.

Статистические данные говорят о том, что наибольшие площади в структуре всех районов занимают различные подтипы дерново-подзолистых почв. Значительные площади торфяных почв находятся в Вязниковском, Гороховецком, Гусь-Хрустальном и Собинском районах и приурочены к большому количеству болотных угодий на этих территориях. Аллювиальные дерновые почвы представлены во всех районах области и располагаются в поймах достаточно крупных рек. Наибольшие площади таких почв наблюдаются в районах, по которым непосредственно протекает Клязьма – главная река бассейна.

По состоянию на середину 2019 г. пахотные земли составляют около 10% от общей площади территории бассейна р. Клязьма и занимают 4 555,9 км².

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структура землепользования и сельскохозяйственная освоенность территории неоднородна, встречаются как участки плодородных серых лесных почв с большим количеством лугов и пахотных земель (бассейны рек Нерль и Колокша), так и районы с заболоченными почвами и практически полным отсутствием сельскохозяйственных угодий (бассейн р. Лух, верхнее течение р. Судогда).

Территория, представленная в картах почвенно-растительного покрова, поделена на 11 классов:

- 1) водно-болотные угодья;
- 2) территория городской застройки;
- 3) хвойные леса;

- 4) лиственные леса;
- 5) смешанные леса;
- 6) мозаика естественной древесной, кустарниковой или травянистой растительности;
- 7) пахотные земли;
- 8) редколесья с покрытием 10–30%;
- 9) редколесья с покрытием 30–60%;
- 10) луга.

Статистические данные, отображающую динамику изменения в структуре землепользования бассейна р. Клязьма, представлены в таблице 1.

Как отмечено выше, территории бассейнов притоков Клязьмы имеют существенные различия в структуре землепользования. Так, по состоянию на 2019 г. пахотные земли занимают достаточно большие площади (более 10%) лишь в бассейнах Суворови, Нерли и Колокши, что объясняется плодородными дерново-сильно-

подзолистыми и серыми лесными почвами на этих территориях. В среднем доля пахотных земель для бассейна Клязьмы составляет 10,72%, главным образом за счет малоосвоенных земель бассейнов Тары и Нерехты, а также урбанизированных территорий в бассейнах рек Поля и Воря (пахотные земли занимают менее 0,5% территории). Также показательна доля земель, занятых городской застройкой. Если для территорий юго-востока Ивановской области с преобладанием сельских населенных пунктов этот показатель составляет менее 0,1%, то для бассейнов рек, протекающих по восточной части Московской области либо охватывающих крупные города (Шуя, Иваново, Владимир), площадь городской застройки составляет более 2% территории (для бассейнов Уводи и Вори – 2,995 и 3,379% соответственно).

Таблица 1. Изменения в структуре землепользования бассейна р. Клязьма

Table 1. Changes in the structure of land use of the Klyazma River basin

№		S, км ² (2001 г.)	S, км ² (2004 г.)	S, км ² (2007 г.)	S, км ² (2011 г.)	S, км ² (2016 г.)	S, км ² (2019 г.)
1	Водно-болотные угодья	66,330	75,417	73,062	60,183	68,555	68,096
2	Территория городской застройки	522,765	523,093	528,889	534,332	553,598	563,699
3	Хвойные леса	354,978	390,593	436,624	370,310	357,981	402,862
4	Лиственные леса	203,747	261,347	404,478	274,938	692,187	522,720
5	Мозаика естественной растительности	1 156,247	1 008,127	1 136,391	1 010,969	1 331,352	1 521,383
6	Луга	4 276,754	4 465,006	3 800,950	4 292,956	3 732,852	3 121,980
7	Редколесья с покрытием 10–30%	3 742,065	3 937,507	4 087,337	3 669,016	2 344,697	2 873,676
8	Редколесья с покрытием 30–60%	10 655,606	10 388,020	10 413,623	11 462,519	11 142,986	9 951,848
9	Смешанные леса	16 348,791	16 169,720	16 332,611	15 991,861	17 790,752	18 908,848
10	Пахотные земли	5 163,324	5 321,563	5 276,592	4 823,738	4 476,078	4 555,925
	<i>Общая площадь бассейна</i>	42 491,895					
11	Залежные земли (№№ 5+7+8)	15 553,92	15 333,65	15 637,35	16 142,51	14 819,04	14 346,91

Как видно из полученных данных, площадь городской застройки в изучаемый период увеличилась на 0,1% площади всего бассейна, главным образом, за счет расширения крупных городов, таких как Владимир, Шуя, Иваново и сильно урбанизированных территорий Московской области.

Площадь лиственных лесов без примесей хвойных пород увеличилась на 1%, однако этот показатель не является объективным из-за специфики используемых методов геообработки спутниковых данных и трудностей классификации лиственных и смешанных лесов.

В связи с тем, что с начала 1990-х гг. в исследуемом регионе снижалась активность сельского хозяйства, к 2001 г. большинство заброшенных сельскохозяйственных угодий претерпели изменения в видовом составе растительности и классифицируются как мозаика естественной растительности и редколесья.

Последние классифицирующиеся как мозаика естественной растительности и редколесья с различным процентным покрытием со временем могут переходить в смежные категории из-за постепенной смены видового состава растительности (категория естественной растительности через некоторое время переходит в редколесья с площадью покрытия 10–30%, у редколесий же постепенно увеличивается процентное покрытие, а затем они переходят в категорию смешанных лесов). Так, доля смешанных лесов выросла с 38,48% в 2001 г. до 44,50% в 2019 г. именно за счет образования порослей быстрорастущих пород деревьев на залежных землях.

Также нами проанализированы индексы, указывающие на фитопродуктивность данной территории – LAI и FPAR, полученные по данным дистанционного зондирования. Показатель индекса площади листьев (LAI) для бассейна р. Клязьма соста-

вил 2,05, что является средним показателем для территорий Европейского центра России (для бассейна р. Самара в 2015 г. этот показатель составил 1,28, для р. Воронеж – 2,47) [Трифонов и др. 2020]. LAI является динамичным показателем и значительно изменяется со временем [Трифонова, Мищенко, 2013; Медведев и др., 2019; Смирнова и др., 2019]. Так, летом 2015 г. для бассейна Клязьмы он составил 2,57, а среднее его значение в период 2005–2015 г. достигло 2,76, что говорит о деградиационных процессах в растительном покрове.

Индекс FPAR в среднем для территории бассейна составил 0,18, что является медианным для речных бассейнов Европейской части России. При этом наибольшие показатели FPAR наблюдаются на наиболее залесенных территориях – в небольших по площади бассейнах Тары, Нерехты, Суворовщи и Судогды ($>0,19$).

Площадь пахотных земель сократилась на 2% за почти 20 лет, что говорит о том, что процесс деградации сельского хозяйства остановлен, причем на некоторых участках исследуемой территории наблюдаются даже процессы рекультивации – возвращения заброшенных земель в сельскохозяйственный оборот [Сурин, Шубина, 2006].

Доля залежных земель, представляющая собой сумму категорий редколесий и естественной растительности, в период с 2001 по 2011 г. изменялась незначительно, а к 2019 г. уменьшилась и составляет 33,76% от общей площади изучаемой территории.

Так, наибольшие изменения претерпела центральная и северо-западная части бассейна, наиболее хорошо приспособленные для ведения сельского хозяйства за счет плодородных почв и благоприятного режима кислотности. Здесь наиболее заметно уменьшение площадей пахотных земель и их переход в редколесья.

На юге и востоке речного бассейна, где преобладают песчаные слабоподзолистые почвы и сельское хозяйство распространено намного меньше, изменения в структуре землепользования в основном касаются увеличения площади лесов за счет зарастания редколесий.

Луговая растительность в пределах исследуемой территории за период с 2015 по 2019 гг. уменьшилась на 3,5% – с 4 276 до 3 121 км², что также связано с деградацией сельского хозяйства и значительным уменьшением выпаса скота.

В соответствии с установленной методикой показатель почвенного плодородия рассчитывается как среднее от суммы соотношений фактических значений четырех агрохимических показателей к их оптимальным значениям по всем типам почв посевных площадей сельскохозяйственных культур в субъекте Российской Федерации. Распределение площади различных типов

почв по районам исследуемой территории представлено в таблице 2.

Почвенный покров Владимирской области представлен в основном различными подтипами дерново-подзолистых почв. Кроме того, в северо-восточной части области, на территории бассейнов рек Теза и Лух, располагаются значительные площади торфяных почв. Также такие почвы, с большим количеством водно-болотных угодий, наблюдаются в Гусь-Хрустальном и Собинском районах.

Аллювиальные дерновые почвы наблюдаются во всех районах области и располагаются в поймах достаточно крупных рек. Наибольшие площади таких почв представлены в районах, по которым непосредственно протекает Клязьма – главная река бассейна.

Результаты расчета показателя почвенного плодородия для районов Владимирской области представлены на рисунке 2.

Таблица 2. Распределение типов почв по занимаемой площади в районах Владимирской области, %

Table 2. Distribution of soil types by occupied area in the Vladimir region districts, %

Площадь почв по районам	Слабоподзолистые и подзолы	Слабо- и средне-дерново-подзолистые	Сильноподзолистые и пр.	Светло-серые лесные	Серые лесные	Торфяные и пр.	Аллювиальные дерновые
Александровский	0,00	58,93	8,26	6,28	25,43	0,54	0,56
Вязниковский	0,00	72,20	0,00	0,00	0,00	13,23	14,57
Гороховецкий	0,00	71,35	0,00	0,00	0,00	17,37	11,28
Гусь-Хрустальный	0,00	73,23	10,33	0,00	0,00	16,44	0,00
Камешковский	0,00	77,92	0,00	0,00	0,00	6,67	15,41
Киржачский	0,00	88,06	0,76	0,05	0,00	1,19	9,95
Ковровский	0,00	89,42	0,00	0,00	0,00	0,00	10,58
Кольчугинский	0,00	45,18	0,00	19,31	32,92	0,00	2,59
Петушинский	2,14	44,77	31,55	1,04	0,64	6,53	13,32
Собинский	0,00	34,01	9,62	28,66	4,00	11,16	12,55
Судогодский	0,00	92,52	0,00	0,00	0,00	0,31	7,17
Суздальский	0,00	27,48	0,00	5,35	51,91	6,12	9,15
Юрьев-Польский	0,00	22,01	4,32	26,87	40,53	4,32	1,95
ОБЛАСТЬ	0,19	59,65	5,27	7,44	12,72	6,15	8,57

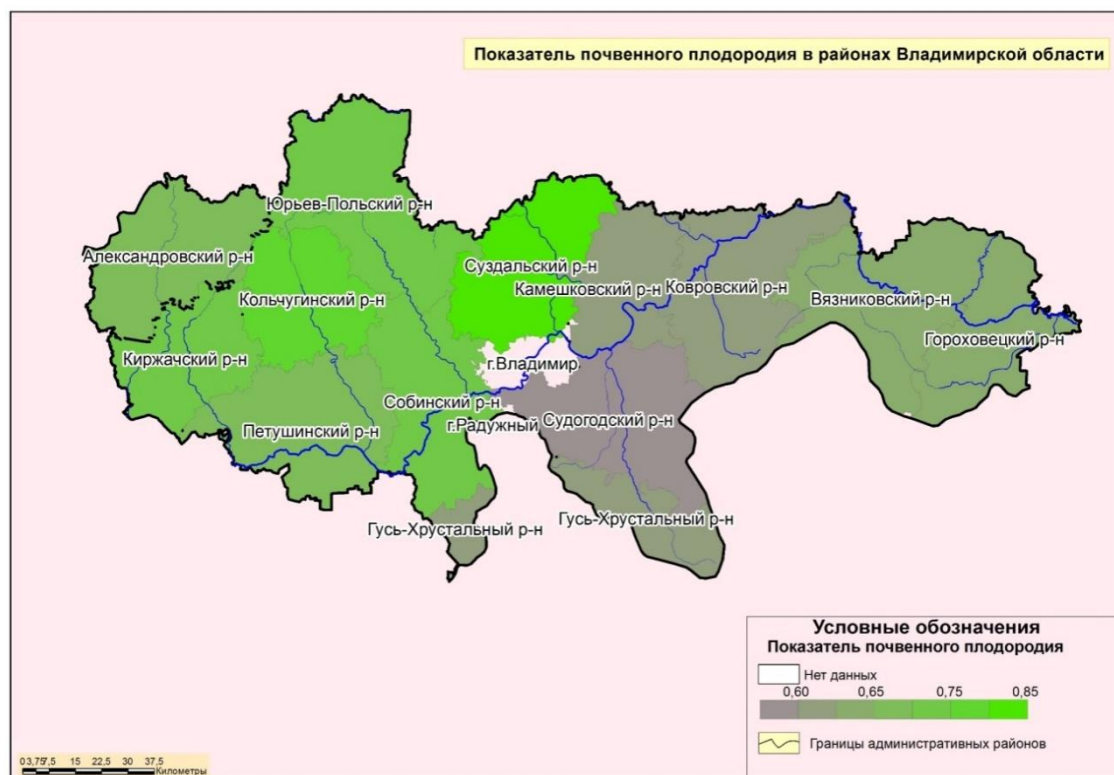


Рис. 2. Показатель почвенного плодородия в районах Владимирской области в пределах бассейна Клязьмы

Fig. 2. Soil fertility indicator in the Vladimir region districts within the Klyazma basin

Ввиду применения в работе бассейнового подхода исследуемая территория, для которой производился расчет показателя почвенного плодородия, ограничена рамками речного бассейна Клязьмы. Таким образом, южная и юго-восточная части Владимирской области, относящиеся к бассейну Оки, в расчетах не представлены и не отражена на картосхеме. Также не учтена и северо-западная часть Александровского района, относящаяся к бассейну Волги.

В результате расчетов определен показатель почвенного плодородия для Владимирской области в пределах бассейна Клязьмы – он составил 0,74, что является достаточно высоким показателем (для Ставропольского края этот показатель равняется 0,92; для Тюменской области – 0,31, для Республики Северная Осетия – Алания – 0,58) [Гумбаров, Долобешкин, 2019].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ динамики структуры землепользования в пределах речного бассейна Клязьмы позволил установить резкий рост площади лесов в исследуемом регионе в период с 2001 по 2019 гг. и падение доли пахотных земель. Незначительные изменения претерпевают процентные соотношения редколесий и участков естественной растительности.

Установлено, что наиболее активное снижение площадей сельскохозяйственных угодий происходит в центральной, северо-западной и западной частях речного бассейна с более плодородными почвами в сравнении с остальной частью бассейна.

На площадях, плохо приспособленных для ведения сельского хозяйства (заболоченные участки на перегнойно-торфяно-

глеевых почвах, лесистые территории на подзолисто-глеевых почвах), изменения в структуре землепользования за 20 лет незначительные. В центральной и северо-восточной частях бассейна (Владимирская и Ивановская области) в последние пять лет наблюдаются процессы возвращения ранее заброшенных пахотных земель в сельскохозяйственный оборот и распахивки лугов.

Наибольший показатель почвенного плодородия по Владимирской области наблюдается на территориях, для которых характерны большие площади серых лесных почв. Почвы Кольчугинского, Собинского и Юрьев-Польского районов также отличаются высоким показателем плодородия. Гусь-Хрустальный, Судогодский и Камешковский районы характеризуются относительно низким показателем плодородия, что обусловлено малыми площадями сельскохозяйственных угодий и большой долей почв, по механическому составу относящихся к песчаным.

ЛИТЕРАТУРА

- Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. 2019. Оценка исходного агрохимического индекса плодородия пашни по средневзвешенным интегральным показателям. *Новые технологии*. № 2 (48). С. 204–206.
- Комаров В.И., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Подолец А.А., Лукьянов С.Н. 2019. Содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте почв сельскохозяйственного назначения Владимирской области. *Агрохимия*. № 12. С. 75–82.
- Медведев И.Ф., Губарев Д.И., Деревягин С.С., Несветаев М.Ю., Верин А.Ю., Мищенко Н.В. 2019. Дифференциация структуры ландшафта и экологические индикаторы. *Юг России: экология, развитие*. Т. 14. № 1. С. 94–104.
- Мотузова Г.В., Карпова Е.А. 2013. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. Москва: МГУ. 304 с.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 325 от 6.07.17 «Об утверждении Методики расчета показателя почвенного плодородия в субъекте Российской Федерации».
- Смирнова Л.Г., Чендев Ю.Г., Кухарук Н.С., Нарожная А.Г., Кухарук С.А., Смирнов Г.В. 2019. Изменение почвенного покрова в связи с короткопериодическими климатическими колебаниями. *Почвоведение*. № 7. С. 773–780. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070116>.
- Сурин В.Г., Шубина М.А. 2006. Мониторинг состояния природно-техногенных комплексов по космическим снимкам. *Оптический журнал*. № 4. С. 88–92.
- Трифонов Т.А., Мищенко Н.В. 2013. Почвенно-продукционный потенциал экосистем речных бассейнов на основе наземных и дистанционных данных. Москва: ГЕОС. 271 с.
- Трифонов Т.А., Мищенко Н.В., Петросян Ж.Д. 2020. Анализ динамики почвенно-продукционного потенциала экосистем речных бассейнов по данным дистанционного зондирования. *Почвоведение*. № 2. С. 152–164.
- Bateni S.M., Entekhabi D., Margulis S., Castelli F., Kergoat L. 2014. Coupled estimation of surface heat fluxes and vegetation dynamics from remotely sensed land surface temperature and fraction of photosynthetically active radiation. *Water Resources Research*. V. 50. № 11. P. 8420–8440. <https://doi.org/10.1002/2013wr014573>.
- Dong T., Meng J., Wu B., Shang J., Liu J., Huffman T. 2015. Modified vegetation indices for estimating crop fraction of absorbed photosynthetically active radiation.

- tion. *Int. J. Remote Sens.* V. 36. № 12. P. 3097–3113. <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1042122>.
- Elham Davoodi, Hoda Ghasemieh, Okke Bate-
laan, Khodayar Abdollahi. 2017. Spatial-
temporal simulation of LAI on basis of
rainfall and growing degree days. *Remote
Sens.* V. 9. № 12. P. 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs9121207>.
- Gao Zh., Liu J., Cao M., Li K., Tao B. 2005.
Impacts of landuse and climate changes
on ecosystem productivity and carbon cy-
cle in the cropping-grazing transitional
zone in China. *Sci. China. Series D.* V. 48.
№ 10. P. 1479–1491.
- Serbin S.P., Gower S.T. 2013. Spatial and
temporal validation of the modis LAI and
FPAR products across a boreal forest wild-
fire chronosequence. *Remote Sensing of En-
vironment.* V. 133. P. 71–84. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.022>.
- Shi T.R., Ma J., Zhang Y.Y., Liu C.S. and oth-
ers. 2019. Status of lead accumulation in ag-
ricultural soils across China (1979–2016).
Environmental international. № 129.
P. 35–41.
- entiation and environmental indicators.
*Yug Rossii: ekologiya, razvitie (South of
Russia: ecology, development).* V. 14.
№ 1. P. 94–104.
- Motuzova G.V., Karpova E.A. 2013. Chemi-
cal pollution of the biosphere and its en-
vironmental consequences. Moscow:
MSU. 304 p.
- Order of the Ministry of Agriculture of the
Russian Federation № 325 of 6.07.17
“On Approval of the Methodology for
calculating the Indicator of soil fertility in
the Subject of the Russian Federation”.
- Smirnova L.G., Chendev Yu.G., Kukharuk N.S.,
Narogjnyaya A.G., Kukharuk S.A., Smir-
nov G.V. 2019. Changes in the soil cover
due to short-period climatic fluctuations.
Pochvovedenie (Soil Science). № 7.
P. 773–780. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070116>
- Surin V.G., Shubina M.A. 2006. Monitoring
of the state of natural and man-made
complexes based on satellite images.
*Optichesky zhurnal (Journal of Optical
Technology).* № 4. P. 88–92.
- Trifonova T.A., Mishchenko N.V. 2013. Soil-
production potential of river basin eco-
systems based on ground-based and re-
mote data. Moscow: GEOS. 271 p.
- Trifonova T.A., Mishchenko N.V., Petro-
syan J.D. 2020. Analysis of the dynamics
of the soil-production potential of river
basin ecosystems based on remote sens-
ing data. *Pochvovedenie (Eurasian Soil
Science).* № 2. P. 152–164.
- Bateni S.M., Entekhabi D., Margulis S.,
Castelli F., Kergoat L. 2014. Coupled es-
timation of surface heat fluxes and vege-
tation dynamics from remotely sensed
land surface temperature and fraction
of photosynthetically active radiation.
Water Resources Research. V. 50. № 11.
P. 8420–8440. <https://doi.org/10.1002/2013wr014573>.

REFERENCES

- Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. 2019.
Evaluation of the initial agrochemical in-
dex of arable land fertility by weighted
average integral indicators. *Novye tekhn-
ologii (New Technologies).* № 2 (48).
P. 204–206.
- Komarov V.I., Selivanov O.G., Martsev A.A.,
Podolets A.A., Lukyanov S.N. 2019.
The content of heavy metals in the arable
horizon of agricultural soils of the Vladi-
mir region. *Agrokimiya (Agrochemistry).*
№ 12. P. 75–82.
- Medvedev I.F., Gubarev D.I., Derevyagin S.S.,
Nesvetaev M.Yu., Verin A.Yu., Mishchen-
ko N.V. 2019. Landscape structure differ-

- Dong T., Meng J., Wu B., Shang J., Liu J., Huffman T. 2015. Modified vegetation indices for estimating crop fraction of absorbed photosynthetically active radiation. *Int. J. Remote Sens.* V. 36. № 12. P. 3097–3113. <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1042122>.
- Elham Davoodi, Hoda Ghasemieh, Okke Bate-
laan, Khodayar Abdollahi. 2017. Spatial-temporal simulation of LAI on basis of rainfall and growing degree days. *Remote Sens.* V. 9. № 12. P. 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs9121207>.
- Gao Zh., Liu J., Cao M., Li K., Tao B. 2005. Impacts of landuse and climate changes on ecosystem productivity and carbon cycle in the cropping-grazing transitional zone in China. *Sci. China. Series D.* V. 48. № 10. P. 1479–1491.
- Serbin S.P., Gower S.T. 2013. Spatial and temporal validation of the modis LAI and FPAR products across a boreal forest wildfire chronosequence. *Remote Sensing of Environment.* V. 133. P. 71–84. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.022>.
- Shi T.R., Ma J., Zhang Y.Y., Liu C.S. and others. 2019. Status of lead accumulation in agricultural soils across China (1979–2016). *Environmental international.* № 129. P. 35–41.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Курочкин Иван Николаевич – Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; 600000, Россия, г. Владимир; аспирант, эколог кафедры биологии и экологии; ivan33vl@yandex.ru. SPIN-код: 2278-0422, Author ID: 1005612.

Kurochkin Ivan Nikolaevich – Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov; 600000, Russia, Vladimir, Postgraduate, Ecologist of the Biology and Ecology Chair; ivan33vl@yandex.ru. SPIN-код: 2278-0422, Author ID: 1005612.

Чугай Наталья Валерьевна – Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; 600000, Россия, г. Владимир; кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии; chugaj-n@yandex.ru. SPIN-код: 4062-7713, Author ID: 1053114.

Chugay Natalya Valer'evna – Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov; 600000, Russia, Candidate of Biological Sciences, Docent, Assistant Professor of the Biology and Ecology Chair; chugaj-n@yandex.ru. SPIN-код: 4062-7713, Author ID: 1053114.

Кулагина Екатерина Юрьевна – Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; 600000, Россия, г. Владимир; кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии. kylaginaek@mail.ru. SPIN-код: 9421-2480, Author ID: 880663.

Kulagina Ekaterina Yur'evna – Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov; 600000, Russia, Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of the Biology and Ecology Chair; kylaginaek@mail.ru. SPIN-код: 9421-2480, Author ID: 880663.

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

05.11.00 – приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы:

- 05.11.01 – Приборы и методы измерений (по видам измерений) (технические науки);
- 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий (технические науки);
- 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям) (физико-математические науки).

05.18.00 – технология продовольственных продуктов:

- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки);
- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ (технические науки);
- 05.18.17 – Промышленное рыболовство (технические науки).

03.02.00 – общая биология:

- 03.02.08 – Экология (биологические науки);
- 03.02.04 – Зоология (биологические науки);
- 03.02.10 – Гидробиология (биологические науки);
- 03.02.14 – Биологические ресурсы (биологические науки).

В рамках общих направлений предпочтение отдается следующим профилям:

- научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;
- аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю журнала

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна соответствовать указанным выше направлениям, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике. Материалы исследований, присланные в журнал, не должны содержать заимствований из работ, принадлежащих другим ученым. Ссылки на исследования других специалистов даются в порядке, определенном традициями научного сообщества.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале. Журнал публикует статьи на русском и английском языках.

Направление рукописей

Рукописи статей в электронном виде направляются в редакцию журнала по адресу: vestnik@kamchatgtu.ru. Название файла должно содержать фамилию автора статьи.

К рукописи статьи в электронном виде (скан-копии) должны быть приложены:

- анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией (Приложение 1);
- согласие автора о передаче права на публикацию рукописи и распространение в российских и международных электронных базах данных (Приложение 2);
- акт экспертизы / экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации;
- разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации (для внешних авторов).

Рецензирование рукописей

Статьи, присланные в журнал, проходят предварительное (общий допуск) и профильное (официальная рецензия) рецензирование. Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам.

Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

Копии рецензий представляются в Министерство науки и образования РФ при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса.

Опубликование рукописей

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Преимущественное право на публикацию имеют сотрудники КамчатГТУ, аспиранты, завершающие обучение в аспирантуре, и лица, выходящие на защиту диссертации в ближайшее время.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Печатная версия журнала высылается по всем обязательным адресам рассылки.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

Приложение 1

Анкета-заявка

Полные Ф. И. О.	На русском и английском языках
Название статьи	На русском и английском языках
Ученая степень	На русском и английском языках
Ученое звание	На русском и английском языках
Должность (с указанием структурного подразделения)	На русском и английском языках
Место работы	На русском и английском языках
Адрес места работы (обязательно указать индекс)	На русском и английском языках
Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.)	На русском и английском языках
Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)	
Адрес электронной почты (e-mail)	

Согласие автора
о передаче права на публикацию рукописи в научном журнале
«Вестник Камчатского государственного технического университета»
и распространение в российских и международных электронных базах данных

Я, нижеподписавшийся, _____

(Ф., И., О. автора)

автор рукописи _____

(название рукописи)

передаю на безвозмездной основе редакции научного журнала **«Вестник Камчатского государственного технического университета»** неисключительное право на опубликование этой рукописи статьи (далее – Произведение) в печатной и электронной версиях научного журнала **«Вестник Камчатского государственного технического университета»**, а также на распространение Произведения путем размещения его электронной копии в базе данных «Научная электронная библиотека» («НЭБ»), представленной в виде информационного ресурса сети Интернет elibrary.ru. Территория, на которой допускается использование вышеуказанных прав на Произведение, не ограничена.

Я подтверждаю, что указанное Произведение нигде ранее не было опубликовано.

Я подтверждаю, что данная публикация не нарушает авторские права других лиц или организаций.

С правилами представления статей в редакцию научного журнала **«Вестник Камчатского государственного технического университета»** согласен / согласна.

наименование организации	должность	дата	подпись	расшифровка подписи
-----------------------------	-----------	------	---------	------------------------

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Объем

Объем содержательной части рукописи статьи (введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение) – не менее 5 страниц (без учёта таблиц, рисунков и списка литературы) для оригинальных статей и не более 24 страниц – для статей-ревизий.

Рекомендуемая структура

Статья должна быть структурирована и включать следующие разделы: введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, литература.

Правила набора

Текстовый редактор – Microsoft Word, шрифт – Times New Roman; размер шрифта: основной – 11,5, вспомогательный – 10,5; абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал (множитель) – 1,2. Поля: верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, правое – 20 мм, левое – 20 мм.

Начало статьи

Через один междустрочный интервал последовательно приводятся следующие сведения:

– индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11,5);

на русском языке указываются:

– название статьи прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, с выравниванием по центру (шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– фамилии и инициалы авторов последовательно с выравниванием по левому краю без абзацного отступа (шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– название организации, в которой работают авторы, адрес организации (с выравниванием по ширине полосы без абзацного отступа, шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– текст краткой аннотации (не менее 75 и не более 120 слов), выровненный по ширине полосы без абзацного отступа (шрифт 10,5; междустрочный интервал – 1); аннотация должна содержать краткое изложение проблемы, указание на технологию или методы исследования, результаты исследования с акцентом на их новизну;

– ключевые слова (не более 10 слов), выровненные по ширине полосы без абзацного отступа (шрифт 10,5; междустрочный интервал – 1);

далее на английском языке через один междустрочный интервал указываются:

– название статьи прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, с выравниванием по центру (шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– фамилии и инициалы авторов последовательно с выравниванием по левому краю без абзацного отступа (шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– название организации, в которой работают авторы, адрес организации (с выравниванием по ширине полосы без абзацного отступа, шрифт 11,5; междустрочный интервал – 1);

– текст краткой аннотации, выровненный по ширине полосы без абзацного отступа (шрифт 10,5; междустрочный интервал – 1);

– ключевые слова (не более 10 слов), выровненные по ширине полосы без абзацного отступа (шрифт 10,5; междустрочный интервал – 1).

Образец оформления начала статьи

УДК

ДЕСТРУКЦИЯ ТКАНЕЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SACCHARINA BONGARDIANA* В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БИОГЕЛЯ

Иванов А.А.¹, Петрова А.А.²

¹ Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35.

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва, ул. Красносельская, 17.

Saccharina bongardiana – один из самых массовых видов ламинариевых водорослей камчатского шельфа, характеризующийся широкой экологической пластичностью и морфологической изменчивостью. В работе описаны отличия его морфогенеза и биологии развития от таковых у других камчатских представителей рода *Saccharina* и близкого к нему рода *Laminaria*, рассмотрены особенности внутреннего строения, позволяющие данному виду осваивать литоральную зону шельфа, противостоять воздействию неблагоприятных факторов. Описан разработанный авторами метод контроля процесса деструкции тканей, происходящий под воздействием термощелочной обработки в процессе получения биогеля из этого вида водорослей.

Ключевые слова: *Saccharina bongardiana*, биология развития, морфогенез, водорослевый биогель, термощелочная обработка, деструкция ткани.

TISSUE DESTRUCTION IN THE BROWN ALGA, *SACCHARINA BONGARDIANA*, DURING THE PROCESS OF THERMAL-ALKALIN TREATMENT WHEN PRODUCING BIOGEL

Ivanov A.A.¹, Petrova A.A.²

¹ Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya Str. 35.

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Krasnoselskaya Str. 17.

Saccharina bongardiana is one of the most widespread kelp species in Kamchatka, which is characterized by a broad ecological plasticity and morphological variability. We describe differences in its morphogenesis and developmental biology from the other *Saccharina* and *Laminaria* species from Kamchatka, and features of its internal structure that allow this species to develop in the tidal zone and withstand the effects of adverse environmental factors. The method developed by the authors to control the process of *S. bongardiana* tissue destruction occurring in the process of thermo-alkaline treatment when producing biogel from this alga is described.

Key words: *Saccharina bongardiana*, developmental biology, morphogenesis, algal biogel, thermo-alkaline treatment, tissue destruction.

Текст статьи

Основной размер шрифта текста статьи – 11,5; междустрочный интервал (множитель) – 1,2; абзацный отступ – 0,7 см.

Структурные элементы статьи (**введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, литература**) должны быть приведены прописными (заглавными) полужирными буквами с выравниванием по центру.

Ссылки на литературу в тексте должны быть приведены в квадратных скобках с указанием фамилии автора (-ов) и через запятую – года выпуска научного издания (в порядке возрастания года издания; например, [Иванов, 1974; Петров, 1995; Абрамов, 2010]).

Ссылки на рисунки и таблицы должны быть приведены в тексте, при этом сами рисунки и таблицы – в конце статьи (после литературы и информации об авторах) с обязательным переводом названий таблиц и подрисуночных подписей на английский язык.

Все рисунки, кроме единственного, нумеруются. Рисунки должны быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются шрифтом 10,5 размера, междустрочный интервал – 1 с выравниванием по ширине полосы без абзацного отступа (выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования). **Дополнительно к комплекту документов должны быть приложены файлы рисунков в формате jpg с разрешением не менее 300 dpi.**

Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Номер таблицы и подпись к нему печатаются 10,5 шрифтом, междустрочный интервал – 1 с выравниванием по ширине полосы без абзацного отступа.

Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы, на которые есть ссылки в тексте, нумеруются, и ссылки на них приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается по правому краю.

Образец оформления текста статьи

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известно, что бурые, главным образом ламинариевые водоросли являются источником получения веществ [Ковалева, 2000; Липатов, 2004; Разумов и др., 2004; Талабаева, 2006; Конева, 2009; Вафина, 2010].

.....

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

.....

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Внутреннее строение *S. bongardiana* подвержено (рис. 1).

.....

Описанная выше последовательность мацерации тканей *S. bongardiana* показана на рисунке 2.

Представленная таблица показывает стадии процесса деструкции

.....

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показывает, что

Образец оформления формул

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (1)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \text{ min}) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \text{ max}), \\ K1(y_j \text{ min}) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \text{ max}). \end{aligned} \quad (2)$$

При построении семейства характеристик $K1_j = f(K2_j)$ учет неравенств (9) приведет к ограничению изобарных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям $y_j^H(x)$.

Оформление литературы

Список литературы приводится последовательно на русском и английском языках и оформляется по алфавиту *строго в соответствии с образцом, представленным ниже, с выступом 0,7 см без нумерации.*

Образец оформления литературы

ЛИТЕРАТУРА

- Алфимов Н.Н., Петров Ю.Е. 1972. О биологических и биохимических особенностях некоторых ламинариевых и фукусовых водорослей (Phaeophyta) острова Беринга (Командорские острова). *Ботанический журнал*. Т. 57. № 6. С. 697–700.
- Аминина Н.М., Ключкова Н.Г. 2002. Перспективы развития производства по переработке водорослей на побережье Камчатки. *Рыболовство России*. № 1. С. 54–56.
- Богданов В.Д., Сафронова Т.М. 1993. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО. 172 с.
- Вафина Л.Х. 2010. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (Phaeophyta) при получении функциональных пищевых продуктов. *Диссертация ... канд. техн. наук*. М. 280 с.
- Вишневская Т.Н., Саяпина Т.А., Аминина Н.М. 1999. Химический состав и перспективы использования экстрактов из бурых водорослей. *Тезисы докладов Российской научной конференции «Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок»*. Владивосток. С. 10–12.
- Вялков А.Н., Козлов В.К., Бобровницкий А.И., Михайлов В.И., Подкорытова А.В., Оди-нец А.Г., Супрун С.В., Тулупов А.М. 2008. Морские водоросли в восстановительной медицине, комплексной терапии заболеваний с нарушением метаболизма. М.: МДВ. 156 с.
- Зацепина А.Н., Бессонова А.Д. 2016. Обоснование технологии получения продуктов из бурых водорослей. *Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование»*. С. 115–119.
- Иванюшина Е.А., Жигадлова Г.Г. 1994. Биология ламинарии *Laminaria bongardiana* на литорали острова Беринга (Командорские острова). *Биология моря*. Т. 20. № 5. С. 374–380.
- Огородников В.С. 2007. Водоросли-макрофиты Северных Курильских островов. *Автореферат диссертации ... канд. биол. наук*. Петропавловск-Камчатский. 25 с.
- Патент № 2041656 РФ. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей. *Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии* (Подкорытова А.В., Ковалева Е.А., Аминина Н.М.).
- Пьянкова А.С. 2012. Получение и использование полисахаридов бурых водорослей. *Вестник Камчатского государственного технического университета*. № 20. С. 62–66.

REFERENCES

- Alfimov N.N., Petrov Yu.E. 1972. On the biological and biochemical characteristics of some kelp and fuclean algae (Phaeophyta) of Bering Island (Commander Islands). *Botanicheskiy zhurnal (Botanical journal)*. Vol. 57. № 6. P. 697–700.
- Aminina N.M., Klochkova N.G. 2002. Prospects for the development of algae processing on the coast of Kamchatka. *Rybolovstvo Rossii (Russian fishery)*. № 1. P. 54–56.

- Bogdanov V.D., Safronova T.M. 1993. Structuring agents and fish compositions. Moscow: VNIRO-press. 172 p.
- Vafina L.H. 2010. Justification of the integrated technology for processing of the brown algae (Phaeophyta) in obtaining functional food products. *Candidacy dissertation for technical sciences*. Moscow. 280 p.
- Vishnevskaya T.N., Sayapina T.A., Aminina N.M. 1999. Chemical composition and prospects of using extracts from the brown algae. *Proceedings of Russian scientific conference "New biomedical technologies using biologically active additives"*. Vladivostok. P. 10–12.
- Vyalkov A.N., Kozlov V.K., Bobrovnikskiy A.I., Mihaylov V.I., Podkoryitova A.B., Odinets A.G., Suprun C.B., Tulupov A.M. 2008. Seaweed in rehabilitation medicine, complex therapy of metabolic diseases. Moscow: MDV. 156 p.
- Zatsepina A.N., Bessonova A.D. 2016. Justification of technology for obtaining products from brown algae. *Proceedings of National (All-Russian) scientific and practical conference "Natural resources, their present condition, protection, industrial and technical use"*. P. 115–119.
- Ivanyushina E.A., Zhigadlova G.G. 1994. Biology of the kelp species *Laminaria bongardiana* from the tidal zone of Bering Island (Commander Islands). *Biologiya morya (Marine biology)*. Vol. 20. № 5. P. 374–380.
- Ogorodnikov B.C. 2007. Algae-macrophytes from the Northern Kuril Islands. *Abstract of the candidacy dissertation for biological sciences*. Petropavlovsk-Kamchatsky. 25 p.
- Patent № 2041656 RF. Method of obtaining a food semi-finished product from the laminariacean algae. *Pacific Fisheries and Oceanography Research Institute* (Podkoryitova A.V., Kovaleva E.A., Aminina N.M.).
- Pyancova A.S. 2012. Production and utilization of brown algae polysaccharides. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Bulletin of Kamchatka State Technical University)*. № 20. P. 62–66.

Информация об авторах

Информация обо всех авторах размещается в конце статьи (после литературы) и приводится последовательно на русском и английском языках по схеме: фамилия, имя, отчество автора; название организации, индекс, страна, город; степень, звание, должность; электронный адрес (шрифт – 10,5; междустрочный интервал – 1; абзацный отступ – 0,7 см), идентификационные номера авторов в базах данных научного цитирования. **Дополнительно к комплекту документов должны быть приложены файлы-скриншоты с личного кабинета автора на сайте e-library с указанием SPIN-кода (для его подтверждения), а также при наличии – файлы-скриншоты ID-автора с сайта международной базы научного цитирования Scopus.**

Образец оформления информации об авторах

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Клочкова Татьяна Андреевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук, проректор по научной работе и международной деятельности, профессор кафедры «Экология и природопользование»; tatyana_algae@mail.ru. SPIN-код: 7534-7736, Author ID: 664379; Scopus ID: 12792241800.

Klochkova Tatyana Andreevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences; Vice-rector for Scientific Work and International Communications, Professor of Ecology and nature management chair; tatyana_algae@mail.ru. SPIN-код: 7534-7736, Author ID: 664379; Scopus ID: 12792241800.

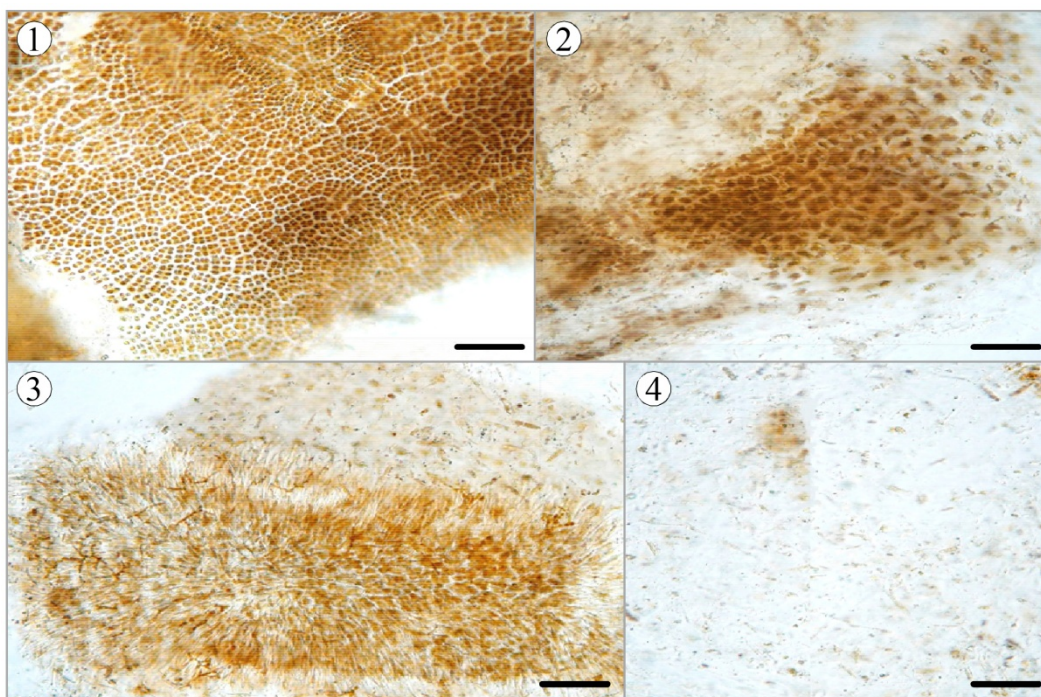


Рис. 1. Последовательность мацерации тканей *Saccharina bongardiana*: 1 – разделение дорсальной и вентральной половин слоевища и разрыхление корового слоя; 2 – разрыхление и дезинтеграция клеток меристодермы и медуллярной ткани; 3 – фрагмент соруса спорангиев с дезинтегрированными зооспорангиями и парафизами; 4 – мазок водорослевого биогеля в конце варки. Видны разрушенные нити сердцевины, отдельные парафизы и зооспорангии, небольшие скопления клеток меристодермы. Масштаб: 100 мкм (1, 3, 4), 50 мкм (2)

Fig. 1. The sequence of *Saccharina bongardiana* tissue maceration process: 1 – separation of the dorsal and ventral halves of the thallus and loosening of the cortical layer; 2 – loosening and disintegration of the meristoderm cells and medullar tissue; 3 – fragment of sporangial sori with disintegrated zoosporangia and paraphyses; 4 – smear of the algal biogel at the end of preparation. Broken filaments of the medullar tissue, individual paraphyses and zoosporangia, small clusters of meristoderm cells are visible. Scale: 100 μm (1, 3, 4), 50 μm (2)

Таблица. Мацерация дробленой *Saccharina bongardiana* в процессе ее термощелочной обработки

Table. Maceration of shredded *Saccharina bongardiana* thalli during thermo-alkaline treatment

Этап варки	Время варки (минут)	Средние размеры частиц (мм)	Характеристика изменений
1	10	4,01	Частицы плотные, целостные, без разделения на дорсальную и вентральную части
2	20	3,82	Частицы с начавшимся разделением на дорсальную и вентральную части. Наблюдается дробление крупных частиц
3	25	3,05	Продолжающийся процесс разрушения крупных частиц и расслоения пластины
4	30	2,6	Полное расслоение пластины, дезинтеграция клеток подкормки и сердцевины, дробление пластинок из коровой ткани и меристодермы
5	40	1,98	Продолжающаяся фрагментация частиц водорослей, разрыхление частиц, увеличение вязкости биогеля
6	50	0,83	Сильное набухание оставшихся частиц водорослей, почти полное разрушение оболочек клеток подкормки и меристодермы, увеличение вязкости биогеля

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

Издание зарегистрировано в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций по Камчатскому краю
Регистрационный номер ПИ № ТУ41-00321 от 01 декабря 2020 года

Главный редактор Т.А. Ключкова

Редактор О.В. Ольхина
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Адрес редакции, издателя, типографии:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
Тел. (4152) 300-953. Факс (4152) 42-05-01
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru
www.kamchatgtu.ru

Дата выхода в свет 30.06.2021 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 10,37. Уч.-изд. л. 10,97. Усл. печ. л. 13,25
Тираж 500 экз. Заказ № 7

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет»