

ISSN 2500-1701
ISSN 2542-0070 (online)

2017. Том 12, № 1

2017. Vol. 12, No. 1

Учёные записки

Забайкальского государственного университета

Серия «Биологические науки»

Scholarly Notes Of Transbaikal State University

Series Biological Sciences

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный
университет»

672039, Россия, Забайкальский край,
г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30

АДРЕС РЕДАКЦИИ

672007, Россия, Забайкальский край,
г. Чита, ул. Бабушкина, 129
Тел.: 8(3022)35-24-79
Факс: 8(3022)41-64-66

FOUNDER

Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Education
"Transbaikal State
University"

30 Aleksandro-Zavodskaya st., Transbaikal
Territory, 672039, Russia

EDITORIAL OFFICE ADDRESS

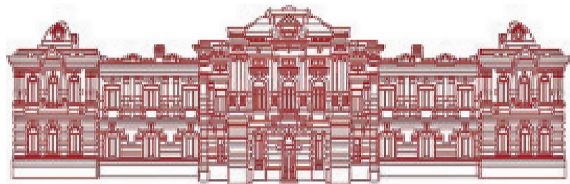
129 Babushkina st., Chita,
Transbaikal Territory, 672007, Russia
Telephone number: 8(3022)35-24-79
Fax: 8(3022)41-64-66

E-mail: zab-nauka@mail.ru

<http://www.uchzap.com>

Учёные записки

Забайкальского
государственного
университета



Серия
«Биологические науки»

Научный журнал
Основан в 1957 г.
Выходит шесть раз в год

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

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-54257 от 24.05.2013

Журнал входит
в Перечень ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание учёных степеней
доктора и кандидата наук: *социологические,*
педагогические, биологические науки

Редакция журнала руководствуется положением
Гражданского кодекса РФ по авторскому праву,
международными стандартами редакционной
этики

Подписной индекс журнала
в «Пресса России» **42408**

Размещение и индексация журнала:
Научная электронная библиотека (РИНЦ),
CrossRef, Ulrich's Periodicals Directory,
Open Academic Journals Index,
IPRbooks, ERICH PLUS, Index Copernicus, ИВИС,
Citefactor, ВИНТИ РАН, Университетская
библиотека онлайн, КиберЛенинка

Журнал представляет собой сборник оригинальных и обзорных научных статей по ботанике, зоологии, экологии, физиологии человека и животных, фундаментальной медицине, палеобиологии.

Материалы журнала будут интересны широкой научной общественности, преподавателям вузов, аспирантам, студентам, деятелям культуры и образования.

Scholarly Notes of Transbaikal State University

Series
Biological Sciences

Uchenye Zapiski
Zabaikal'skogo
Gosudarstvennogo Universiteta
Seriya
Biologicheskie Nauki

Scientific Journal
Founded in 1957 г.
Published six times per year

The journal is registered
by the Federal Supervision Service in the Field
of Communications, Information Technology
and Mass Communications (Roskomnadzor)

Registration certificate
ПИ № ФС77-54257 от 24.05.2013

The journal
is in the List of the leading refereed
scientific journals
and editions which publish the main results
of dissertations for academic degrees
of doctors and candidates of sciences: *sociological,*
pedagogical, biological sciences

The editorial board is guided by provisions
of the Civil Code of the Russian Federation
on Copyright, international editorial
ethics standards

Subscription index of the journal
in "Press of Russia" **42408**

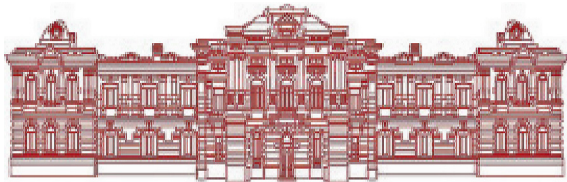
Journal indexing:
Russian Science Citation Index (RSCI),
CrossRef, Ulrich's Periodicals Directory,
Open Academic Journals Index,
IPRbooks, ERIH PLUS, Index Copernicus, IVIS,
Citefactor, VINITI RAS, University library online,
CyberLeninka

The journal is a collection of original and review scientific papers on botany, zoology, ecology, human and animal physiology, basic medicine and paleobiology.

Materials will be interesting to the wide scientific community, university professors, postgraduate students, students, workers in culture and education.

Учёные записки

Забайкальского
государственного
университета



Серия
«Биологические науки»

Scholarly Notes of Transbaikal State University

Series
Biological Sciences

Uchenye Zapiski
Zabaikal'skogo
Gosudarstvennogo Universiteta
Seriya
Biologicheskie Nauki

Редакционная коллегия

Выпускающий редактор:

О. А. Попова, доктор биологических наук,
профессор (Чита, Россия)

Члены редколлегии:

Е. В. Альфонсова, кандидат медицинских наук,
доцент (Чита, Россия);

Т. И. Заборцева, доктор географических наук,
доцент (Иркутск, Россия);

Г. К. Зверева, доктор биологических наук,
профессор (Новосибирск, Россия);

С. М. Сеница, доктор геолого-минералогических
наук, доцент (Чита, Россия);

А. Б. Птицын, доктор геолого-минералогических
наук, профессор (Чита, Россия);

Т. Е. Ткачук, кандидат биологических наук, доцент
(Чита, Россия);

Д. Ю. Цыренова, доктор биологических наук, до-
цент (Хабаровск, Россия);

И. Ф. Кривенкова, кандидат биологических наук,
доцент (Чита, Россия)

Главный редактор:

И. В. Ерофеева, доктор филологических наук,
доцент

Ответственный секретарь:

Е. В. Седина, канд. культурологии

Редактор Е. В. Голованова,
редактор перевода В. М. Ерёмина,
вёрстка Г. А. Зенковой,
дизайн обложки М. Р. Коптеловой.

Подписано в печать 15.03.2017. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная Гарнитура «Arial».
Способ печати оперативный.
Усл. печ. л. 22,4. Уч.-изд. л. 17,4.
Заказ № 17030. Тираж 1000 экз.

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный
университет»
672039, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30

© Забайкальский государственный
университет, 2017

Editorial Board

Main Handling Editors:

O. A. Popova, Doctor of Biology, Professor
(Chita, Russia)

Editorial board members:

E. V. Alfonsova, Candidate of Medicine, Associate
Professor (Chita, Russia);

T. I. Zabortseva, Doctor of Geography, Associate
Professor (Irkutsk, Russia);

G. K. Zvereva, Doctor of Biology, Professor
(Novosibirsk, Russia);

S. M. Sinitsa, Doctor of Geology and Mineralogy,
Associate Professor (Chita, Russia);

A. B. Ptitsyn, Doctor of Geological and Mineralogical
Sciences, Professor (Chita, Russia);

T. E. Tkachuk, Candidate of Biology, Associate
Professor (Chita, Russia);

D. Yu. Tsyrenova, Doctor of Biology, Associate
Professor (Khabarovsk, Russia);

I. F. Krivenkova, Candidate of Biology, Associate
Professor (Chita, Russia)

Editor-in-chief:

I. V. Erofeeva, Doctor of Philology,
Associate Professor

Executive Secretary:

E. V. Sedina, Candidate of Culturology

Corrector E. V. Golovanova,
Editor of the English Translation V. M. Eremina,
Make-up G. A. Zenkova,
Cover design M. R. Koptelova.

Signed to print 15.03.2017. Format 60 × 84 1/8.
Offset paper. Headset «Arial».
Operative printing.
Conv. quires 22.4. Ed.-print quires 17.4.
Order № 17030. Circulation 1000 copies.

FSBEI HE "Transbaikal State
University"
672039, Russia, Chita, 30 Aleksandro-Zavodskaya st.

© Transbaikal State University, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

Горлачева Е. П., Афонин А. В. Серебряный карась <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782) как индикатор состояния экосистемы озера Кенон	6
Дулин А. Ф., Цыренова Д. Ю. Исследование фенологии и семенной продуктивности лотоса Комарова <i>Nelumbo komarovii</i> Grossh. в популяции вида вблизи Хабаровска (Дальний Восток, Россия).....	13
Копылова Л. В. Накопление тяжёлых металлов <i>Caragana arborescens</i> Lam. в условиях антропогенного воздействия (Забайкальский край)	20
Лескова О. А., Лесков А. П. Содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих грибах Забайкальского края	26
Самойленко Г. Ю., Бондаревич Е. А., Коцюржинская Н. Н. Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом	31
Седельникова Л. Л. Крокус алатавский <i>Crocus alatavicus</i> (<i>Iridaceae</i>) в природных условиях Казахстана	40
Седельникова Л. Л., Чанкина О. В. Изменчивость коэффициента биологического поглощения тяжёлых металлов вегетативными органами <i>Hemerocallis hybrida</i>	45
Ташлыкова Н. А. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика летнего фитопланктона Торейских озёр	52

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Синица С. М., Вильмова Е. С., Бердников Н. Л. Фациальные ассоциации местонахождения юрских оперенных растительоядных динозавров Кулинда (Оловская впадина, Забайкалье)	60
---	----

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ И ФАУНИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

Попова О. А., Гилева М. В. Находка <i>Viola alexandrowiana</i> (W. Beck.) Juz. (<i>Violaceae</i>) в Забайкальском крае	68
---	----

БОТАНИКА

Зверева Г. К. Структура ассимиляционной паренхимы в чешуях цветка фестукоидных злаков (<i>Poaceae</i>)	72
Никифорова О. Д. Морфологические особенности однолетних видов родов <i>Strophostoma</i> и <i>Trigonosagum</i> (триба <i>Myosotideae</i> , <i>Boraginaceae</i>)	80
Пробатова Н. С., Баркалов В. Ю., Агафонов А. В. Числа хромосом некоторых видов злаков (<i>Poaceae</i>) флоры России	88
Селедец В. П., Пробатова Н. С. Сравнительная характеристика экологических ареалов у индигенных и адвентивных видов злаков (<i>Poaceae</i>) на Дальнем Востоке России	96
Снежевская Е. С. Изменчивость морфологических признаков шишек и семян у <i>Pinus sylvestris</i> L. (<i>Pinaceae</i>)	107
Старченко В. М., Тимченко Н. А., Бобенко В. Ф. О натурализации <i>Hippophaë rhamnoides</i> L. в окрестностях г. Благовещенск (Амурская область)	114

ЗООЛОГИЯ

Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Зоопланктон малых пойменных озёр бассейна реки Иля	121
Горлачев В. П., Горлачева Е. П. Инвазии рыб Верхнеамурского бассейна	129
Матафонов П. В., Андриевская Е. А. Результаты первых исследований зообентоса озера Шебеты (Забайкалье)	142

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Бобкова С. Н., Исакова Ж. Т., Зверева М. В. Мониторинг гармоничности физического развития студентов-спортсменов и его значение	148
Кохан С. Т., Патеюк А. В. Влияние водного экстракта лиственницы сибирской на процессы перекисного окисления липидов при стрессе в эксперименте	154

ХИМИЯ

Тютрина С. В., Кузнецова Н. С., Амелина Н. Ю. Использование физико-химических воздействий на природные водные объекты, содержащие коллоидные формы кремниевых кислот	160
---	-----

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Птицын А. Б. Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук: вчера и сегодня	166
Вадим Валентинович Альфонсов: памяти учёного	175
Палеонтологический музей в Забайкалье: невосстанавливаемые чудеса природы (интервью с С. М. Синицей)	180

CONTENTS

ECOLOGY

Gorlacheva Ye. P., Afonin A. V. Silver Crucian Carp <i>Carassius Auratus Gibelio</i> (Bloch, 1782) as an Indicator of Ecosystem Health in Lake Kenon	7
Dulin A. F., Tsyrenova D. Yu. Study on Phenology and Seed Production of <i>Nelumbo komarovii</i> Grossh. in the Population of the Species near Khabarovsk (Far East, Russia)	14
Kopylova L. V. Accumulation of Heavy Metals <i>Caragana arborescens</i> Lam. in the Conditions of Anthropogenic Influence (Zabaikalsky Krai)	20
Leskova O. A., Leskov A. P. Macro- and Microelements Contents in Some Types of Wild Mushrooms (Zabaikalsky Krai)	27
Samoylenko G. Yu., Bondarevich E. A. Studying the Quantitative Indices of Heavy Metals in Soils and Wild-Growing Plants by an Inversion-Voltamperometric Method	32
Sedel'nikova L. L. <i>Crocus alatavicus</i> (Iridaceae) in Natural Conditions of Kazakhstan	40
Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. Variability in the Coefficient of Biological Absorption of Heavy Metals in <i>Hemerocallis hybrida</i> Vegetative Organs	46
Tashlykova N. A. Taxonomical Structure and Ecological-Geographical Diversity of Summer Phytoplankton of the Torey Lakes	52

PALEOBIOLOGY

Sinitsa S. M., Vil'mova E.S., Berdnikov N. L. Facies Associations of Locality of Jurassic Feathered Kulinda Dinosaurs (Olov Depression, Transbaikalia)	61
---	----

FLORISTIC AND FAUNISTIC FINDINGS

Popova O. A., Gileva M. V. Finding of <i>Viola alexandrowiana</i> (W. Beck.) Juz. (<i>Violaceae</i>) in Zabaikalsky Krai	69
---	----

BOTANY

Zvereva G. K. Structure of the Assimilative Parenchyma in Flower Glumes of Festucoid Grasses (<i>Poaceae</i>)	72
Nikiforova O. D. Morphological Features of Annuals in the Genera <i>Strophostoma</i> and <i>Trigonocaryum</i> (Tribe <i>Myosotideae</i> , <i>Boraginaceae</i>)	80
Probatova N. S., Barkalov V. Yu., Agafonov A. V. Chromosome Numbers in Some <i>Poaceae</i> Species from Russia	89
Seledets V. P., Probatova N. S. Comparative Study of Ecological Ranges of Indigenous and Alien <i>Poaceae</i> Species in the Russian Far East	97
Snezhevskaya E. S. Variability of Morphological Characteristics in <i>Pinus sylvestris</i> L. (<i>Pinaceae</i>) Cones and Seeds	107
Starchenko V. M., Timchenko N. A., Bobenko V. F. About Naturalization of <i>Hippophaë rhamnoides</i> L. in the Surroundings of Blagoveshchensk (Amur Oblast)	115

ZOOLOGY

Afonina E. Yu., Itgilova M. Ts. Zooplankton in Small Floodplain Lakes of the Ilya River Basin	122
Gorlachev V. P., Gorlacheva Ye. P. Fish Invasion in the Upper Amur Basin	130
Matafonov P. V., Andrievskaya E. A. The Results of the First Researches of Zoobenthos in Lake Shchebety (Transbaikalia)	143

HUMAN PHYSIOLOGY

Bobkova S. N., Iskakova Z. T., Zvereva M. V. Monitoring of the Physical Development Harmony of Student-Athletes and its Importance	149
Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Influence of Siberian Larch Water Extract on Processes of Peroxide Oxidation of Lipids under Stress in an Experiment	155

CHEMISTRY

Tyutrina S. V., Kuznetsova N. S., Amelina N. Yu. Use of Physical and Chemical Impacts on Natural Water Bodies Containing Colloidal Forms of Silicic Acid	161
---	-----

SCIENTIFIC LIFE

Ptitsyn A. B. Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: Yesterday and Today	166
Vadim Valentinovich Al'fonsov: in Memory of the Scientist	175
Paleontological Museum in Transbaikalia: Nonrenewable Miracles of Nature (an Interview with S. M. Sinits)	180

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

УДК 597.5. 591

Евгения Павловна Горлачева¹,
научный сотрудник,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: gorl_ iht@mail.ru

Алексей Владимирович Афонин²,
ведущий инженер,
Институт природных ресурсов экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: AlexAAV@yandex.ru

Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) как индикатор состояния экосистемы озера Кенон³

Оценка экологического состояния водоёмов, расположенных вблизи городов, относится к одной из важных задач мониторинга. Одним из объектов являются рыбы, которые могут быстро реагировать на антропогенное загрязнение среды обитания. В озере Кенон обитают 12 видов рыб. Наибольший интерес вызывает карась серебряный *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), ведущий придонный образ жизни, который одним из первых среди рыб реагирует на изменения, происходящие в экосистеме озера Кенон. Кроме того, серебряный карась обитает как в самом озере, так и в сопутствующих ему водоёмах. Рыбы могут быстро реагировать на антропогенное загрязнение среды обитания. Серебряный карась, являясь одним из многочисленных видов, обитающих в озере Кенон, может служить тест-объектом для оценки состояния экосистемы озера. Многолетний период изучения ихтиофауны позволил выявить различные изменения морфологических показателей, которые, скорее всего, обусловлены сменой экологических условий, сложившихся под влиянием антропогенных факторов, дополнительного сброса тепла, изменения гидрологического и гидрохимического режима. В работе приведены материалы по исследованию аномалий в строении внешних и внутренних органов карася серебряного некоторых водных объектов бассейна озера Кенон. Содержится список зарегистрированных аномалий, из которых более часто отмечались аномалии в развитии плавников, хвостового стебля, гонад, чешуи. Изменения экологической обстановки в водоёме накладывают отпечаток на изменение линейно-веса роста у популяции карася серебряного. Приводятся сравнительные материалы по росту карася серебряного в водоёмах с разной степенью антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: озеро Кенон, подпорный пруд, карась серебряный, морфологические аномалии, плавники, чешуя

¹ Е. П. Горлачева – основной автор: обработка, анализ и обобщение полученных данных.

² А. В. Афонин – сбор полевого материала и обобщение данных.

³ Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX. 137.1.1.

Yevgeniya P. Gorlacheva¹,

Researcher,

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),

e-mail: gorl_ iht@mail.ru

Alexey V. Afonin²,

Leading Engineer

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),

e-mail: AlexAAV@yandex.ru

Silver Crucian Carp *Carassius Auratus Gibelio* (Bloch, 1782) as an Indicator of Ecosystem Health in Lake Kenon³

Assessment of water bodies located near the cities is one of the important tasks of monitoring. This is connected with great interest to the study of populations of silver crucian in Lake Kenon. Fish may quickly respond to anthropogenic pollution of the environment. Silver carp as one of the many species living in Lake Kenon can serve as a test-object for assessment of the lake ecosystem. A long-term study of the fish fauna allowed us to reveal various changes of morphological indicators, which are likely caused by the change of environmental conditions formed under the influence of anthropogenic factors, additional heat relief, changes in the hydrological and hydrochemical regime. We investigated abnormalities in the structure of the external and internal organs of crucian carp in some water bodies in the basin of Lake Kenon. The paper provides a list of registered anomalies. Abnormalities of the fins, caudal peduncle, gonads, scales were common. Changes in the environmental situation have effect on the population of silver crucian carp, change in the linear and weight growth naturally occurs. In this connection, the comparative materials on the growth of crucian carp in ponds with different degree of anthropogenic load are very important.

Keywords: Lake Kenon, retaining pond, silver carp, morphological abnormalities, fins, scales

Введение. В связи с усилением антропогенной нагрузки на водные экосистемы, в последнее время огромное внимание уделяется исследованиям морфологических патологий и аномалий развития у рыб [2; 3; 5; 6]. Воздействие на водоёмы, расположенные на урбанизированных территориях, с сильной антропогенной нагрузкой, приводит к нарушению природных водных объектов. Рыбы широко используются в качестве биоиндикаторов, что объясняется быстрой ответной реакцией организма рыб на изменения окружающей среды.

Особую озабоченность вызывает состояние озера Кенон, имеющего большое рыбохозяйственное и рекреационное значение. Однако за последние годы качество вод озера значительно ухудшилось [12; 14; 16]. Целью статьи является обобщение данных изучения морфологических аномалий и их частоты встречаемости у карася серебряного *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), обитающего как в самом озере, так и в водоёмах, расположенных на его водосборной территории (подпорный пруд, золошлакоотвал).

Характеристика водоёмов

Озеро Кенон расположено на северо-западной окраине г. Чита в пределах Читинской котловины и используется как источник технического водоснабжения и водоём-охладитель Читинской ТЭЦ-1. Озеро имеет полуэллипсоидальную форму с максимальными глубинами до 7 м (рис. 1). Площадь озера – 16 км². В связи с воздействием Читинской ТЭЦ-1 естественный температурный режим изменился, вследствие поступления подогретых вод [13]. Озеро окружено жилыми застройками, промышленными предприятиями, здесь проходит Транссибирская железнодорожная магистраль. Кроме того, озеро используется в рекреационных целях и является объектом для любительского лова рыб.

¹ Ye. P. Gorlacheva – the main author: processing, analyzing and summarizing the data.

² A. V. Afonin – collection of field data and compilation of the data.

³ The work is done in the framework of the project, Foundation for Basic Research IX. 137.1.1.

Двухсекционный гидрозолоотвал (ГЗО) станции расположен в 3 км к северо-западу от площадки ТЭЦ-1. Он имеет ёмкость 10 млн м³ и эксплуатируется с 1973 г. [9]. Его площадь составляет 115 га. Золоотвал размещён в естественном понижении холмисто-увалистой поверхности дна Читино-Ингодинской котловины. Для наращивания объёма по периметру гидрозолоотвала сооружена дамба. В одну из секций по кольцевому пульпопроводу сбрасывается золошлаковая пульпа, а в другой происходит дальнейшее отстаивание воды от взвешенного материала, после чего осветлённая вода снова подаётся в систему гидрозолоудаления. На сегодняшний день гидрозолоотвал близок к заполнению своего объёма отходами. В ряду технологических сооружений ТЭЦ-1 гидрозолоотвал относится к числу объектов, оказывающих наиболее значимое экологическое воздействие на окружающую среду.

Подпорный пруд расположен выше по рельефу от ГЗО за полотном федеральной автодороги М-55. Он имеет длину основания около 2,2 м и высоту 1,3 м. Глубина пруда в центре составляет около 4 м, у полотна дороги достигает 5–6 м. Сброс золы в него отсутствует. Дренажный сток ГЗО частично поступает в пруд [10].

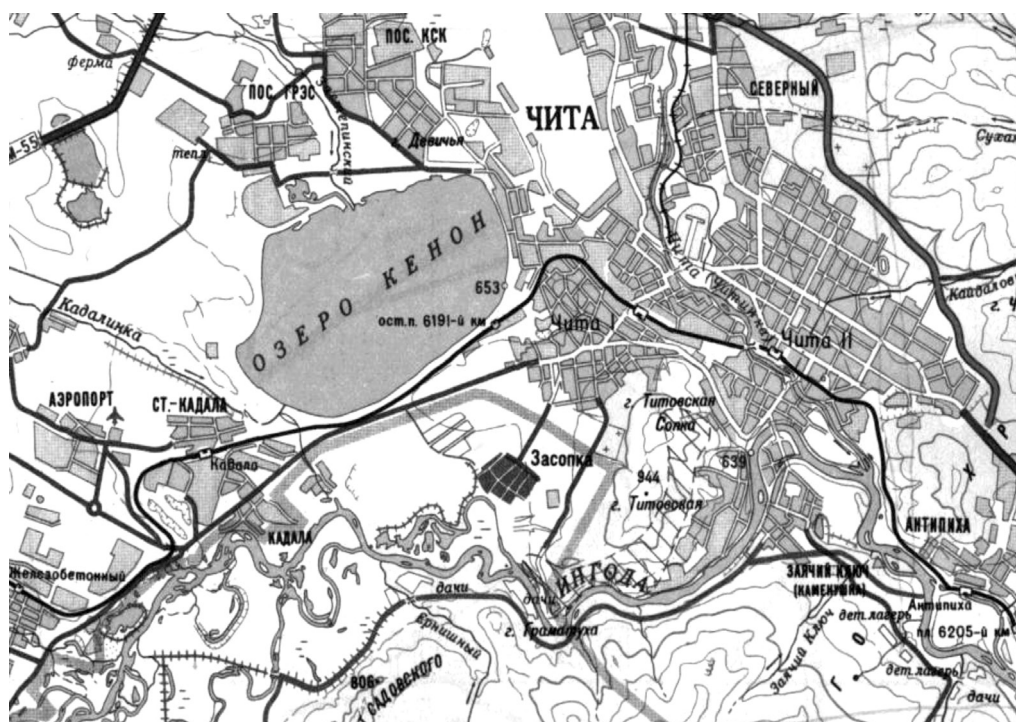


Рис. 1. Карта-схема озера Кенон

Fig. 1. Map scheme of Lake Kenon

Материалы и методы исследования. Оценка состояния рыб проводилась путём патолого-анатомического анализа внешних и внутренних органов рыб. Выявление аномалий у карася серебряного проводилось на свежем материале. Обследовались внешние покровы карася, при этом отмечались изменения чешуйного покрова, аномалии в развитии плавников и патологические изменения тканей. При изучении внутренних органов обращалось внимание на цвет, размеры, форму печени, сердца и других органов. Одновременно определялось состояние мышечной ткани и количество жира в брюшной полости. Всего было исследовано 100 экз. рыб из ГЗО и пруда-отстойника, а также 50 экз. рыб из озера Кенон.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за рыбным сообществом озера Кенон и близко расположенных водоёмов, проведённые в сентябре 2002 г. и сентябре 2016 г., показали, что в них отмечены нарушения функционирования рыбного населения. У рыб регистрируются признаки деградации на различных уровнях организации: омоложение популяции рыб, снижение продолжительности жизни, неравномерность возрастной структуры, более раннее половое созревание особей, резорбция икры, изменения трофической структуры, темпов роста [15].

Анализ полученных данных по весовому и линейному росту показал, что условия для роста карася серебряного в золоотвале и дренажном пруду хуже, чем в озере Кенон [1]. На рис. 2 представлен весовой рост карася серебряного из разных водоёмов.

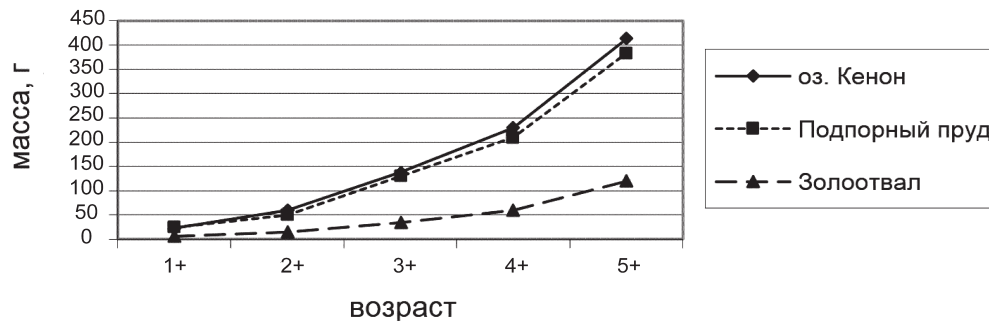


Рис. 2. Весовой рост карася серебряного в озере Кенон и некоторых водоёмах

Fig. 2. The weight growth of crucian carp in Lake Kenon and other water bodies

Внешний осмотр рыб выявил, что у 50 % рыб из гидрозолоотвала жабры были сильно заилены серым комковатым веществом и имели тёмную окраску. Отмечены особи с недоразвитыми гонадами и увеличенными размерами печени. У единичных особей обнаружены короткие грудные и анальные плавники, хвостовой стебель, по сравнению с основной частью популяции карася серебряного, обитающего в гидрозолоотвале (рис. 3).

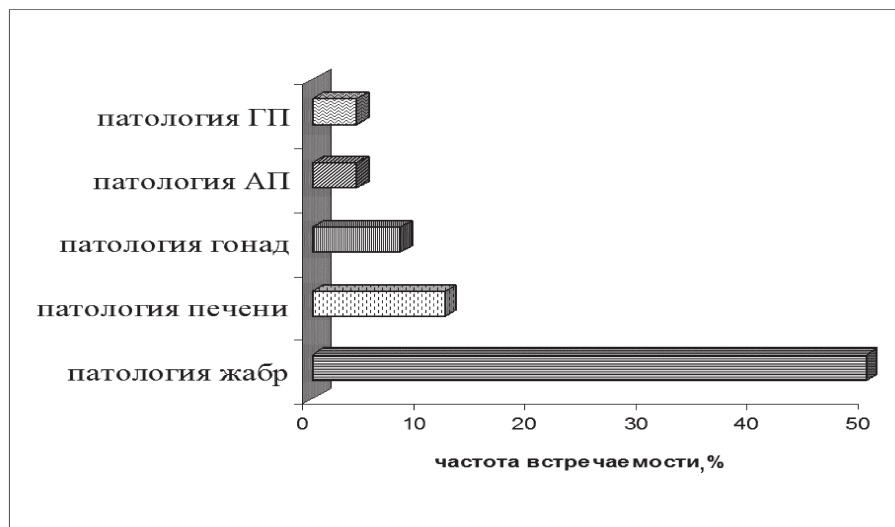


Рис. 3. Встречаемость патологий карася серебряного золошлакоотвала: ГП – укороченные грудные плавники; АП – укороченные анальные плавники

Fig. 3. Occurrence of carp silver pathologies in an ash dump: GP – shortened pectoral fins; AP – shorter anal fins

Встречаемость особей с аномалиями в развитии других органов (плавники, гонады) в исследуемых водоёмах составила 16,6 %, что значительно выше показателей, полученных по Саратовскому водохранилищу. В водохранилище процент морфологических аномалий колебался в пределах 2 %. Отмеченные в водохранилище изменения у рыб выражались в отсутствии одного брюшного плавника, недоразвитости брюшных плавников, хвостового отдела туловища, искривлении позвоночника, пигментных образованиях на голове, изменениях в чешуе, искривлении нижней челюсти, нарушении боковой линии [4]. Для подпрудного пруда характерно наличие более тёмной окраски тела у рыб, что связано с цветностью воды и отло-

жением на дне чёрных илов. Кроме того, были зарегистрированы рыбы с нарушением половой системы (отсутствие одной гонады). Известно, что увеличение встречаемости рыб с аномалиями развития половой системы в загрязнённых водоёмах приводит к снижению индивидуальной и популяционной плодовитости рыб [7; 8; 11]. Как отмечается, выявленные у карася серебряного уродства косвенным образом указывают на влияние токсичных веществ, которые накапливаются в ГЗО и пруду.

В озере Кенон доля карася серебряного с различными аномалиями составила 50 %. В основном отмечались следующие отклонения от нормы: наличие второй боковой линии, обратное расположение чешуи, новообразования на теле карася, изменения хвостового плавника, укороченный хвостовой стебель, изогнутый неветвистый луч в спинном плавнике (рис. 4). Среди внутренних патологий отмечается увеличенное количества жира на кишечнике и гипертрофия печени.

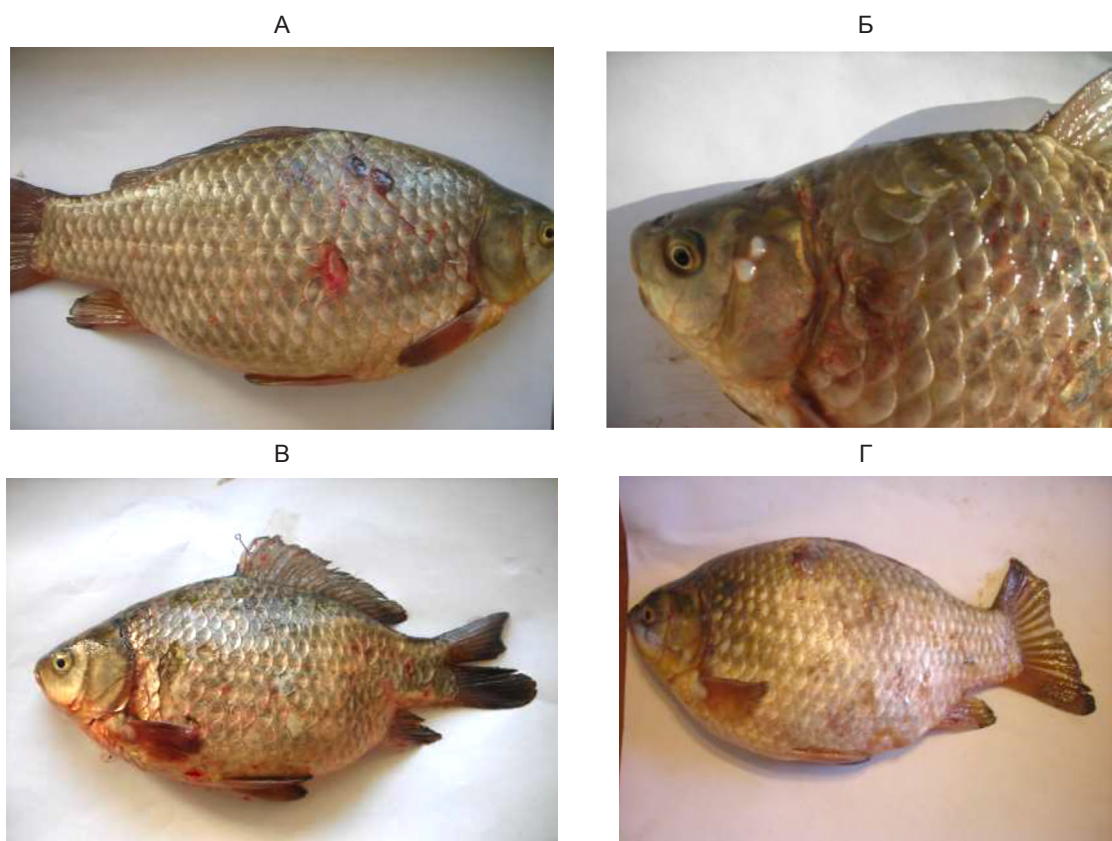


Рис. 4. Аномалии у карася серебряного озера Кенон: А – выявленные новообразования; Б – обратное расположение чешуи; В – искривления неветвистого луча спинного плавника; Г – нарушения в развитии хвостового плавника

Fig. 4. Anomalies of carp silver in Lake Kenon: А – detected tumors; В – inverted scales; V – warp not branched ray of the dorsal fin; G – violations in the development of the caudal fin

Анализ полученных материалов позволил выявить аномалии у карася серебряного озера Кенон, зарегистрированные в скелетных элементах (плавники, позвонки, хвостовой стебель), а также чешуе и половой системе (аномалии в строении гонад, нарушение сроков нереста, снижение плодовитости), внутренних органах (поражение печени, жабр, изменение жировых накоплений).

Сравнение выявленных аномалий показало, что в золошлакоотвале они касаются, в большей степени, внутренних органов, а непосредственно в озере – внешних изменений.

Заключение. Таким образом, Читинская ТЭЦ-1 и её гидротехнические сооружения являются мощными источниками загрязнения водных объектов химическими элементами, тя-

жёлтыми металлами, тонкодисперсной золой. Попадая по трофической цепи в организмы гидробионтов и рыб, они вызывают аномалии в развитии тех или иных органов рыб и их гибель. Вследствие этого происходит снижение видового разнообразия, темпов роста рыб, а также перестройка ихтиоценозов. Следовательно, карась серебряный, будучи конечным звеном в трофической цепи водных экосистем, может использоваться для целей биоиндикации, отражая степень изменений, происходящих в озере Кенон. Таким образом, необходимо проведение дальнейших работ в данном направлении с использованием гистологических, гематологических, биохимических методов.

Список литературы

1. Горлачева Е. П., Афонин А. В. Экологические последствия воздействия гидротехнических сооружений ТЭЦ-1 на ихтиофауну // Инженерная экология. 2010. № 5. С. 30–36.
2. Госькова О. А., Мельниченко И. П., Богданов В. Д. Морфологические аномалии и травмы у пеляди в период нерестовой миграции в Уральских притоках Оби // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 7–15.
3. Кашин Н. А., Терентьев П. Я., Кашин А. Н. Рыбы пресных вод субарктики как биоиндикаторы // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб.: Изд-во Любевич, 2011. С. 218–224.
4. Минеев А. К. Встречаемость морфологических аномалий у взрослых рыб Саратовского водохранилища // Экологические проблемы бассейнов крупных рек: тез. докл. междунар. и молодёжн. конф. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 175.
5. Моисеенко Т. И. Изменение некоторых биологических показателей рыб как экологический мониторинг // Состояние природной среды и прогноз её изменений. Апатиты: Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1982. С. 48–58.
6. Моисеенко Т. И. Изменение стратегии жизненного цикла рыб под воздействием хронического загрязнения вод // Экология. 2002. № 1. С. 50–60.
7. Овен Л. С., Руднева И. И., Шевченко Н. Ф. Ответные реакции морского ерша на антропогенное воздействие // Вопр. ихтиологии. 2000. Т. 40, № 1. С. 75–78.
8. Соколов Л. И., Соколова Е. Л., Пегасов В. А., Шатуновский М. И., Кистенев А. Н. Ихтиофауна реки Москвы в черте г. Москвы и некоторые данные о её состоянии // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34, № 5. С. 634–641.
9. Татауров С. Б., Пешкова И. Н., Лапкин Г. И. Экологические проблемы и пути их решения при реконструкции гидротехнических сооружений ТЭЦ-1 в г. Чита // Забайкалье в геополитике России: материалы междунар. конф. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ, 2003. С. 156–158.
10. Усманова Л. И., Усманов М. Т. Влияние золоотвала Читинской ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 на природные воды прилегающих территорий // Вестн. Камчат. регион. организации. Учебно-научный центр. Сер. Науки о Земле. 2010. № 16. С. 167–168.
11. Чеботарева Ю. В., Савоскул С. П., Саввоитова К. А. Аномалии в воспроизводительной системе самок рыб Норило-Пясинских водоёмов Таймыра // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37, № 2. С. 217–223.
12. Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Оценка качества вод озера Кенон по состоянию планктона (Забайкальский край) // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 100–105.
13. Шишкин Б. А. Физико-географическая характеристика озера Кенон // Зап. Забайкал. Филиала ГО СССР. Вып. 62. Чита, 1972. С. 3–5.
14. Экология городского водоёма. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 260 с.
15. Gorlacheva E. P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depression // Italian Science Review. 2015. № 8. PP. 40–49.
16. Kuklin A. P., Tsybekmitova G. T., Gorlacheva E. P., Bazarova B. B., Afonin A. V. The Ecosystem of Lake Kenon: Past and Present (Transbaikal Territory, Russia) // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2016. V. 34, № 3. PP. 507–516.

References

1. Gorlacheva E. P., Afonin A. V. Ekologicheskie posledstviya vozdeistviya gidrotekhnicheskikh sooruzhenii TETs-1 na ikhtiofaunu // Inzhenernaya ekologiya. 2010. № 5. S. 30–36.
2. Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Bogdanov V. D. Morfologicheskie anomalii i travmy u pelyadi v period nerestovoi migratsii v Ural'skikh pritokakh Obi // Vestn. AGTU. Ser. Rybnoe khozyaistvo. 2014. № 4. S. 7–15.
3. Kashin N. A., Terent'ev P. Ya., Kashin A. N. Ryby presnykh vod subarktiki kak bioindikatory // Bioindikatsiya v monitoringe presnovodnykh ekosistem. SPb.: Izd-vo Lyubevich, 2011. S. 218–224.
4. Mineev A. K. Vstrechaemost' morfologicheskikh anomalii u vzroslykh ryb Saratovskogo vodokhranilishcha // Ekologicheskie problemy basseinov krupnykh rek: tez. dokl. mezhdunar. i molodezhn. konf. Tol'yatti: IEVB RAN, 2003. S. 175.
5. Moiseenko T. I. Izmenenie nekotorykh biologicheskikh pokazatelei ryb kak ekologicheskii monitoring // Sostoyanie prirodnoi sredy i prognoz ee izmenenii. Apatity: Izd-vo Kol'skogo filiala AN SSSR, 1982. S. 48–58.
6. Moiseenko T. I. Izmenenie strategii zhiznennogo tsikla ryb pod vozdeistviem khronicheskogo zagryazneniya vod // Ekologiya. 2002. № 1. S. 50–60.
7. Oven L. S., Rudneva I. I., Shevchenko N. F. Otvetnye reaktsii morskogo ersha na antropogennoe vozdeistvie // Vopr. ikhtiologii. 2000. T. 40, № 1. S. 75–78.
8. Sokolov L. I., Sokolova E. L., Pegasov V. A., Shatunovskii M. I., Kistenev A. N. Ikhtiofauna reki Moskvy v cherte g. Moskvy i nekotorye dannye o ee sostoyanii // Vopr. ikhtiologii. 1994. T. 34, № 5. S. 634–641.
9. Tataurov S. B., Peshkova I. N., Lapkin G. I. Ekologicheskie problemy i puti ikh resheniya pri rekonstruktsii gidrotekhnicheskikh sooruzhenii TETs-1 v g. Chita // Zabaikal'e v geopolitike Rossii: materialy mezhdunar. konf. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs, 2003. S. 156–158.

10. Usmanova L. I., Usmanov M. T. Vliyaniye zolootvala Chitinskoi TETs-1 i TETs-2 na prirodnye vody prilegayushchikh territorii // Vestn. Kamchat. region. organizatsii. Uchebno-nauchnyi tsentr. Ser. Nauki o Zemle. 2010. № 16. S. 167–168.
11. Chebotareva Yu. V., Savoskul S. P., Savvoitova K. A. Anomalii v vosproizvoditel'noi sisteme samok ryb Norilo-Pyasinских водоёмов Таймыра // Vopr. ikhtiologii. 1997. T. 37, № 2. S. 217–223.
12. Tashlykova N. A., Afonina E.Yu., Itgilova M.Ts. Otsenka kachestva vod ozera Kenon po sostoyaniyu planktona (Zabaikal'skii kraj) // Vestn. AGTU. Ser. Rybnoe khozyaistvo. 2013. № 1. S. 100–105.
13. Shishkin B. A. Fiziko-geograficheskaya kharakteristika ozera Kenon // Zap. Zabaikal. Filiala GO SSSR. Vyp. 62. Chita, 1972. S. 3–5.
14. Ekologiya gorodskogo vodoema. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1998. 260 s.
15. Gorlacheva E. P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depression // Italian Science Review. 2015. № 8. PP. 40–49.
16. Kuklin A. P., Tsybekmitova G..T., Gorlacheva E. P., Bazarova B. B., Afonin A. V. The Ecosystem of Lake Kenon: Past and Present (Transbaikal Territory, Russia) // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2016. V. 34, № 3. PP. 507–516.

Статья поступила в редакцию 12.12.2016; принята к публикации 14.01.2017

Received: December 12, 2016; accepted for publication: January 14, 2017

Библиографическое описание статьи

Горлачева Е. П., Афонин А. В. Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) как индикатор состояния экосистемы озера Кенон // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 6–12.

Reference to the article

Gorlacheva Ye. P., Afonin A. V. Silver Crucian Carp *Carassius Auratus Gibelio* (Bloch, 1782) as an Indicator of Ecosystem Health in Lake Kenon // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 6–12.

УДК 581.9 (571.6)

Александр Фролович Дулин¹,
кандидат биологических наук, доцент,
Тихоокеанский государственный университет
(680035, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 13),
e-mail: d-Hibiscus@yandex

Дулмажаб Юндуновна Цыренова²,
доктор биологических наук, доцент,
Тихоокеанский государственный университет
(680035, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 13),
e-mail: Duma@mail.ru

Исследование фенологии и семенной продуктивности лотоса Комарова *Nelumbo komarovii* Grossh. в популяции вида вблизи Хабаровска (Дальний Восток, Россия)

В статье представлены результаты исследования фенологии и семенной продуктивности редкого реликтового вида *Nelumbo komarovii* Grossh. (*Nelumbonaceae*) в локальной популяции вида вблизи Хабаровска (Хабаровский край). Прослежены наступление и длительность вегетативных и генеративных фаз и наступление покоя: вегетация до цветения (до второй декады июня), бутонизация (первая декада июля), цветение (со второй декады июля по вторую декаду сентября), плодоношение (с третьей декады июля по первую декаду октября), конец вегетации (с третьей декады сентября) и покой (с первой декады октября). Обследованная популяция вида характеризуется значительной онтогенетической неоднородностью: в ней одновременно находятся особи в разных фазах развития – от начальных стадий вегетации и до цветения и плодоношения. Наиболее продолжительными по времени оказываются генеративные фазы онтогенеза – цветение и плодоношение. Установлено, что для наступления цветения важна температура воздуха в дневное время и температура у поверхности воды свыше 20 °С. Вегетация вида вблизи Хабаровска продолжается до наступления холодной погоды в начале октября. Растения отмирают, не доходя до полного созревания плодов. Вынужденный покой – реликтовая черта вида, отражающая несоответствие его биологического ритма современным условиям существования. Выявлена низкая семенная продуктивность популяции (~ 26 %). Предполагается, что основными причинами низкой продуктивности являются уязвимая длительность и незавершенность генеративной фазы онтогенеза вида. Семенное размножение лотоса Комарова в природе кроме естественных биологических факторов лимитировано и фитофагами (ондатрой). По морфометрическим характеристикам вегетативной и генеративной сферы обследованная популяция лотоса Комарова под Хабаровском оценена как благополучная. Самоподдержание популяции происходит благодаря вегетативному возобновлению.

Ключевые слова: *Nelumbo komarovii*, *Nelumbonaceae*, фенология, семенная продуктивность, Хабаровск, Дальний Восток России

¹ А. Ф. Дулин является организатором полевого исследования, комментирует полученные результаты и обобщает итоги исследования.

² Д. Ю. Цыренова участвовала в сборе и систематизации материала исследования, анализировала литературные источники и подготовила статью к публикации.

Aleksandr F. Dulin¹,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Pacific State University
(13 Tikhookeanskaya st., Khabarovsk, 680035, Russia),
e-mail: d-Hibiscus@yandex

Dulmazhab Yu. Tsyrenova²,
Doctor of Biology, Associate Professor,
Pacific State University
(13 Tikhookeanskaya st., Khabarovsk, 680035, Russia),
e-mail: Duma@mail.ru

Study on Phenology and Seed Production of *Nelumbo komarovii* Grossh. in the Population of the Species near Khabarovsk (Far East, Russia)

In this article there were represented the results of investigation of phenology and seed production of the rare relict species *Nelumbo komarovii* Grossh. (*Nelumbonaceae*) in the locale population of this rare species near the city of Khabarovsk. The beginning and time of the vegetative and generative phases and rest approaching were estimated: the vegetation until blossom (the second June decade), the budding (the first July decade), the blossom (the second July decade), the budding (the first July decade), the fruit growing (from the third July decade till the first October decade), the end of vegetation (the third September decade) and rest (the first October decade). The inspected species population was characterized as considerable ontogeny heterogeneous. In this case there are individuals in different development phases: from the starting vegetative phase until the blossom and fruit growing. The generated phases are the longest ontogenesis phases – the full blossom and fruit growing. There were revealed that the air temperature in day time and the temperature near the surface of water above +20 °C is important for the beginning of blossom. The vegetation of this species can continue up to cold weather in the first days of October. The plants die away before the full fruit growing. Forced dormancy is the relict species characteristic. It reflects the biological rhythm discrepancy of its existence in present time. The low productive seeds of this population (about 26 %) were revealed. The main reasons of this low production are considered to be vulnerable duration and non-completion of ontogenesis generate phase. The seed propagation of *N. komarovii* in the nature is limited not only by natural biological factors but also by phytophages (*Ondatra*). Morphometric characteristics of vegetative sphere shows that *N. komarovii* population is estimated as successful near Khabarovsk. Effective breeding of the population is due to vegetative reproduction.

Keywords: *Nelumbo komarovii*, *Nelumbonaceae*, phenology, seed production, Khabarovsk, Russian Far East

Введение. Лотос Комарова (*Nelumbo komarovii* Grossh., *Nelumbonaceae*) – один из самых экзотических видов дальневосточной флоры. Является реликтовым представителем древнейшего семейства цветковых, встречающимся на юге Дальнего Востока России в Нижне-Зейском (долина Амура ниже устья р. Буряя), Буреинском (в долине Амура), Уссурийском (в южной и центральной частях) флористических районах [9]. Встречается в пойменных озёрах, старицах и заводях. Вид описан А. А. Гроссгеймом в 1940 г. по сборам Е. Н. Алисовой из Приморья. На территории Хабаровского края вид находится на северной границе ареала и занесён в список охраняемых растений [3]. Общее распространение – Япония и Китай (сев.). В зарубежной литературе вид относится к синонимам *N. nucifera* Gaertner [11].

В Хабаровском крае обнаружено около двух десятков лotosовых озёр в поймах рек Амур, Уссури и Тунгуска [4; 10]. Здесь встречаются как естественные, так и интродуцированные популяции вида. Исследовано состояние популяций вида в пределах Среднеамурской низменности [4; 8] с учётом сроков прохождения фенологических фаз в зависимости от температуры воды и воздуха и глубины водоёма. Зафиксировано исчезновение большей части популяций лотоса Комарова после катастрофического наводнения на Амуре в 2013 г. [5]. Описан положительный опыт размножения лотоса Комарова в природных водоёмах на территории Еврейской автономной области рассадой, полученной из семян местной репродукции [7]. В то же

¹ A. F. Dulin is the organizer of the field investigations. He comments and generalizes the results of the scientific research in this item.

² D. Yu. Tsyrenova took an active part in gathering and systemizing of scientific materials. She analyzed the literary sources and prepared the article for publication.

время авторы эксперимента по интродукции лотоса Комарова в Приамурье не приводят сведений по семенной продуктивности вида, об условиях проращивания семян в культуре и характеристиках посадочного материала.

Целями исследований являлись характеристика сезонного развития и оценка семенной продуктивности *N. komarovii* в окрестностях Хабаровска. Решались следующие задачи: 1) проследить даты наступления и продолжительность фенофаз с зафиксированием микроклиматических показателей экотопа; 2) выявить морфометрические показатели растений в отдельные фазы; 3) рассчитать потенциальную и реальную семенную продуктивность вида; 4) охарактеризовать состояние обследованной популяции вида.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены в локальной популяции вида на озере близ хутора «Галкино» Хабаровского сельского административного района в июне – октябре 2016 г. Координаты: 48°32'11,23"N, 135°23'20"E. Озеро представляет собой искусственное водохранилище, образованное плотиной. Оно является частью осушительной системы Дальневосточного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации. Обследованная популяция возникла в результате интродукции, предположительно с начала 2000-х гг. (рис. 1).



Рис. 1. Популяция лотоса Комарова вблизи Хабаровска

Fig. 1. Population of *Nelumbo komarovii* near Khabarovsk

Для проведения исследований нами было предпринято восемь выездов на озеро через 7–10(14) дней. В дни наблюдений прослеживались фенологические фазы популяции по общепринятой методике Н. И. Бейдеман [1]. Одновременно измерялись температура воздуха и поверхностного слоя воды, кислотность воды, глубина водоёма и толщина донных отложений. Время измерений составило около 11 ч утра.

Описывались: площадь популяции относительно свободной поверхности воды в озере, сопутствующие виды, на пробной площадке 10 м² – проективное покрытие заросли, число плавающих и надводных листьев, бутонов, цветков и плодов; морфометрические характеристики листьев, плодов и орешков; наличие повреждений вредителями.

При изучении семенной продуктивности вида использовали общепринятую методику И. В. Вайнагия [2]. Установить семенную продуктивность на особь достаточно трудно, поэтому мы считали её на плод. Изучались свежесобранные зрелые плоды случайным методом

($n=30$, диам. $\sim 8,5$ см, выс. ~ 7 см). Плод считали зрелым, когда плодоножка его нагибалась, плод лежал на поверхности воды, будучи красновато-зеленоватым по окраске и плотным на ощупь. Определяли следующие показатели: потенциальную продуктивность на плод – число гнёзд в бокальчатом цветоложе; реальную продуктивность на плод – число созревших семян; процент семенификации – отношение показателей реальной семенной продуктивности к потенциальной, выраженное в процентах. Данные по семенной продуктивности обрабатывали методом математической статистики (M – среднее арифметическое, m – его ошибка, V – коэффициент вариации) с использованием компьютерной программы EXCEL, MS.

Результаты и их обсуждение. Площадь локальной популяции лотоса Комарова на обследованном нами озере в 2016 г. составила около 14 000 м² (устное сообщение К. Г. Горохова). Измерения были им произведены на основании снимков, сделанных с помощью беспилотного летательного аппарата, успешно используемого для изучения водной растительности. Мы отметили соотношение покрытой зарослями лотоса и гладкой поверхности водоёма примерно как 1 : 3.

Лотос Комарова здесь образует монодоминатные ценозы с примесью *Trapa japonica* Fler., *Trapella sinensis* Oliv. и *Ceratophyllum demersum* L. В период массового цветения лотоса поверхность воды в озере сплошь покрывается изумрудно-зелёной пленкой из сине-зелёных и зелёных водорослей. Заросли лотоса сосредоточены вдоль южного и юго-восточного берегов озера с подветренной стороны. Глубина воды составляет примерно 0,5–1,7 м, толщина донных отложений – 15–20 см. Кислотность воды – слабокислая (рН 5,5). Замечено, что в озере обитает колония ондатры. Летом они свободно плавают в зарослях лотоса, а осенью по берегу водоёма строят земляные хатки в виде конусообразных нагромождений почвы. Вдоль берега толстым слоем лежат отложения прошлогодних плодов лотоса, нанесённых сюда прибойной волной. В прибрежной полосе отмечается произрастание лотоса вне водной среды. Сухопутные заросли лотоса имеют крупные размеры растений с множеством вертикально стоящих длинночерешковых листьев и цветков на не менее длинных цветоносах. Именно эти растения страдают от вытаптывания и обрываний отдыхающими посетителями.

В период массового цветения лотоса обследованы морфометрические показатели популяции (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические показатели растений *N. komarovii*

Показатели	Значение
Число надводных листьев / 10 м ²	85
Диаметр надводных листьев, см	43–36
Число плавающих листьев / 10 м ²	73
Диаметр плавающих листьев, см	38–31
Число цветков / 10 м ²	34
Число бутонов / 10 м ²	27
Число плодов / 10 м ²	37

Проективное покрытие исследованной популяции лотоса составляет примерно 80–100 %. Число надводных листьев превышает число листьев, плавающих на поверхности воды. Показано, что численное преобладание надводных листьев над плавающими листьями у лотоса орехоносного (*N. nucifera* Gaerth) считается признаком благополучия популяции [6]. Основываясь на этом, мы оцениваем популяцию лотоса Комарова под Хабаровском как благополучную. Произведённый нами расчёт листового индекса популяции лотоса Комарова как отношения площади листовой поверхности к площади, занимаемой растениями, показал, что над учётной площадью водной поверхности находится 1,8 м² листьев лотоса, большая часть которых относится к надводным листьям, вносящим основной вклад в процесс фотосинтеза и образования органического вещества, необходимого для формирования запасующих органов (корневищ и семян). Исследованиями Т. А. Рубцовой и К. В. Прокопьевой [7] в популяциях лотоса Комарова на территории Еврейской автономной области (озеро Лебединое в Октябрьском районе и озеро Лебединое в Биробиджанском районе) выявлено значительное уменьшение количества надводных листьев по сравнению с плавающими. Авторы это связывают с резким повышением уровня воды в озёрах в результате катастрофического наводнения на Амуре в 2013 г.

Что касается наших подсчётов числа генеративных органов, над учётной площадью водной поверхности отмечено примерно одинаковое количество бутонов, цветков и плодов. Это может быть также показателем благополучия популяции лотоса Комарова, свидетельствующего о сомкнутости зарослей и нормальном прохождении особями генеративной фазы онтогенеза.

В целом, морфометрические характеристики вегетативной и генеративной сферы обследованной нами популяции сопоставимы с литературными данными по другим популяциям, исследованными М. В. Крюковой [4] на озере Кривое на левобережной пойме основного русла реки Амур и озере Цветочное в пойме реки Усури.

При изучении ритмов сезонного развития *N. komarovii* под Хабаровском нами были прослежены наступление и длительность вегетативных и генеративных фаз и наступление покоя. Выделены следующие фазы: вегетация до цветения (до второй декады июля), бутонизация (со второй декады июля по вторую декаду сентября), цветение (со второй декады июля по вторую декаду сентября), плодоношение (с первой декады августа по первую декаду октября), конец вегетации (со второй декады сентября) и покой (с первой декады октября) (табл. 2).

Таблица 2

Параметры фенологических фаз *N. komarovii*

Фенофаза	Сроки	Показатели	Температурные условия начала фенофазы
Вегетация до цветения	20.06.16 – 10.07.16	Первые листья выходят на поверхность воды	t° воздуха +17 °С t° у поверхности воды +16 °С
Бутонизация	10.07.16 – 18.09.16	Выдвижение бутонов из воды	t° воздуха +25 °С t° у поверхности воды +21 °С
Цветение	17.07.16 – 18.09.16	Полностью раскрытые цветки	t° воздуха +27 °С t° у поверхности воды +22 °С
Плодоношения	06.08.16 – 09.10.16	Окраска плодов – от зелёной до красно-бурой. Незрелые плоды – на прямой плодоножке, созревающие – на наклонённой и лежащей на воде	t° воздуха +26 °С t° у поверхности воды +24 °С
Окончание вегетации	18.09.16	Отсутствие над водой молодых листьев, частичное побурение листьев	t° воздуха +19 °С t° у поверхности воды +19 °С
Покой	09.10.16	Листья – бурые и сморщенные. Плоды – единичные, среди них – зелёные незрелые и красно-бурые созревшие	t° воздуха +16 °С t° у поверхности воды +12 °С

Было установлено, что в течение вегетационного периода в популяции особи одновременно находятся на разных фазах развития – от начальных стадий вегетации и до цветения и плодоношения. Наиболее продолжительными по времени оказываются генеративные фазы – цветение и плодоношение. В вегетационный сезон 2016 г. цветение и плодоношение популяции лотоса Комарова под Хабаровском длились примерно 60 дней. На наступление фенофаз лотоса Комарова в Приамурье оказывают влияние температурные показатели воздуха и воды [4; 7]. В наших исследованиях фаза цветения начинается с переходом температуры воздуха в дневное время и температуры у поверхности воды свыше 20 °С, а конец цветения наступает, соответственно, ниже 20 °С. Очевидно, что флоральный период лотоса Комарова под Хабаровском протекает в наиболее благоприятное время вегетационного сезона года – со второй декады июля по конец сентября, когда погодные условия являются более или менее стабильными.

Если фаза массового цветения менее подвержена колебанию погодных условий, то фаза плодоношения, наоборот, протекает в менее стабильных условиях. Массовое плодоношение обследованной нами популяции начинается в августе и продолжается до наступления холодной погоды в начале октября. Растения отмирают, не доходя до полного созревания плодов. Таким образом, из-за своей длительности и неблагоприятных температурных условий окружающей среды фаза плодоношения вида оказывается незавершённой.

Для локальной популяции *N. komarovii* под Хабаровском данные по семенной продуктивности представлены в табл. 3.

Семенная продуктивность на плод *N. komarovii*

Дата сбора	Показатель	Число, шт.			Процент семенификации
		семязачатков	семязачатков, не завязавших семена	семян	
09.10.2016	M*m	27,5±0,68	20,0±1,2	7,23±1,12	25,7±4,23
	V, %	13,59	35,18	85,04	90,3
	Диапазон значений	20–36	5–34	0–21	0–81

Выявлено, что общее число семязачатков изменяется меньше (коэффициент вариации ~ 14 %) и составляет около 28 шт. на плод. Следовательно, потенциальная семенная продуктивность на плод *N. komarovii* в обследованной популяции достаточно высока. Однако значения реальной семенной продуктивности значительно ниже потенциальной. Процент семенификации – небольшой (25,7 %), число вызревших семян на плод едва достигает в среднем 7 шт. Величина процента семенификации – чрезвычайно вариабильная (коэффициент вариации равен 90,3 %). В популяции встречаются плоды либо совсем пустые, либо заполненные наполовину, либо полные орешками. При этом между количеством вызревших орешков и размером плода корреляции нет.

Во время наблюдений на озере нами замечено, что плоды лотоса активно поедаются ондатрой. В большинстве случаев разросшиеся цветоложа плодов были повреждены, причём ондатра выедала только выполненные семена молочной спелости, оставляя нетронутыми невыполненные и незавязавшиеся семена.

Заключение. Таким образом, нами проведены эколого-биологические исследования локальной популяции *N. komarovii* вблизи Хабаровска, возникшей в результате преднамеренной интродукции в искусственном водоёме. Всестороннее изучение интродуцированной популяции вида, наряду с естественными популяциями, важно для решения проблемы сохранения лотоса Комарова в культуре. В процессе проведённых исследований нами были прослежены фазы сезонного развития *N. komarovii*: вегетация до цветения – бутонизация – цветение – плодоношение – конец вегетации – покой. В популяции наблюдаются продолжительное цветение и плодоношение (около 2 мес.). Установлено, что на наступление фаз оказывают влияние температурные показатели воздуха и воды: для наступления фазы цветения важны температура воздуха в дневное время и температура у поверхности воды >20 °С. Несмотря на обильное цветение и плодоношение, семенная продуктивность популяции является низкой (процент семенификации на плод составляет около 26 %). Предположительно, основная причина низкой продуктивности кроется в уязвимой от погодных условий длительности и незавершённости онтогенетической фазы плодоношения растений. Кроме естественных биологических факторов, семенное размножение лотоса Комарова в природе, по-видимому, лимитировано и фитофагами.

По морфометрическим характеристикам вегетативной и генеративной сферы мы оцениваем обследованную популяцию лотоса Комарова под Хабаровском как благополучную. Самоподдержание популяции осуществляется, главным образом, за счёт вегетативного возобновления.

В дальнейшем будут проведены исследования процесса опыления, цветения и плодоношения лотоса Комарова на разных озёрах в поймах рек Амур и Уссури.

Материалы исследования докладывались на научной конференции «Биоразнообразие и проблемы экологии Приамурья и сопредельных территорий» 25–29 октября 2016 г. (г. Хабаровск), научном семинаре «Редкие растения и фитоценозы Байкальского региона и сопредельных территорий» 21–22 ноября 2016 г. (г. Улан-Удэ).

Благодарности

Авторы признательны С. И. Курносову за помощь в проведении полевых исследований.

Список литературы

1. Бейдеман Н. И. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 154 с.
2. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.

3. Красная книга Хабаровского края. Хабаровск: Приамурские ведомости, 2008. 632 с.
4. Крюкова М. В. Эколого-биологические особенности лотоса Комарова на северовосточной границе ареала // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 3. С. 27–32.
5. Кудрин С. Г. Влияние наводнения 2013 г. на популяции *Nelumbo komarovii* (*Nelumbonaceae*) в Архаринском районе Амурской области // Бот. журн. 2015. Т. 100, № 10. С. 1091–1099.
6. Литвинова Н. А. Разработка методики косвенного учёта урожайности зарослей лотоса орехоносного // Научные исследования редких видов растений и животных в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 2005–2014 гг. / отв. ред. Д. М. Очагов. Вып. 4. М.: ВНИИ Экология, 2015. С. 31–34.
7. Рубцова Т. А., Прокопьева К. В. Опыт и проблемы интродукции лотоса Комарова (*Nelumbo komarovii* Groos.) в озёрах Среднего Приамурья // Вестн. ВГУ. Сер. География. Геоэкология. 2011. № 1. С. 74–76.
8. Рубцова Т. А., Прокопьева К. В. Влияние катастрофического наводнения в бассейне реки Амур 2013 г. на популяции лотоса Комарова *Nelumbo komarovii* Grossh. // Регионы нового освоения: современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны: материалы науч. конф. с междунар. участием (11–14 октября 2015 г.). Хабаровск, 2015. С. 84–87.
9. Цвелев Н. Н. Сем. Лotosовые – *Nelumbonaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С. С. Харкевич. СПб., 1987. Т. 2. С. 29–30.
10. Шлотгауэр С. Д., Мельникова А. Б. Редкие растения Хабаровского края. Хабаровск: Хабар. книжн. изд-во, 1990. 286 с.
11. *Nelumbo nucifera* in Flora of Ghina [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.efloras.org/> (дата обращения: 18.11.2016).

References

1. Beideman N. I. Metodika izucheniya fenologii rastenii i rastitel'nykh soobshchestv. Novosibirsk: Nauka, 1974. 154 s.
2. Vainagii I. V. O metodike izucheniya semennoi produktivnosti rastenii // Bot. zhurn. 1974. T. 59, № 6. S. 826–831.
3. Krasnaya kniga Khabarovskogo kraja. Khabarovsk: Priamurskie vedomosti, 2008. 632 s.
4. Kryukova M. V. Ekologo-biologicheskie osobennosti lotosa Komarova na severovostochnoi granitse areala // Vestn. DVO RAN. 2009. № 3. S. 27–32.
5. Kudrin S. G. Vliyanie navodneniya 2013 g. na populyatsii *Nelumbo komarovii* (*Nelumbonaceae*) v Arkharinskom raione Amurskoi oblasti // Bot. zhurn. 2015. T. 100, № 10. С. 1091–1099.
6. Litvinova N. A. Razrabotka metodiki kosvennogo ucheta urozhainosti zaroslei lotosa orekhonosnogo // Nauchnye issledovaniya redkikh vidov rastenii i zhivotnykh v zapovednikakh i natsional'nykh parkakh Rossiiskoi Federatsii za 2005–2014 gg. / отв. ред. Д. М. Очагов. Вып. 4. М.: VNIИ Ekologiya, 2015. S. 31–34.
7. Rubtsova T. A., Prokop'eva K. V. Opyt i problemy introduktsii lotosa Komarova (*Nelumbo komarovii* Groos.) v ozera-kh Srednego Priamur'ya // Vestn. VGU. Ser. Geografiya. Geoekologiya. 2011. № 1. S. 74–76.
8. Rubtsova T. A., Prokop'eva K. V. Vliyanie katastroficheskogo navodneniya v basseine reki Amur 2013 g. na populyatsii lotosa Komarova *Nelumbo komarovii* Grossh. // Regiony novogo osvoeniya: sovremennoe sostoyanie prirodnykh kompleksov i voprosy ikh okhrany: materialy nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem (11–14 oktyabrya 2015 g.). Khabarovsk, 2015. S. 84–87.
9. Tsvelev N. N. Sem. Lotosovye – *Nelumbonaceae* // Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka / отв. ред. S. S. Kharkevich. SPb., 1987. T. 2. S. 29–30.
10. Shlotgauer S. D., Mel'nikova A. B. Redkie rasteniya Khabarovskogo kraja. Khabarovsk: Khabarov. knizhn. izd-vo, 1990. 286 s.
11. *Nelumbo nucifera* in Flora of Ghina [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.efloras.org/> (data obrashcheniya: 18.11.2016).

Статья поступила в редакцию 18.11.2016; принята к публикации 12.01.2017

Received: November 18, 2016; accepted for publication: January 12, 2017

Библиографическое описание статьи

Дулин А. Ф., Цыренова Д. Ю. Исследование фенологии и семенной продуктивности лотоса Комарова *Nelumbo komarovii* Grossh. в популяции вида вблизи Хабаровска (Дальний Восток, Россия) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 13–19.

Reference to the article

Dulin A. F., Tsyrenova D. Yu. Study on Phenology and Seed Production of *Nelumbo komarovii* Grossh. in the Population of the Species near Khabarovsk (Far East, Russia) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 13–19.

УДК 502/504

Любовь Викторовна Копылова,
кандидат биологических наук,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: kopylova.70@mail.ru

**Накопление тяжёлых металлов *Caragana arborescens* Lam.
в условиях антропогенного воздействия (Забайкальский край)**

Статья посвящена исследованию содержания и особенностям накопления ряда тяжёлых металлов в органах *Caragana arborescens* в условиях антропогенного воздействия. Приведены данные сравнительного анализа по накоплению тяжёлых металлов в листьях, корне и коре *C. arborescens*. Показано сравнение содержания ионов железа, стронция, марганца, титана, цинка, меди, хрома, рубидия и никеля в органах изучаемого вида с предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Анализ способности *C. arborescens* к накоплению ионов тяжёлых металлов выявил возможность данного вида концентрировать исследуемые металлы в наибольшем количестве в корнях и коре стебля. Для всех исследуемых металлов наблюдается превышение фоновых значений. На всех участках отмечается превышение норм содержания ионов железа в корне и коре стебля, в пос. Первомайский – превышение критической концентрации. В Чите в листьях *C. arborescens* превышена норма содержания стронция, которая также превышена в коре стебля на фоновом участке и в Чите. Отмечается превышение ПДК хрома во всех органах и на всех участках. Данный вид может рекомендоваться для озеленения урбанизированных территорий и санитарно-защитных зон, для максимального очищения окружающей среды от опасных выбросов тяжёлых металлов. Полученные данные могут служить основой для мониторинга и оценки экологической ситуации на исследуемых территориях.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, антропогенное воздействие, загрязнение окружающей среды, предельно допустимые концентрации, *Caragana arborescens*

Lyubov V. Kopylova,
Candidate of Biology,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: kopylova.70@mail.ru

**Accumulation of Heavy Metals *Caragana arborescens* Lam.
in the Conditions of Anthropogenic Influence (Zabaikalsky Krai)**

The paper is devoted to the study of content and characteristics of accumulation of some heavy metals in *Caragana arborescens* organs in the conditions of anthropogenic influence. The data of the comparative analysis on accumulation of heavy metals in *C. arborescens* leaves, root and cortex are given. We present the comparison in the ion content of iron, strontium, manganese, titanium, zinc, copper, chromium, rubidium, and nickel with maximum allowable concentration. Analysis of *C. arborescens* ability to accumulate ions of heavy metals shows that this species can concentrate the metals studied in the largest amounts in roots and stem bark. There is an excess in concentrations for all the metals studied. All areas studied are characterized by exceeding the norm content of iron ions in root and stem bark, there is an exceedance of critical concentration in the settlement of Pervomaisky. In Chita, strontium content in *C. arborescens* leaves exceeds the norm, at background site and in Chita it exceeds in stem bark. Exceeding maximum allowable concentration of chromium is observed in all organs and in all areas. This species can be recommended for planting of greenery in urbanized territories and sanitary-hygienic zones, for maximum environmental cleanup from dangerous heavy metal emissions. The findings can be the ground for monitoring and evaluation of ecological situation on the territories studied.

Keywords: heavy metals, anthropogenic impact, environmental pollution, maximum allowable concentrations, *Caragana arborescens*

Введение. В последние десятилетия в связи с ростом городов, развитием их инфраструктуры всё более сложной становится проблема создания нормальных условий для жизни и деятельности человека, ввиду усиления его отрицательного влияния на окружающую среду. Городская растительность является средовосстанавливающей системой, которая обеспечивает комфортные условия для проживания людей, регулирует газовый состав воздуха, степень его загрязнённости, климат городских территорий, снижает шумовой эффект, выступает источником для эстетического отдыха людей [1; 4].

Растения способны накапливать в своих органах химические элементы, в том числе и тяжёлые металлы, поступающие в воздушный бассейн городов с выбросами промышленных предприятий, тепловых электростанций, автотранспорта и т. д. Тяжёлые металлы (ТМ) обладают высокой токсичностью, их избыточное содержание в среде обитания или в пище – негативный эффект для биосферы в целом, поэтому способность растений концентрировать в своих органах и тканях металлы-загрязнители используется человеком уже многие десятилетия [8; 13].

Декоративное южное растение карагана древовидная – *Caragana arborescens* Lam. (*C. arborescens*) – стало популярной частью облика урбанизированных территорий Забайкальского края из-за высоких адаптационных возможностей вида, его пластичности, биологической устойчивости к воздействию газов и тяжёлых металлов [2; 8]. В связи с этим вопрос по изучению накопления некоторых ионов тяжёлых металлов в органах *C. arborescens* в урбоэкоцистемах Забайкальского края является достаточно актуальным.

Данная работа является частью комплексных исследований территорий Забайкальского края по аккумуляции ТМ в почвах и растениях в 2007–2012 гг. [3; 5–7].

Целью исследования являлось изучение содержания и особенностей накопления некоторых ТМ в органах *C. arborescens* в условиях антропогенного воздействия (Забайкальский край).

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в течение летнего вегетационного периода 2009 г. в административных границах Забайкальского края на участках с различным уровнем антропогенного воздействия: в г. Чита (Читинский район), пос. Первомайский (Шилкинский район), пос. Новоорловск (Агинский район). Фоновым участком приняты окрестности с. Беклемишево (Читинский район) в связи с удалённостью от основных источников загрязнения. Сбор растительного материала проводили по общепринятым методикам [11]. Для качественного и количественного определения валового содержания ионов ТМ в золе растений использовали рентгенофлуоресцентный метод анализа (спектрометр S4 Pioneer). Исследования проводились в лаборатории рентгеновских методов анализа института геохимии г. Иркутск.

Результаты и их обсуждение. Карагана древовидная (*Caragana arborescens*), семейство *Fabaceae* – Бобовые – крупный однодомный листопадный кустарник до 6 м высотой, с густой, мелко-ветвистой кроной. Цветёт после облиствления в середине мая – начале июня, плодоносит в конце июня – июле. Плод – кожистый цилиндрический боб длиной 6 см. Семена рассеиваются в июле – августе. *C. arborescens* размножается семенами, корневыми отпрысками, летними черенками, растёт быстро. Мезофит, светолюбив, солеустойчив, газоустойчив, высокозимостоек и засухоустойчив. Медоносное, лекарственное, техническое и кормовое растение. *C. arborescens* – неприхотливый вид, который незначительно поражается вредителями и болезнями, при повреждении газами быстро восстанавливает листву, долговечный (50–60 лет). Ареал: Сибирь, Монголия, Казахстан. Данный вид используется в лесозащитных полосах, для закрепления подвижных субстратов [2; 9].

Основной проблемой загрязнения окружающей среды ТМ населённых пунктов пос. Первомайский и пос. Новоорловск являются горные предприятия, осуществляющие добычу минеральной руды открытым (карьерным) способом. Дополнительное поступление ТМ в среду обитания посёлков связано с загрязнением окружающей среды грузовым автотранспортом, доставляющим добытую руду к месту переработки, легковым автотранспортом, ТЭЦ, продуктами сжигания топлива, городского мусора и т. д. Город Чита географически расположен в котловине у подножия сопки, в связи с этим атмосферные загрязнители задерживаются, создавая дымовую завесу и увеличивая тем самым концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере. Главными источниками поступления ТМ в окружающую среду города являются: две теплоэлектростанции, золошлакоотвалы, автомобильный, железнодорожный и авиа-

транспорт, предприятия по изготовлению строительных материалов, очистные сооружения, полигон твёрдо-бытовых отходов и т. д. [10; 14].

Для выявления загрязнения окружающей среды исследуемых урбанизированных территорий железом, цинком, марганцем, медью, никелем, хромом, стронцием, рубидием и титаном нами изучался элементный состав листьев, корня и коры стебля *C. arborescens*. Нормирование ТМ в растениях представлено по Н. В. Прохоровой (1998) [12].

Результаты исследований показали, что *C. arborescens* из всех исследуемых металлов больше всего накапливает в своих органах железо (рис. 1). Максимальное количество элемента определяется в корне (410,0–815,5 мг/кг) и коре стебля (380,0–505,0 мг/кг), минимальное же его содержание отмечается в листьях (130,0–220,0 мг/кг), что наблюдается на всех исследуемых участках. Превышение фоновых значений железа отмечается во всех органах. На всех участках превышена норма содержания железа в корне и коре стебля (20,0–300,0 мг/кг) [12]. В пос. Первомайский в корне *C. arborescens* металл содержится в количестве, которое превышает установленную критическую концентрацию железа в растениях (750,0 мг/кг) [12].

Во всех исследуемых органах *C. arborescens* нами наблюдается высокая концентрация ионов стронция (рис. 1). Наибольшая аккумуляция элемента определена в коре стебля (117,5–193,0 мг/кг) и листьях (74,5–157,0 мг/кг), наименьшая – в корне (48,0–99,5 мг/кг). Прослеживается превышение фоновых значений в листьях и корне *C. arborescens*, произрастающей в г. Чита. Норма содержания стронция в растениях установлена в пределах 113,0 мг/кг [12]. Отмечается превышение данной нормы в листьях в г. Чита в 1,4 раза, в коре стебля – на фоновом участке в 1,7 раз, в г. Чита – в 1,5 раза.

На участках с повышенной антропогенной нагрузкой ионы марганца в органах *C. arborescens* больше всего концентрируются в листьях (51,5–109,5 мг/кг), меньше – в коре стебля (37,0–42,0 мг/кг) и корне (26,5–48,0 мг/кг) (рис. 1). Во всех исследуемых органах прослеживается превышение фоновых значений исследуемого элемента. Нормы содержания марганца в растениях (25,0–250,0 мг/кг) [12] не превышены ни на одном из участков.

Накопление ионов титана в наибольшей степени прослеживается в корне (39,0–87,0 мг/кг) и коре стебля (33,0–56,0 мг/кг), в наименьшей – в листьях (9,0–20,5 мг/кг) *C. arborescens* (рис. 1). Во всех исследуемых органах отмечается превышение фоновых значений содержания исследуемых ионов. Нормальным считается содержание ионов титана в пределах 0,15–80,0 мг/кг [12]. Немного превышены эти показатели (87,0 мг/кг) в корне *C. arborescens* на участке в пос. Первомайский.

На всех исследуемых участках ионы цинка в органах *C. arborescens* максимально аккумулируются в коре стебля (25,0–30,0 мг/кг) (рис. 1), превышая в небольших количествах фоновые значения в пос. Первомайский и пос. Новоорловск. Минимально концентрируются ионы в корне (18,0–23,0 мг/кг). Предельно допустимая концентрация цинка в растениях соответствует 150,0–300,0 мг/кг [12], на исследуемых участках она не превышена.

Содержание ионов меди в растительных образцах *C. arborescens* не превышает 8 мг/кг сухого вещества на всех исследованных участках. На рис. 2 видно, что металл в корнях накапливается в количестве 7,0–8,0 мг/кг, в листьях – 6,0–8,0 мг/кг, превышая в небольших количествах фоновые значения и не превышая ПДК меди в растениях (15,0–20,0 мг/кг) [12].

В ходе проведённых исследований по определению ионов хрома в различных органах *C. arborescens* нами установлено, что элемент накапливается в наибольших количествах в корнях (6,7–14,0 мг/кг) и коре стебля (5,7–9,0 мг/кг), в наименьших – в листьях (2,6–3,5 мг/кг) (рис. 2). Отмечается превышение фоновых значений в коре стебля в среднем в 1,4 раза, в листьях – в среднем в 1,5 раза. На всех участках в исследуемых органах *C. arborescens* наблюдается превышение ПДК хрома (1,0–2,0 мг/кг) [12]. Наибольшее количество элемента отмечается в корне на фоновом участке (в 7 раз) и пос. Первомайский (в 5,7 раз).

На всех участках содержание ионов рубидия в листьях *C. arborescens* отмечается в пределах 4,5–6,0 мг/кг (рис. 2). Сходные концентрации элемента отмечены в корне и коре стебля (3,0 и 4,5 мг/кг соответственно). Литературные данные не содержат информации о ПДК, нормальном и фитотоксичном содержании рубидия в растениях, поэтому на исследуемых участках мы сравниваем аккумуляцию элемента органами *C. arborescens* с фоновыми показателями. На участке в пос. Первомайский и пос. Новоорловск нами отмечается превышение фоновых значений рубидия в листьях *C. arborescens*, а на территории всех исследуемых участков – в корне и коре стебля.

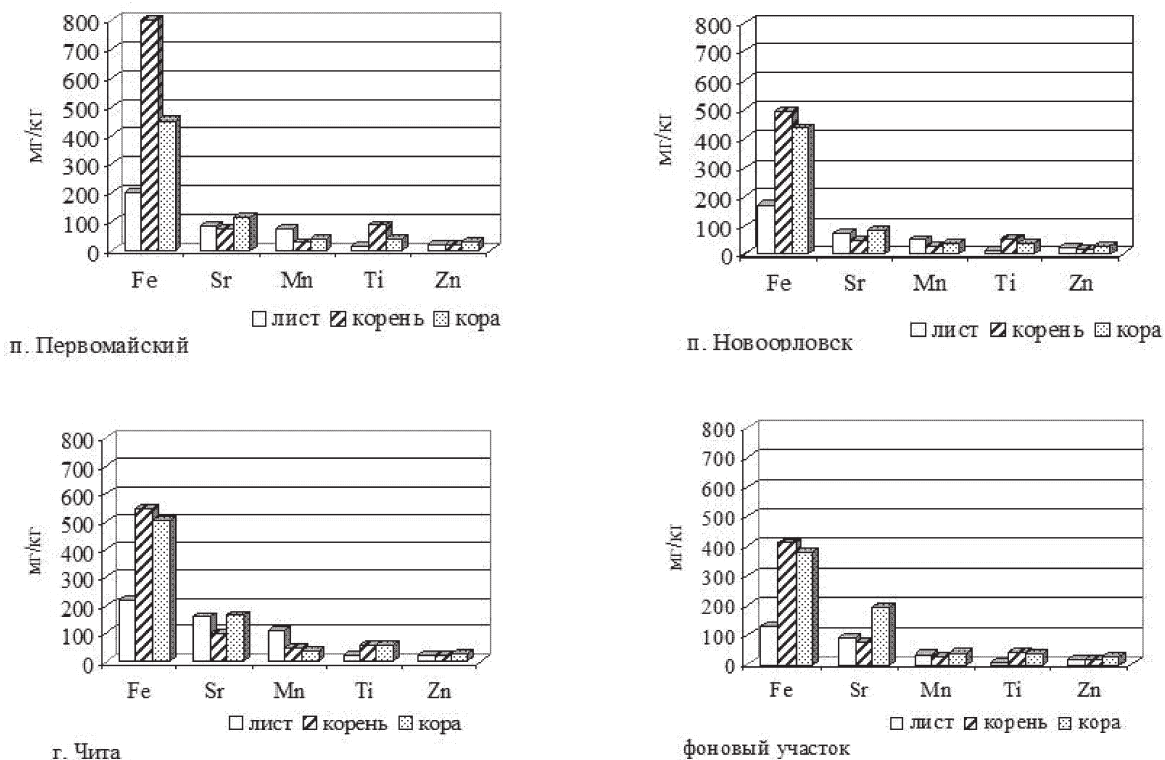


Рис. 1. Среднее содержание Fe, Sr, Mn, Ti и Zn в органах *Caragana arborescens*, мг/кг (2009 г.)

Fig. 1. Average content of Fe, Sr, Mn, Ti and Zn in organs of *Caragana arborescens*, mg/kg (2009)

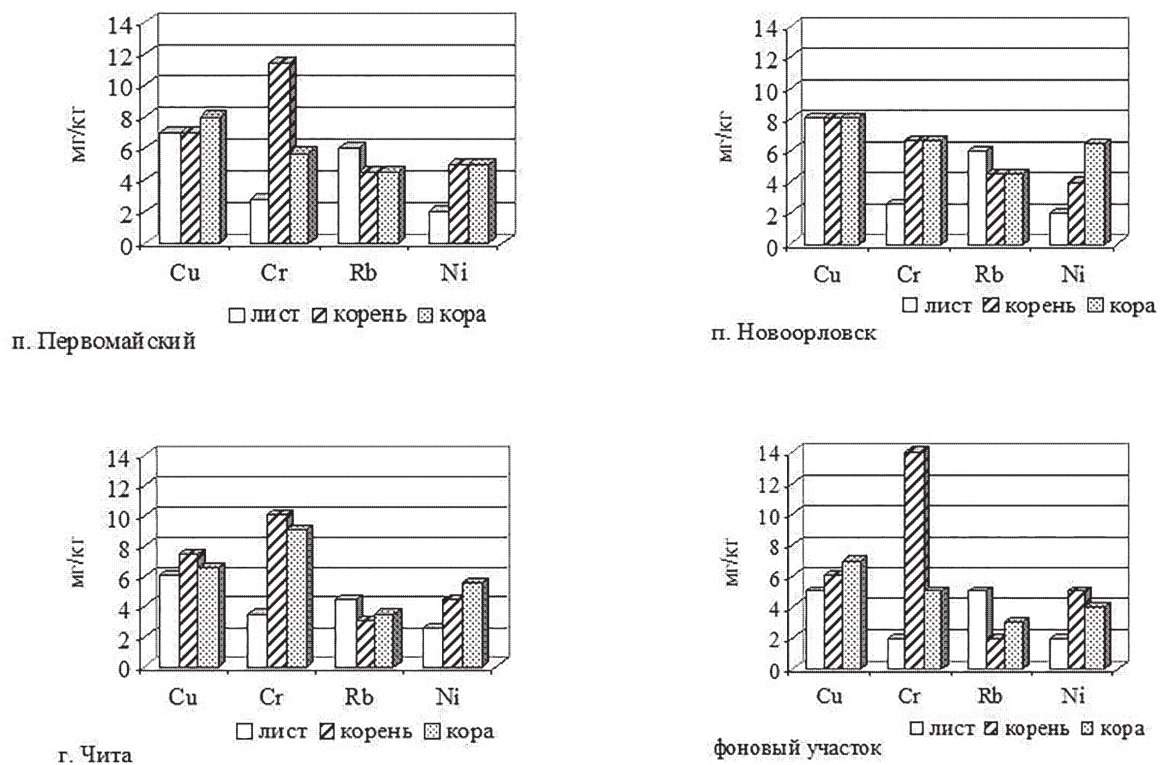


Рис. 2. Среднее содержание Cu, Cr, Rb и Ni в органах *Caragana arborescens*, мг/кг (2009 г.)

Fig. 2. Average content of Cu, Cr, Rb and Ni in organs of *Caragana arborescens*, mg/kg (2009)

Ионы никеля слабо аккумулируются органами *S. arborescens* на всех исследованных участках (рис. 2). Максимальное количество ионов никеля зафиксировано в коре стебля (5,0–6,5 мг/кг) и корне (4,0–5,0 мг/кг), минимальное – в листьях (2,0–2,5 мг/кг). Следует отметить, что на территориях с повышенным антропогенным воздействием (пос. Первомайский и пос. Новоорловск) наибольшее накопление металла происходит в корне и коре стебля, в небольших количествах превышая значение фона. Превышение ПДК никеля в растениях (20,0–30,0 мг/кг) [12] не наблюдается ни на одном из исследуемых участков.

Заключение. Проведённый анализ способности *S. arborescens* к накоплению ионов железа, стронция, марганца, титана, цинка, меди, хрома, рубидия и никеля позволил выявить способность данного вида концентрировать исследуемые металлы в большей степени в корнях и коре стебля. Стронций и цинк в наибольших количествах аккумулируются в коре стебля и в листьях. Медь накапливается в корне и листьях. Марганец и рубидий концентрируются в листьях. Для всех исследуемых металлов отмечается превышение фоновых значений. Прслеживается превышение нормы содержания железа в корне и коре стебля на всех исследуемых участках (в пос. Первомайский превышена критическая концентрация элемента). В г. Чита превышена норма содержания стронция в листьях *S. arborescens*, в коре стебля – на фоновом участке и г. Чита. Для хрома отмечается превышение ПДК в исследуемом виде на всех исследуемых участках.

Таким образом, исследование показало, что *S. arborescens* способна поглощать различными органами ионы железа, стронция, марганца, титана, цинка, меди, хрома, рубидия и никеля в существенных количествах, тем самым способствуя их временному выводу из круговорота веществ. Данный вид рекомендуется нами для озеленения урбанизированных территорий и санитарно-защитных зон, в целях максимального очищения окружающей среды от опасных выбросов ТМ. Полученные данные могут служить основой для мониторинга компонентов экосистемы в зоне антропогенного воздействия и оценки экологической ситуации на исследуемых территориях. Материалы исследований могут быть использованы при проведении научно-исследовательских работ, связанных с зелёным строительством и лесным хозяйством, а также в учебном процессе вузов Забайкальского края.

Список литературы

1. Бабич Н. А., Зальвская О. С., Травникова Г. И. Интродуценты в зелёном строительстве северных городов. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. 144 с.
2. Бухарина И. Л., Поварничина Т. М., Ведерников К. Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
3. Войтюк Е. А. Аккумуляция тяжёлых металлов в почве и растениях в условиях городской среды (на примере г. Чита): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Улан-Удэ, 2011. 22 с.
4. Горышина Т. К. Растение в городе. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 152 с.
5. Ефименко Е. А., Лескова О. А., Якимова Е. П. Роль растений в детоксикации тяжёлых металлов в городской среде // Естественные и технические науки. М.: Спутник*, 2008. № 5. С. 59–63.
6. Копылова Л. В. Накопление тяжёлых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Улан-Удэ, 2012. 24 с.
7. Краснощёрова Л. В., Ефименко Е. А., Лескова О. А., Якимова Е. П. Накопление тяжёлых металлов древесными растениями г. Читы // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф. Чита, 2009. С. 64–67.
8. Кулагин А. А., Шагиева Ю. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005. 190 с.
9. Курбатский В. И. *Caragana Lam.* – Карагана // Флора Сибири. *Fabaceae (Leguminosae)*. Новосибирск: Наука, 1994. Т. 9. С. 13–15.
10. Малая энциклопедия Забайкалья. Природное наследие. Новосибирск: Наука, 2009. 698 с.
11. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н. Г. Зырина, С. Г. Малахова. М.: Гидрометеоиздат, 1981. 109 с.
12. Прохорова Н. В., Матвеев Н. М., Павловский В. А. Аккумуляция тяжёлых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 1998. 131 с.
13. Черненко Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 191 с.
14. Юргенсон Г. А. Минеральное сырьё Забайкалья. Ч. 1. Чёрные и цветные металлы. Чита: Поиск, 2006. 56 с.

References

1. Babich N. A., Zalyvskaya O. S., Travnikova G. I. Introdutsenty v zelenom stroitel'stve severnykh gorodov. Arkhangel'sk: Arkhang. gos. tekhn. un-t, 2008. 144 s.

2. Bukharina I. L., Povarnitsina T. M., Vedernikov K. E. Ekologo-biologicheskie osobennosti drevesnykh rastenii v urbanizirovannoi srede. Izhevsk: Izhevskaya GSKhA, 2007. 216 s.
3. Voityuk E. A. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov v pochve i rasteniyakh v usloviyakh gorodskoi sredy (na primere g. Chita): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.08. Ulan-Ude, 2011. 22 s.
4. Goryshina T. K. Rastenie v gorode. L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1991. 152 s.
5. Efimenko E. A., Leskova O. A., Yakimova E. P. Rol' rastenii v detoksikatsii tyazhelykh metallov v gorodskoi srede // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. M.: Sputnik+, 2008. № 5. S. 59–63.
6. Kopylova L. V. Nakoplenie tyazhelykh metallov v drevesnykh rasteniyakh na urbanizirovannykh territoriyakh Vostochnogo Zabaikal'ya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.08. Ulan-Ude, 2012. 24 s.
7. Krasnoperova L. V., Efimenko E. A., Leskova O. A., Yakimova E. P. Nakoplenie tyazhelykh metallov drevesnymi rasteniyami g. Chity // Problemy ozeleneniya gorodov Sibiri i sopedel'nykh territorii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Chita, 2009. S. 64–67.
8. Kulagin A. A., Shagieva Yu. A. Drevesnye rasteniya i biologicheskaya konservatsiya promyshlennykh zagryaznitelei. M.: Nauka, 2005. 190 s.
9. Kurbatskii V. I. *Caragana Lam.* – Karagana // Flora Sibiri. *Fabaceae (Leguminosae)*. Novosibirsk: Nauka, 1994. T. 9. S. 13–15.
10. Malaya entsiklopediya Zabaikal'ya. Prirodnoe nasledie. Novosibirsk: Nauka, 2009. 698 s.
11. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rastenii pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchei sredy metallami / pod red. N. G. Zyrina, S. G. Malakhova. M.: Gidrometeoizdat, 1981. 109 s.
12. Prokhorova N. V., Matveev N. M., Pavlovskii V. A. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov dikorastushchimi i kul'turnymi rasteniyami v lesostepnom i stepnom Povolzh'e. Samara: Izd-vo Samar. un-ta, 1998. 131 s.
13. Chernenkova T. V. Reaktsiya lesnoi rastitel'nosti na promyshlennoe zagryaznenie. M.: Nauka, 2002. 191 s.
14. Yurgenson G. A. Mineral'noe syr'e Zabaikal'ya. Ch. 1. Chernye i tsvetnye metally. Chita: Poisk, 2006. 56 s.

Статья поступила в редакцию 19.11.2016; принята к публикации 25.12.2016

Received: November 19, 2016; accepted for publication: December 25, 2016

Библиографическое описание статьи

Копылова Л. В. Накопление тяжёлых металлов *Caragana arborescens* Lam. в условиях антропогенного воздействия (Забайкальский край) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 20–25.

Reference to the article

Kopylova L. V. Accumulation of Heavy Metals *Caragana arborescens* Lam. in the Conditions of Anthropogenic Influence (Zabaikalsky Krai) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. Pp. 20–25.

УДК 574/577

Ольга Александровна Лескова¹,
кандидат биологических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: leskova-olga@inbox.ru

Артём Петрович Лесков²,
кандидат биологических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: artem-leskov@inbox.ru

Содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих грибах Забайкальского края

В статье представлена экспериментальная работа по количественному определению содержания микро- и макроэлементов в некоторых природных объектах на территории Шелопугинского района (Забайкальский край). Объектами исследования являлись съедобные виды грибов: *Leccinum aurantiacum*, *Suillus luteus*, *Russula delica*, *Agaricus silvaticus*, *Xerocomus subtomentosus*. Содержание ионов элементов в грибах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа. Проведённое исследование показало, что все виды грибов в наибольшем количестве из элементов-неметаллов накапливают фосфор. Данный элемент в наибольшем количестве зафиксирован в *Agaricus silvaticus*. У этого же вида зафиксировано максимальное содержание кремния и хлора. Среди биогенных элементов-металлов наибольшее содержание определено для калия. Максимальное содержание натрия, кальция, стронция и бария зафиксировано в *Agaricus silvaticus*. При определении тяжёлых металлов было зафиксировано максимальное содержание железа в *Agaricus silvaticus*. Выявлено превышение предельно допустимых концентраций для цинка и меди для всех исследуемых видов. Минимальная аккумуляция отмечена для никеля. Большая часть исследованных тяжёлых металлов обнаружена в *Agaricus silvaticus*. Минимальное содержание всех исследованных элементов отмечено в плодовых телах *Suillus luteus* и *Xerocomus subtomentosus*. Содержание тяжёлых металлов в грибах Забайкальского края выше по сравнению с накоплением их в грибах других зон России. Результаты исследования можно использовать для проведения экологического мониторинга на территории Забайкальского края, а также при организации научно-исследовательской работы студентов.

Ключевые слова: грибы, биогенные элементы, тяжёлые металлы, Забайкальский край

¹ О. А. Лескова – основной автор, является организатором исследования, осуществляет подготовку статьи к публикации, формулирует выводы и обобщает итоги реализации коллективного проекта.

² А. П. Лесков является исполнителем исследования, осуществляет сбор материала и подготовку статьи к публикации.

Olga A. Leskova¹,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: leskova-olga@inbox.ru

Artem P. Leskov²,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: artem-leskov@inbox.ru

Macro- and Microelements Contents in Some Types of Wild Mushrooms (Zabaikalsky Krai)

The article presents experimental work on quantitative determination of macro and micro elements content in some natural objects on the territory of Shelopuginsky District (Zabaikalsky Krai). The objects of research were some edible mushroom species: *Leccinum aurantiacum*, *Suillus luteus*, *Russula delica*, *Agaricus silvaticus*, *Xerocomus subtomentosus*. Ionic content of the elements in the mushrooms was determined using the method of x-ray fluorescent analysis. The research carried out showed that all mushroom species accumulate some nonmetal elements, including the largest quantity of phosphorus. The largest quantity of this elements was found in *Agaricus silvaticus*. This species had a maximum silicon and chlorine content. There was the largest potassium content among biogenic metal elements. *Agaricus silvaticus* was characterized by a maximum sodium, calcium, strontium and barium content. Determination of heavy metals showed the maximum iron content in *Agaricus silvaticus*. The maximum allowable concentration of zinc and copper was exceeding for all the species studied. Nickel had a minimum accumulation. Most of the heavy metals studied was found in *Agaricus silvaticus*. The minimum content of all the elements studied was determined in fruit bodies of *Suillus luteus* and *Xerocomus subtomentosus*. Heavy metal concentration in the mushrooms of Zabaikalsky Krai is higher than in those of other regions of Russia. The research findings can be used for ecological monitoring on the territory of Zabaikalsky Krai, as well as for organizing the students' scientific research.

Keywords: mushrooms, biogenic elements, heavy metals, Zabaikalsky Krai

Введение. Оценка поступления химических элементов в организм человека с продуктами питания является одной из важных составляющих частей экологического мониторинга. Важными поставщиками макро- и микроэлементов могут служить съедобные грибы. Среди биологических компонентов наземных экосистем именно грибы могут накапливать максимальные концентрации биогенных химических элементов в плодовых телах [4].

Количество минеральных веществ в дикорастущих грибах сопоставимо с овощами [1]. Большинство видов грибов можно считать достаточно значимыми источниками калия, магния, фосфора, железа, марганца, меди. Однако наряду с важными биогенными элементами макромикробы могут накапливать соединения с ярко выраженными токсичными свойствами. К таким соединениям относят производные тяжёлых металлов, которые оказывают повреждающее действие на разные структуры живого организма. Тяжёлые металлы являются сопутствующими компонентами выбросов автотранспорта, сжигания углей, промышленных предприятий [5; 10].

Грибы – гетеротрофные организмы, способные к мощной аккумуляции различных веществ, в том числе и загрязняющих (тяжёлые металлы, радионуклиды) [8]. Грибы для человека являются излюбленным объектом природопользования и составляют значительную часть пищевого рациона сибирского населения. Поэтому грибы с накопленными в них веществами, в том числе и ядовитыми, могут быть источником поступления их в организм человека при использовании в пищу.

Целью исследования являлось проведение количественного определения некоторых элементов в съедобных дикорастущих грибах, произрастающих на территории Забайкальского края.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили пять видов съедобных грибов: подосиновик красный (*Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray), маслёнок обыкновенный

¹ O. A. Leskova is the main author, the organizer of the research, she has prepared an article for publication, formulated conclusions and generalized results of implementation of the collective project.

² A. P. Leskov is the executor of the research, who has collected material and prepared an article for publication.

новенный (*Suillus luteus* (L.) Roussel), подгруздок белый или груздь сухой (*Russula delica* Fr.), шампиньон лесной (*Agaricus silvaticus* Secr.), моховик зелёный (*Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.) Отбор образцов проводили согласно общепринятым методикам [7].

Исследования и сбор материалов проводились на территории Забайкальского края: в окрестностях с. Вершино-Шахтама (Шелопугинский район).

Определение содержания химических элементов выполнено методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на спектрометре S4 Pioneer (Bruker AXS, Germany) на базе лаборатории рентгеновских методов анализа института геохимии СО РАН г. Иркутск.

Результаты и их обсуждение. Все исследованные виды грибов содержат большое количество фосфора (табл. 1). По данным некоторых исследователей, именно этот химический элемент способен накапливать грибы в относительно больших количествах [1]. Следует отметить, что данный элемент в максимальном количестве зафиксирован в *Agaricus silvaticus* – 15930 мг/кг, в минимальном – в *Russula delica*. Кремний в наибольшем количестве зафиксирован в плодовых телах *Agaricus silvaticus* – 1839 мг/кг. Наименьшая концентрация данного элемента зафиксирована в *Xerocomus subtomentosus* – 85 мг/кг. Как известно, сера входит в состав протеиногенных аминокислот и, следовательно, выполняет важнейшую функцию в процессе белкового синтеза. Максимальное количество данного элемента обнаружено в *Leccinum aurantiacum* – 8100 мг/кг, минимальное – в *Xerocomus subtomentosus* – 1010 мг/кг. Максимальное накопление хлора отмечено для *Agaricus silvaticus* – 7978 мг/кг. Все изучаемые виды грибов накапливают соединения брома в минимальных количествах, за исключением *Leccinum aurantiacum*, в котором количество данного элемента соответствует 11 мг/кг.

Таблица 1

Содержание элементов – неметаллов – в съедобных дикорастущих грибах (Забайкальский край), мг/кг

Вид	Si	P	S	Cl	Br
<i>Leccinum aurantiacum</i>	176	5890	8100	1416	11
<i>Suillus luteus</i>	130	8990	2820	419	<1
<i>Agaricus silvaticus</i>	1839	15930	4650	7978	1
<i>Russula delica</i>	666	4800	1220	375	<1
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	85	5410	1010	226	<1
ПДК	–	–	–	–	–

Как видно из табл. 2, из представленного перечня биогенных элементов – металлов – наибольшее содержание отмечено для калия, причём максимальное его количество обнаружено в *Agaricus silvaticus* – 50740 мг/кг, минимальное количество зафиксировано в *Leccinum aurantiacum* – 30740 мг/кг.

Максимальное содержание натрия, кальция, стронция и бария также зафиксировано в *Agaricus silvaticus*. Обнаружено минимальное накопление стронция и бария. Следует отметить, что наименьшее содержание всех элементов зафиксировано в *Xerocomus subtomentosus*.

Таблица 2

Содержание элементов – металлов – в съедобных дикорастущих грибах (Забайкальский край), мг/кг

Вид	Na	K	Rb	Ca	Sr	Ba
<i>Leccinum aurantiacum</i>	146	30740	129	82	1	5
<i>Suillus luteus</i>	119	42230	1119	85	1	5
<i>Agaricus silvaticus</i>	709	50740	38	320	6	10
<i>Russula delica</i>	121	33340	41	110	2	8
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	44	47010	961	30	2	9
ПДК	–	–	–	–	–	–

Как отмечают некоторые исследователи, в последнее время участились случаи отравления съедобными грибами, даже правильно приготовленными [3; 9]. Причина заключается в свойстве шляпочных грибов активно накапливать в своём теле химические вещества, которые, попадая в организм человека в больших количествах, опасны для его здоровья. К таким токсикантам относят тяжёлые металлы. При количественном определении железа в грибах максимальная концентрация этого элемента была зафиксирована в *Agaricus silvaticus* – 370 мг/кг, наименьшая – в *Xerocomus subtomentosus* – 33 мг/кг (табл. 3). По содержанию желе-

за грибы можно расположить в следующей последовательности: *Agaricus silvaticus* > *Russula delica* > *Leccinum aurantiacum* > *Suillus luteus* > *Xerocomus subtomentosus*. Следует отметить, что для *Russula delica* в некоторых районах Алтайского края отмечены небольшие концентрации этого элемента – 36 мг/кг [3], а по результатам нашего исследования зафиксировано большее количество – 103 мг/кг. Для европейской части России в плодовых телах *Leccinum aurantiacum* зафиксировано 2,6 мг/кг, а в нашем случае – 59 мг/кг; для *Suillus luteus* – 4,5 мг/кг, в нашем опыте – 48 мг/кг [9].

Таблица 3

Содержание тяжёлых металлов в съедобных дикорастущих грибах (Забайкальский край), мг/кг

Образец	Fe	Cu	Ni	Zn
<i>Leccinum aurantiacum</i>	59	44	<1,5	161
<i>Suillus luteus</i>	48	19	<1,5	100
<i>Agaricus silvaticus</i>	370	52	<1,5	101
<i>Russula delica</i>	103	35	<1,5	79
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	33	35	< 1,5	51
ПДК	–	10	–	20

На втором месте среди тяжёлых металлов по содержанию в плодовых телах находится цинк. Было зафиксировано превышение ПДК для всех видов грибов по данному элементу [6]. Считается, что цинк наименее токсичен среди всех тяжёлых металлов, хотя его количество строго регламентировано – 20 мг/кг [3]. Максимальное количество цинка обнаружено в *Leccinum aurantiacum* – превышение ПДК в 8 раз, минимальное количество – в *Xerocomus subtomentosus* – превышение в 2,5 раза. По уменьшению содержания цинка в плодовых телах можно выстроить следующую последовательность: *Leccinum aurantiacum* > *Agaricus silvaticus* > *Suillus luteus* > *Russula delica* > *Xerocomus subtomentosus*. Для *Russula delica* в некоторых районах Алтайского края отмечены небольшие концентрации этого элемента – 39,1 мг/кг [3], а по результатам нашего исследования зафиксировано большее его количество – 79 мг/кг. Для европейской части России в плодовых телах *Leccinum aurantiacum* зафиксировано 8,6 мг/кг, на территории Свердловской области – 205 мг/кг, а в нашем случае – 161 мг/кг; для *Suillus luteus* (Европейская часть России) – 4,8 мг/кг, в нашем опыте – 100 мг/кг [2; 9]. При количественном определении соединений меди было обнаружено превышение ПДК во всех видах грибов. Максимальное содержание элемента зафиксировано в *Agaricus silvaticus* – превышение ПДК в 5 раз. Определено, что в *Russula delica* в некоторых районах Алтайского края отмечены небольшие концентрации этого элемента – 28,6 мг/кг [3], а по результатам нашего исследования зафиксировано большее количество – 35 мг/кг. Для европейской части России в плодовых телах *Leccinum aurantiacum* зафиксировано 2,4 мг/кг, на территории Свердловской области – 33,9 мг/кг, в нашем случае – 44 мг/кг; для *Suillus luteus* (Европейская часть России) – 0,7 мг/кг, в нашем опыте – 19 мг/кг [9]. По содержанию меди виды можно расположить в следующей последовательности: *Agaricus silvaticus* > *Leccinum aurantiacum* > *Russula delica* ≈ *Xerocomus subtomentosus* > *Suillus luteus*. Во всех исследуемых видах отмечается небольшая концентрация никеля.

Таким образом, исследуемые виды грибов среди элементов-органогенов в большем количестве накапливают фосфор и калий. Почти все определяемые биогенные элементы в максимальном количестве обнаружены в *Agaricus silvaticus*. В исследуемых грибах выявлены высокие концентрации железа, меди и цинка. В некоторых видах грибов, произрастающих на территории Забайкальского края, содержание железа, цинка и меди выше по сравнению с накоплением их в этих же грибах из других зон России. Зафиксировано превышение ПДК по цинку и меди (для других исследуемых тяжёлых металлов данные концентрации не известны).

Список литературы

1. Бакайтис В. И., Басалаева С. Н. Содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих грибах Новосибирской области // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 2. С. 73–76.
2. Безель В. С., Мухачева С. В., Трубина М. Р., Пищулин П. Г., Воробейчик Е. Л. Продукция природных экосистем в пищевых рационах населения Свердловской области // Аграр. вестн. Урала. 2010. № 6. С. 61–65.
3. Горбунова И. А. Тяжёлые металлы и радионуклиды в плодовых телах макромицетов в Республике Алтай // Сибир. экол. журн. 1999. № 3. С. 277–280.

4. Иванов А. И., Костычев А. А., Скобанев А. В. Аккумуляция тяжёлых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп // Поволж. экол. журн. 2008. № 3. С. 190–199.
5. Маркова М. Е., Урьяш В. Ф., Степанова Е. А., Груздева А. Е., Гришатов Н. В., Демарин В. Т., Туманова А. Н. Сорбция тяжёлых металлов высшими грибами и хитином разного происхождения в опытах in vitro // Вестн. Нижегород. ун-та. 2008. № 6. С. 118–124.
6. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. М.: Изд-во стандартов, 1990. 185 с.
7. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н. Г. Зырина, С. Г. Малахова. М.: Гидрометеиздат, 1981. 109 с.
8. Отмахов В. И., Петрова Е. В., Пушкарева Т. Н., Островерхова Г. П. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжёлых металлов и использование её для целей экомониторинга // Изв. Томск. ун-та. 2004. Т. 307, № 6. С. 44–48.
9. Оценка факторов, влияющих на микроэлементный состав базидиальных грибов европейской части России / А. В. Горбунов [и др.]. Дубна: Объед. ин-т ядер. исслед., 2009. 15 с.
10. Попова М. Г. О дикорастущих съедобных грибах Центральной Якутии // Наука и техника в Якутии. 2009. № 1. С. 94–96.

References

1. Bakaitis V. I., Basalaeva S. N. Soderzhanie makro- i mikroelementov v dikorastushchikh gribakh Novosibirskoi oblasti // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2009. № 2. S. 73–76.
2. Bezel' V. S., Mukhacheva S. V., Trubina M. R., Pishchulin P. G., Vorobeichik E. L. Produktsiya prirodnykh ekosistem v pishchevykh ratsionakh naseleniya Sverdlovskoi oblasti // Agrar. vestn. Urala. 2010. № 6. S. 61–65.
3. Gorbunova I. A. Tyazhelye metally i radionuklidy v plodovykh telakh makromitsetov v Respublike Altai // Sibir. ekol. zhurn. 1999. № 3. S. 277–280.
4. Ivanov A. I., Kostychev A. A., Skobanov A. V. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov i mysh'yaka bazidiomami makromitsetov razlichnykh ekologo-troficheskikh i taksonomicheskikh grupp // Povolzh. ekol. zhurn. 2008. № 3. S. 190–199.
5. Markova M. E., Ur'yash V. F., Stepanova E. A., Gruzdeva A. E., Grishatova N. V., Demarin V. T., Tumanova A. N. Sorbtsiya tyazhelykh metallov vysshimi gribami i khitinom raznogo proiskhozhdeniya v opytakh in vitro // Vestn. Nizhegor. un-ta. 2008. № 6. S. 118–124.
6. Mediko-biologicheskie trebovaniya i sanitarnye normy kachestva prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov. M.: Izd-vo standartov, 1990. 185 s.
7. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rasteniy pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchei sredy metallami / pod red. N. G. Zyryina, S. G. Malakhova. M.: Gidrometeoizdat, 1981. 109 s.
8. Otmakhov V. I., Petrova E. V., Pushkareva T. N., Ostroverkhova G. P. Atomno-emissionnaya metodika analiza gribov na sodержание tyazhelykh metallov i ispol'zovanie ee dlya tselei ekomonitoringa // Izv. Tomsk. un-ta. 2004. T. 307, № 6. S. 44–48.
9. Otsenka faktorov, vliyayushchikh na mikroelementnyi sostav bazidial'nykh gribov evropeiskoi chasti Rossii / A. V. Gorbunov [i dr.]. Dubna: Ob"ed. in-t yader. issled., 2009. 15 s.
10. Popova M. G. O dikorastushchikh s"edobnykh gribakh Tsentral'noi Yakutii // Nauka i tekhnika v Yakutii. 2009. № 1. S. 94–96.

Статья поступила в редакцию 21.11.2016; принята к публикации 12.01.2017

Received: November 21, 2016; accepted for publication: January 12, 2017

Библиографическое описание статьи

Лескова О. А., Лесков А. П. Содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих грибах Забайкальского края // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 26–30.

Reference to the article

Leskova O. A., Leskov A. P. Macro- and Microelements Contents in Some Types of Wild Mushrooms (Zabaikalsky Krai) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 26–30.

УДК 504.5: 581.5

Галина Юрьевна Самойленко¹,
ассистент,

Читинская государственная медицинская академия
(672000, Россия, г. Чита, ул. Горького, 39а),
e-mail: g.s.311278@mail.ru

Евгений Александрович Бондаревич²,
кандидат биологических наук, доцент,

Читинская государственная медицинская академия
(672000, Россия, г. Чита, ул. Горького, 39а),
e-mail: bondarevich84@mail.ru

Наталья Николаевна Коцюржинская³,
кандидат биологических наук, доцент,

Читинская государственная медицинская академия
(672000, Россия, г. Чита, ул. Горького, 39а),
e-mail: nata_nik_k@mail.ru

Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом

Приведена оценка степени загрязнения почв и некоторых дикорастущих растений ионами цинка, свинца, кадмия и меди в условиях города Читы. Для определения использовался инверсионно-вольтамперометрический метод с трёхэлектродной системой, с амальгамным электродом. Абсолютные значения массовых концентраций указывали на низкий и средний уровень загрязнённости почв и растений. Были вычислены коэффициенты техногенной концентрации элементов (K_c), накопления (K_n) и суммарного показателя загрязнения (Z_c). По результатам исследования установлено, что загрязнённость подвижными формами тяжёлых металлов почвенного покрова ни на одном из исследованных участков не превышала предельно допустимую концентрацию. По величине Z_c большая часть пунктов (№ 1, 3 и 4) характеризуются высоким уровнем загрязнения по сумме абсолютных показателей. Относительную оценку загрязнённости растений проводили по величине коэффициента накопления (K_n), и по этому значению *Stellera chamaejasme*, *Potentilla tanacetifolia* и *Artemisia gmelinii* энергично накапливали в течение вегетационного периода тяжёлые металлы. Изучение фолиарного пути поступления тяжёлых металлов показало, что среди изученных дикорастущих видов в большей степени цинк накапливался в листьях *Artemisia gmelinii*, кадмий – листьями *Stellera chamaejasme*, свинец – листьями *Oxytropis myriophylla*. Избыточного поступления меди не отмечено. Исследование соотношений коэффициентов техногенной концентрации элементов и накопления показывает, что пыль и другие аэрозольные формы тяжёлых металлов являются существенными источниками загрязнения растений в условиях городской среды.

Ключевые слова: инверсионно-вольтамперометрический метод, тяжёлые металлы, коэффициент техногенной концентрации элементов, коэффициент суммарного показателя загрязнения, коэффициент накопления

¹ Г. Ю. Самойленко – сбор материала, литературный обзор, выполнение практической части работы, обработка и оформление результатов.

² Е. А. Бондаревич – руководитель, осуществляющий сбор материала, литературный обзор, выполнение практической части работы, обработку и оформление результатов.

³ Н. Н. Коцюржинская – руководитель.

Galina Yu. Samoylenko¹,

Assistant,

Chita State Medical Academy

(39a Gorkogo st., Chita, 672000, Russia),

e-mail: g.s.311278@mail.ru

Evgenii A. Bondarevich²,

Candidate of Biology, Associate Professor,

Chita State Medical Academy

(39a Gorkogo st., Chita, 672000, Russia),

e-mail: bondarevich84@mail.ru

Natalia N. Kotsyurzhinskaya³,

Candidate of Biology, Associate Professor,

Chita State Medical Academy

(39a Gorkogo st., Chita, 672000, Russia),

e-mail: nata_nik_k@mail.ru

Studying the Quantitative Indices of Heavy Metals in Soils and Wild-Growing Plants by an Inversion-Voltamperometric Method

We have studied the pollution degree of soils and some wild plants by ions of zinc, lead, cadmium and copper in the city of Chita. An inversion – voltamperometric method with three-electrode system with amalgam electrode was used for the research. Absolute values of the mass concentration indicate low and medium level of contamination of soils and plants. Calculation of relative ratios reflecting the ratio between various toxicants in soil and plants by conventional methods revealed a more complicated dependence on the “soil-plant” system. Anthropogenic factors of element concentrations (K_c), accumulation (K_H) and total pollution index (Z_c) were calculated. The study revealed that contamination of the soil cover by mobile forms of heavy metals does not exceed the maximum permissible concentration on any of the investigated sites. The magnitude Z_c for most of the items (№ 1, 3 and 4) is characterized by a high level of contamination by the sum of absolute values. The relative evaluation of plant contamination carried out according to the value of the accumulation factor (K_H) and the present value *Stellera chamaejasme*, *Potentilla tanacetifolia* and *Artemisia gmelinii* vigorously accumulated heavy metals during the growing season. At the same time the plant did not show signs of pathological changes. Study of foliar ways of heavy metals showed that zinc was accumulated most intensively in the leaves of *Artemisia gmelinii*, cadmium – in leaves of *Stellera chamaejasme*, lead – in leaves of *Oxytropis myriophylla*. The excess copper revenues were observed. The study of relations between man-made elements concentration and accumulation of factors shows that dust and other aerosol forms of heavy metals are a significant source of plant pollution in the urban environment.

Keywords: inversion-voltamperometric method, heavy metals, concentration factor of technological elements, ratio of the total indicator of pollution, accumulation rate

Введение. В связи с ростом урбанизации происходит изменение городской среды, которая во многих отношениях отличается от природной. Загрязнение тяжёлыми металлами окружающей среды городов существенно ухудшает экологическое состояние территорий, вызывает изменение химического состава всех природных компонентов урбоэкосистемы [4]. Технологические выбросы поступают в атмосферу, затем, выпадая на почвенную поверхность, накапливаются в её верхних горизонтах и вновь включаются в природные и техногенные циклы [11]. Одним из критериев оценки степени техногенной трансформации окружающей среды является изучение содержания и миграции тяжёлых металлов в системе «почва-растение» [6; 12]. В естественных условиях почвы и растения адаптировались к природным геохимическим зонам, содержат определённое количество тяжёлых металлов, чрезмерное накопление которых может оказаться причиной новых аномалий [3; 9].

¹ G. Yu. Samoylenko collected the material, made literary review, implemented the practical part of the work, processed and presented the results.

² E. A. Bondarevich, is a supervisor, who collected the material, made literary review, implemented the practical part of the work, processed and presented the results.

³ N. N. Kotsyurzhinskaya is a supervisor.

Проблема накопления и миграции химических элементов требует значительного внимания и изучения, несмотря на достаточное количество литературных данных по характеру загрязнения городских территорий [1].

Цель. На основе расчёта суммарного показателя загрязнения почв подвижными формами тяжёлых металлов (Z_c) и коэффициентов накопления (K_n) и техногенной концентрации (K_c) определить степень загрязнения почв и некоторых дикорастущих растений в условиях городской среды.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования были образцы почв ($n = 16$) и растения ($n = 56$), которые отбирали согласно общепринятым методикам [6] в июне и августе 2015 г. Почвенные образцы были взяты из корнеобитаемого слоя (0–15 см) и высушены в сушильном шкафу при 105 °С. Далее навески воздушно-сухой пробы массой $5,00 \pm 0,01$ г помещали в коническую колбу вместимостью 100 мл. Мерным цилиндром к пробе приливали 50,0 мл ацетатно-аммонийного буферного раствора с $pH=4,8$ (соотношение проба : раствор – 1 : 10). Колба с пробой перемешивалась и в закрытом виде выдерживалась 24 ч при комнатной температуре (при этом 5–7 раз также происходило перемешивание). Затем пробы отфильтровывали с бумажным складчатым фильтром «белая лента» (предварительно отмытого CH_3COO^- / NH_4^+ – буферным раствором). Фильтрат собирали в мерную колбу вместимостью 50,0 мл и доводили до метки буферным раствором.

Фильтрат объёмом 2,00 мл вносили в кварцевые стаканчики (проверенные на чистоту и обработанные на озонаторе «Чисто-ТА»). Полученные вытяжки выпаривали в камере выпаривания печи «ПДП-Аналитика» при температуре 160–180 °С до сухого остатка. Если зола содержала угольные включения, то сухой остаток в кварцевых стаканчиках выдерживали в муфельной печи «ПДП-Аналитика» в течение 30 мин при 450 °С. Перед анализом золу растворяли в 0,20 мл концентрированной муравьиной кислоты и добавляли 1,8 мл дистиллированной воды. Для анализа использовали аликвоту раствора объёмом 200,0–400,0 мкл [7].

Объектами исследования были следующие виды многолетних травянистых растений: лапчатка пижмолистная (*Potentilla tanacetifolia* Willd. ex Schltl.), стеллера карликовая (*Stellera chamaejasme* L.), остролодочник тысячелистный (*Oxytropis myriophylla* (Pall.) DC.) и полынь Гмелина (*Artemisia gmelinii* Web.). Выбранные виды являются широкораспространёнными растениями в фитоценозах региона.

На площадках отбирались растения, не имеющие повреждений, находящиеся в генеративной фазе, не крупные, одновозрастные.

Растительный материал разделяли на отдельные органы: листья, стебли, корни, генеративные органы (цветки или плоды). Органы растений высушивали на воздухе и мелко измельчали. Навеску пробы массой 1,0 г высушивали в выпаривателе печи «ПДП-Аналитика» при температуре 150–350 °С до прекращения выделения дыма. После этого к золе добавляли 2,5–3,0 мл концентрированной азотной кислоты и подвергали выпариванию при температуре 150–250 °С до образования влажного осадка. Для более полного окисления органических веществ в конце мокрого озоления в кварцевые стаканы добавляли 30 %-ный раствор пероксида водорода.

Для полного удаления угольных включений пробу помещали в муфельную печь и выдерживали 30 мин при 450 °С. Если после озоления осадок имел угольные включения, все этапы мокрого озоления повторялись.

Перед анализом золу растворяли в 1,0 мл концентрированной муравьиной кислоты и далее добавляли 9,0 мл дистиллированной воды. Для анализа проб из полученного раствора отбирали аликвоту объёмом 500 мкл [8].

Биологическая повторность – 2-кратная, аналитическая – 3-кратная.

Выполнение измерений массовых концентраций Zn, Cd, Pb и Cu во всех пробах проводили на вольтамперометрическом анализаторе «ТА-Универсал». Трёхэлектродная электрохимическая ячейка составлялась из двух хлорсеребряных электродов (вспомогательного и сравнения, заполненных раствором KCl с молярной концентрацией 1 моль/л) и рабочего амальгамного электрода. Получение вольтамперограмм и обработка результатов измерений выполнялись в программе «ТА-Lab», согласно стандартной методике, загруженной из программы.

Для оценки интенсивности и степени опасности загрязнения почвы химическими веществами был рассчитан коэффициент техногенной концентрации элемента (K_c), полученный отношением концентрации элемента в исследуемой почве к концентрации элемента в фоновой почве, общая формула имеет вид:

$$K_c = \frac{K_{\text{общ.}}}{K_{\text{фак.}}}$$

Расчёт суммарного показателя загрязнения (Z_c) производили согласно следующей формуле:

$$Z_c = \sum_n K_c - (n - i),$$

где $i = 1$.

Корневое поступление элементов из почвы определяли с помощью коэффициента накопления (K_H), который выражает отношение содержания элемента в корнях к таковому в почве:

$$K_H = \frac{K_{\text{корни}}}{K_{\text{почва}}}$$

Для исследования были выбраны участки в окрестностях г. Чита: пункт № 1 – в районе горы Титовская сопка, урочище «Сухотино»; пункт № 2 – в востoku от спортивной базы «Орбита», верхняя часть остепнённого склона с южной экспозицией; пункт № 3 – в востoku от спортивной базы «Орбита», верхняя часть остепнённого склона с западной экспозицией; пункт № 4 – мкр. Сосновый бор, ул. Украинский бульвар, вблизи автомагистрали.

Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами статистического анализа.

Результаты и их обсуждение. Важным показателем загрязнения почв тяжёлыми металлами является содержание их подвижных форм (табл. 1).

Таблица 1

Среднее содержание подвижных форм тяжёлых металлов (ПФ ТМ) (в мг/кг) в почвах г. Чита, ($M \pm m$), средние коэффициенты техногенной концентрации тяжёлых металлов (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c) для почв г. Чита (июнь и август 2015 г.)

Район исследования	Среднее содержание ПФ ТМ (мг/кг) / K_c				Z_c
	Zn	Cd	Pb	Cu	
Пункт № 1 (июнь)	(4 ± 1) / 1,14	(0,011 ± 0,003) / 11,22	(0,26 ± 0,07) / 8,84	(0,35 ± 0,09) / 2,18	18,38
Пункт № 1 (август)	(6,3 ± 1,2) / 1,829	(0,018 ± 0,002) / 19,38	(0,3 ± 0,001) / 7,89	(1,3 ± 0,07) / 14,37	40,47
Пункт № 2 (июнь)	(1,9 ± 0,5) / 1,45 · 10 ⁻⁴	(0,01 ± 0,003) / 0,704	(0,29 ± 0,07) / 0,081	(0,26 ± 0,07) / 3,43 · 10 ⁻³	–
Пункт № 2 (август)	(6,6 ± 0,51) / 1,88	(0,047 ± 0,003) / 47,959	(0,38 ± 0,07) / 10	(0,41 ± 0,04) / 2,56	59,4
Пункт № 3 (июнь)	(0,31 ± 0,08) / 0,54	(1 ± 0,3) / 10,24	(0,44 ± 0,11) / 7,63	0 / 1,62	17,49
Пункт № 3 (август)	5,09 ± 0,81 / 1,457	0,029 ± 0,0003 / 30,61	0,24 ± 0,11 / 6,32	0,41 ± 0,005 / 2,56	37,95
Пункт № 4 (июнь)	(1,3 ± 0,3) / 0,37	(0,19 ± 0,05) / 193,8	(0,63 ± 0,16) / 16,57	(0,28 ± 0,07) / 1,75	210,12
Пункт № 4 (август)	0	0	(0,03 ± 0,16) / 16,57	(0,23 ± 0,03) / 1,437	–
ПДК [1]	23	5	32	100	

По результатам проведённых исследований нами было установлено, что содержание цинка в июне на исследуемых участках составило 0,00051–4 мг/кг сухой почвы, что не превышает ПДК. Высокая концентрация цинка отмечалась в районе горы Титовская сопка – 4 мг/кг. К августу уровень цинка на всех территориях увеличивается: максимальное его коли-

чество (5,09 мг/кг) было отмечено в пробах из пункта № 2. Наибольшая концентрация кадмия в июне была зафиксирована в районе мкр. Сосновый бор (пункт № 4), вблизи автомагистрали (0,19 мг/кг). В августе отмечается уменьшение содержания этого металла в пробах всех исследуемых пунктов. Количество свинца в почвах в июне составляло 0,0031–0,63 мг/кг сухой почвы, но в августе также наблюдалось снижение его концентрации. Медь в почвах накапливалась в пределах от $5,5 \cdot 10^{-4}$ до 0,35 мг/кг, в августе её наибольшее количество отмечено на территории пункта № 1 – «Сухотино» (2,3 мг/кг).

Следует отметить, что ПДК изучаемых элементов не была превышена ни на одной из исследуемых территорий.

Коэффициенты техногенной концентрации (табл. 1) отражают особенности накопления тяжёлых металлов в почвах. Опасность загрязнения тем выше, чем больше K_c превышает единицу [6]. На территории пункта № 1 за летний период коэффициент значительно возрастает по кадмию и меди. На территории пункта № 2 в июне коэффициент не превышал единицу для всех исследуемых тяжёлых металлов. Но к августу K_c по кадмию возрастает до 47,96, по свинцу – до 10, по меди – до 2,56. В почве пункта № 3 коэффициент техногенной концентрации достиг максимума по содержанию кадмия (193,8). Следует отметить, что пробы в этом пункте отбирались на территории бывшей котельной. Вероятно, это и привело к формированию локальной геохимической аномалии. Поэтому в пробах почвы содержание кадмия и цинка в десятки (иногда сотни) раз выше, чем в почвах других пунктов. Наличие одного из дополнительных источников загрязнения автотранспортом способствует увеличению исследуемого показателя за анализируемый период времени [2; 5].

Оценку степени опасности загрязнения почв по показателю Z_c проводили по общепринятой методике [6]. На основании полученных данных почвы пунктов № 1 и № 4 относятся к категории умеренно опасных, почва пункта № 3 – к категории чрезвычайно опасных. Загрязнение тяжёлыми металлами, действуя длительное время, способно вызвать серьёзные сдвиги в биологическом равновесии. Наиболее опасной является подвижная форма тяжёлых металлов. В результате высокой подвижности поступление катионов перестаёт регулироваться клеточными механизмами, что приводит к накоплению их в растениях [4]. Высшие растения без каких-либо признаков отравления и патологических изменений могут содержать опасные для животных и человека концентрации химических элементов.

Наибольшую опасность в этой связи представляют лекарственные растения, произрастающие на урбанизированных территориях. Вместо ожидаемого положительного эффекта организму можно нанести непоправимый вред при использовании загрязнённого лекарственного сырья [10]. Поглощение ионов осуществляется, главным образом, молодой частью корней. Поступившие в корни ионы затем направляются в наземные органы, которые в большей степени являются сырьём для приготовления настоек и отваров [11].

С целью оценки риска попадания тяжёлых металлов в наземные органы растений, был изучен коэффициент накопления (K_H), который характеризует корневое поступление элементов из почвы (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Коэффициент накопления тяжёлых металлов в травянистых растениях в условиях городской среды (июнь, 2015 г.)

Растение	№ пункта	Металлы и коэффициент накопления (K_H)			
		Zn	Cd	Pb	Cu
<i>S. chamaejasme</i>	1	1,35	0,47	1,27	5,7
	2	–	–	–	–
	3	1,78	1,34	1,75	3,24
	4	960,8	1,6	90,32	0
<i>A. gmelinii</i>	1	0,02	0,17	0,07	0,4
	2	13,7	6	6,89	0
	3	–	–	–	–
	4	13,68	4	6,8	0,08

Окончание табл. 2

Растение	№ пункта	Металлы и коэффициент накопления (K_H)			
		Zn	Cd	Pb	Cu
<i>P. tanacetifolia</i>	1	4,95	0	11,1	8,8
	2	0	0	0,04	8,4
	3	50,76	0	0,95	7,85
	4	0	0	164,5	872,7
<i>O. myriophylla</i>	1	0,85	0	1,38	6,85
	2	0	0	0,093	0
	3	–	–	–	–
	4	960,8	1,59	90,32	0

Примечание: знак «–» означает, что растение на данной территории не обнаружено

Таблица 3

Коэффициент накопления тяжёлых металлов
в травянистых растениях в условиях городской среды (август, 2015 г.)

Растение	№ пункта	Коэффициент накопления (K_H) отдельных элементов			
		Zn	Cd	Pb	Cu
<i>S. chamaejasme</i>	1	0,86	0,29	1,1	0,87
	2	0,49	1,06	1,1	0,02
	3	–	–	–	–
	4	0,24	0,14	2,1	3,2
<i>A. gmelinii</i>	1	0,015	0,11	0,06	0,07
	2	1,11	0,68	0,74	10,7
	3	0	0	1,03	2,3
	4	1,03	2,45	1,71	6,12
<i>P. tanacetifolia</i>	1	3,14	0	9,66	1,34
	2	0	0	1,34	11,7
	3	10,0	0	20	9,5
	4	0	0	304,2	1,15
<i>O. myriophylla</i>	1	0,54	0	1,2	1,04
	2	1,56	0,17	0,1	0,0012
	3	2,36	0	91,7	0
	4	0	0	17,1	4,38

Примечание: знак «–» означает, что растение на данной территории не обнаружено

Коэффициент накопления цинка в пункте № 4 достигал максимального значения (960,8) у *S. chamaejasme*, свинца K_H – 164,5, отмечен у *P. tanacetifolia*; меди – 872,7 так же у *P. tanacetifolia*, что превышает предел даже для элементов группы энергичного накопления. У *A. gmelinii*, произрастающей на территории пунктов № 2 и № 4, происходило значительное накопление Zn, Cd и Pb (табл. 2 и 3). Аналогичная динамика по содержанию тяжёлых металлов наблюдалась в различных органах *A. gmelinii*, произрастающей в условиях значительной техногенной нагрузки на территории Шерловогорского рудного района [12]. Возможно, это связано с тем, что данные металлы находятся в почве в подвижном состоянии и наиболее доступны растениям. Резкое возрастание подвижности тяжёлых металлов, таких как Pb и Zn, как правило, связано с изменением pH почвы [2]. С другой стороны, такое увеличение K_H может так же объясняться тем, что либо растения на данной территории испытывают дефицит этих элементов для метаболизма, либо нарушены защитные механизмы корневой системы [14].

На основании данных, представленных в табл. 4, был проведён поэлементный сравнительный анализ по накоплению тяжёлых металлов в листьях исследуемых видов растений.

Таблица 4

Среднее содержание тяжёлых металлов в листьях растений, мг/кг

Металл	№ пункта сбора	<i>S. chamaejasme</i>	<i>A. gmelinii</i>	<i>P. tanacetifolia</i>	<i>O. myriophylla</i>	Норма, ПДК [10]
Zn	1	3,1±0,24	152±34,2	19±1,23	0,11±0,0035	ПДК 150,0–300,0
	2	3,4±0,05	7,4±0,65	0	3,5±0,053	
	3	10,1±1,57	4,8±0,89	8,2±0,86	0	
	4	3,5±0,07	6,1±0,91	7,8±0,54	0,56±0,0006	
Cd	1	0	0	0	0	ПДК 5,0
	2	0,008±0,0032	0,3±0,0005	0,0062±4·10 ⁻⁴	0	
	3	4,3±0,32	0,03±0,00002	0,016±0,0001	0,024±0,0001	
	4	2,4±0,53	1,8±0,00023	0,022±0,0003	1,7±0,0037	
Pb	1	0,29±0,0005	0,27±0,0002	0,38±0,002	0,084±0,0003	ПДК 32,0
	2	0,03±0,00004	3,5±0,032	0	416±19,54	
	3	0,02±0,00002	0,08±0,0004	0	10,5±0,99	
	4	0,31±0,00031	0,07±0,00003	0,23±0,0004	8,4±1,07	
Cu	1	0	6,3±0,95	2,6±0,078	0	ПДК 15,0–20,0
	2	5,4±0,64	1,9±0,043	16±2,54	0	
	3	0,078±0,00003	1,02±0,007	1,2±0,056	0,03±0,0003	
	4	1,78±0,0002	3,8±0,56	0,84±0,00076	0,39±0,00057	

Анализируя полученные данные, следует отметить, что металлы накапливаются в листьях травянистых лекарственных растений неодинаково (табл. 4). Максимальное количество цинка накапливается в листьях *A. gmelinii* – 152 мг/кг сухого вещества на территории урочища «Сухотино», вблизи промзоны, что в десятки раз превышает показатели других пунктов № 2, 3, 4. Значительное накопление кадмия (4,3 мг/кг сухого вещества) листьями *S. chamaejasme* было отмечено на территории пункта № 3. Количество свинца в листьях *O. myriophylla* на площадке пункта № 2 достигало 416 мг/кг сухого вещества, при значении ПДК 32 мг/кг. Такое значительное увеличение содержания свинца в листьях, вероятно, обусловлено высокой степенью загрязнения атмосферного воздуха и осадков на данной территории, которое обуславливает фолиарное поступление этого элемента. На этой же территории было отмечено высокое содержание меди в листьях *A. gmelinii*.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать выводы о том, что почвы исследуемых территорий характеризуются высоким значением суммарного показателя загрязнения (Z_c) тяжёлыми металлами и, согласно оценочной шкале [6], могут быть отнесены к категории умеренно и чрезвычайно опасных. Произрастающие на таких почвах растения без каких-либо признаков патологических изменений активно поглощают ионы, которые далее поступают в наземные органы и могут поступать по трофическим цепям в организмы животных и человека, оказывая токсическое действие [16]. При оценке содержания тяжёлых металлов не следует оставлять без внимания их поверхностное поступление [14]. Источниками поллютантов выступают атмосферные осадки и тонкая почвенная пыль [2]. Но фолиарное накопление тяжёлых металлов не так опасно для человека, поскольку перед употреблением листья растения моются и очищаются, при этом основная часть поллютантов удаляется [3]. Полученные результаты могут быть использованы при оценке накопления тяжёлых металлов травянистыми растениями в условиях городской среды, а также в биоиндикации экологического состояния почв и растений.

Список литературы

1. Алексеев Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 328 с.
2. Водяницкий Ю. Н. Состояние и поведение природных и техногенных форм As, Sb, Se, Te в рудных отвалах и загрязнённых почвах (обзор литературы) // Почвоведение. 2010. № 1. С. 37–46.
3. Воронкова И. П., Чеснокова Л. А. Содержание токсичных микроэлементов в сопряжённых средах // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 17–19.

4. Ильин В. Б. Тяжёлые металлы и неметаллы в системе почва-растение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 220 с.
5. Колесников С. И. Ранжирование химических элементов по степени их экологической опасности // Современные проблемы загрязнения почв. М., 2010. С. 362–365.
6. Копылова Л.В, Войтюк Е. А., Лескова О. А., Якимова Е. П. Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях урбанизированных территорий (Восточное Забайкалье). Чита: Забайкал. гос. ун-т, 2013. 154 с.
7. Методическое указание 31-03/05. Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твёрдых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. Томск: Томаналит, 2005. 47 с.
8. Методическое указание 31–03/04. Количественный химический анализ проб природных, питьевых и сточных вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. ПНД Ф 14.1:2:4.222-06. Томск: Центр ризографии и копирования ЧП Тисленко, 2011. 24 с.
9. Понсю М., Готеру Ж. Анализ почвы. Справочник. Минералогические, органические и неорганические методы анализа. СПб.: Профессия, 2014. 600 с.
10. Прохорова Н. В. Аккумуляция тяжёлых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 1998. 131 с.
11. Реутова Н. В. Определение мутагенного потенциала неорганических соединений ряда тяжёлых металлов // Гигиена и санитария. 2011. № 5. С. 55–57.
12. Солдохудина М. А. Микроэлементы в растениях Шерловогорского рудного района Забайкальского края на примере полыни Гмелина (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm) // Современные проблемы геохимии: материалы конф. молодых учёных. 2013. С. 103–104.
13. Трофимова А. А. Исследования содержания и динамики тяжёлых металлов в системе «Снег-Почва» // Современное состояние и проблемы естественных наук: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов, г. Юрга. Томск: Изд-во ТПУ, 2014. С. 195–198.
14. Чимитдоржиева Э. О., Давыдова Т. В., Цыбенков Ю. Б. С-биомассы целинных чернозёмов и каштановых почв Забайкалья // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. 16 с.
15. Wang M., Markert B., Shen W., Peng C., Ouyang Z. Microbiol biomass carbon and enzyme activities of urban soils in Beijing // Environm. Sci. Pollut. Res. 2011. Vol. 18, No. 6. PP. 958–967.
16. Iqbal N., Masood A., Iqbal R., Khan M., Syeed S., Khan N. A. Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation // Amer. J. Plant Sci. 2012. Vol. 3. PP. 1476–1489.

References

1. Alekseev Yu. V. Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh. L.: Agropromizdat, 1987. 328 s.
2. Vodyanitskii Yu. N. Sostoyanie i povedenie prirodnykh i tekhnogennykh form As, Sb, Se, Te v rudnykh otvalakh i zagryaznennykh pochvakh (obzor literatury) // Pochvovedenie. 2010. № 1. S. 37–46.
3. Voronkova I. P., Chesnokova L. A. Soderzhanie toksichnykh mikroelementov v sopryazhennykh sredakh // Gigiena i sanitariya. 2009. № 4. S. 17–19.
4. Il'in V. B. Tyazhelye metally i nemetally v sisteme pochva-rastenie. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2012. 220 s.
5. Kolesnikov S. I. Ranzhirovanie khimicheskikh elementov po stepeni ikh ekologicheskoi opasnosti // Sovremennyye problemy zagryazneniya pochv. M., 2010. S. 362–365.
6. Kopylova L.V, Voityuk E. A., Leskova O. A., Yakimova E. P. Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvakh i rasteniyakh urbanizirovannykh territorii (Vostochnoe Zabaikal'e). Chita: Zabaikal. gos. un-t, 2013. 154 s.
7. Metodicheskoe ukazanie 31–03/05. Kolichestvennyi khimicheskii analiz prob pochv, teplichnykh gruntov, ilov, donnykh otlozhenii, sapropelii, tverdykh otkhodov. Metodika vypolneniya izmerenii massovykh kontsentratsii tsinka, kadmiya, svintsya, medi, margantsya, mysh'yaka, rtuti metodom inversionnoi vol'tamperometrii na analizatorakh tipa TA. Tomsk: Tom'analit, 2005. 47 s.
8. Metodicheskoe ukazanie 31–03/04. Kolichestvennyi khimicheskii analiz prob prirodnykh, pit'evykh i stochnykh vod. Metodika vypolneniya izmerenii massovykh kontsentratsii tsinka, kadmiya, svintsya i medi metodom inversionnoi vol'tamperometrii na analizatorakh tipa TA. PND F 14.1:2:4.222–06. Tomsk: Tsentr rizoграфии i kopirovaniya ChP Tislenko, 2011. 24 s.
9. Ponsyu M., Goteru Zh. Analiz pochvy. Spravochnik. Mineralogicheskie, organicheskie i neorganicheskie metody analiza. SPb.: Professiya, 2014. 600 s.
10. Prokhorova N. V. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov dikorastushchimi i kul'turnymi rasteniyami v lesostepnom i stepnom Povolzh'e. Samara: Izd-vo Samar. un-ta, 1998. 131 s.
11. Reutova N. V. Opredelenie mutagennogo potentsiala neorganicheskikh soedinenii ryada tyazhelykh metallov // Gigiena i sanitariya. 2011. № 5. S. 55–57.
12. Solodukhina M. A. Mikroelementy v rasteniyakh Sherlovogorskogo rudnogo raiona Zabaikal'skogo kraja na primere polyni Gmelina (*Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm) // Sovremennyye problemy geokhimii: materialy konf. molodykh uchennykh. 2013. S. 103–104.
13. Trofimova A. A. Issledovaniya sodержaniya i dinamiki tyazhelykh metallov v sisteme «Sneg-Pochva» // Sovremennoe sostoyanie i problemy estestvennykh nauk: sb. tr. Vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh, aspirantov i studentov, g. Yurga. Tomsk: Izd-vo TPU, 2014. S. 195–198.
14. Chimitdorzhieva E. O., Davydova T. V., Tsybenov Yu. B. S-biomassy tselinnykh chernozemov i kashtanovykh pochv Zabaikal'ya // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. № 6. 16 s.
15. Wang M., Markert B., Shen W., Peng C., Ouyang Z. Microbiol biomass carbon and enzyme activities of urban soils in Beijing // Environm. Sci. Pollut. Res. 2011. Vol. 18, No. 6. PP. 958–967.

16. Iqbal N., Masood A., Iqbal R., Khan M., Syeed S., Khan N. A. Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation // Amer. J. Plant Sci. 2012. Vol. 3. PP. 1476–1489.

Статья поступила в редакцию 26.12.2016; принята к публикации 15.01.2017

Received: December 26, 2016; accepted for publication: January 15, 2017

Библиографическое описание статьи

Самойленко Г. Ю., Бондаревич Е. А., Коцюржинская Н. Н. Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 31–39.

Reference to the article

Samoylenko G. Yu., Bondarevich E. A., Kotsyurzhinskaya N. N. Studying the Quantitative Indices of Heavy Metals in Soils and Wild-Growing Plants by an Inversion – Voltamperometric Method // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 31–39.

УДК 635.9:582.572.7(574)

Людмила Леонидовна Седельникова,
 доктор биологических наук, старший научный сотрудник,
 Центральный Сибирский ботанический сад
 Сибирского отделения Российской академии наук
 (630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101),
 e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Крокус алатавский *Crocus alatavicus* (Iridaceae) в природных условиях Казахстана

В статье представлены результаты экспедиционного обследования, проведённого весной 2014 г. сотрудниками Центрального сибирского ботанического сада СО РАН в предгорьях Джунгарского Алатау Республики Казахстан. Автором статьи изучен клубнелуковичный эфемероид *Crocus alatavicus* Regal et Semen. На территории Восточного Казахстана описаны ценопопуляции редкого вида *Crocus alatavicus*. Рассмотрен возрастной состав *Crocus alatavicus*, произрастающего в десяти природных популяциях. Установлено, что онтогенетические спектры ценопопуляций – левосторонние, центрированные и правосторонние. Отмечено, что в онтогенетических спектрах ценопопуляций (ЦП 3, 7, 10) максимум приходится на особи прегенеративного состояния (43,6–69,6 %). Выявлено, что в онтогенетическом спектре ценопопуляций (ЦП 1, 2, 4) большую численность составляют генеративные особи (65,7–87,7 %). Изученные ценопопуляции можно отнести к молодым, переходным и зреющим. Установлено, что базовый спектр – полночленный, с преобладанием особей генеративного периода. Сопоставление базового и конкретных онтогенетических спектров свидетельствует об устойчивом состоянии ценопопуляций *Crocus alatavicus* на период изучения. Отмечено, что в природных условиях наблюдается возобновление *Crocus alatavicus* семенным путём. Установлено, что реальная семенная продуктивность изменялась в изученных популяциях. Наибольшие данные реальной семенной продуктивности отмечены в ЦП 3, 5, 10, которые располагались в средней части предгорья. В ЦП 7, 8, которые находились в низинной части склона, семенная продуктивность была в 10–12 раз меньше. Однако высокая доля генеративных особей при низкой семенной всхожести и, наоборот, высокая доля прегенеративных особей затрудняют прогнозирование будущего развития ценопопуляций и требуют их изучения в динамике.

Ключевые слова: ценопопуляция, онтогенетический спектр, семенная продуктивность, *Crocus alatavicus*, Казахстан

Lyudmila L. Sedel'nikova,
 Doctor of Biology, Senior Researcher,
 Central Siberian Botanical Garden,
 Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
 (101 Zolotodolinskaya st., Novosibirsk, 630090, Russia),
 e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Crocus alatavicus (Iridaceae) in Natural Conditions of Kazakhstan

The paper presents the results of a field survey conducted in spring 2014 by the members of the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, in the foothills of Dzhungar Alatau located in the Republic of Kazakhstan. Tuber bulbous ephemeroide *Crocus alatavicus* Regal et Semen was studied by the author of the article. On the territory of East Kazakhstan, the cenopopulations of rare *Crocus alatavicus* species were described. The age composition of *Crocus alatavicus* grown in ten natural populations was considered. It was established that ontogenetic spectrum of populations is left-hand, centered and right-hand. In the ontogenetic spectrums of cenopopulations (CP 3, 7, 10) the maximum is in individuals pregenerative state (43,6–69,6 %) was noted. In the ontogenetic spectrum of cenopopulations (CP 1, 2, 4) more generative individuals (65,7–87,7 %) were revealed. The studied cenopopulations can be attributed to the young, transition and mature. We determined that the basic spectrum is full with a predominance of individuals of generative period. Comparison of basic and characteristic ontogenetic spectra showed a steady condition of *Crocus alatavicus* cenopopulations in the period of study. It is established that the actual seed productivity

varied in the studied populations. The greatest data of real seed productivity were observed in cenopopulations 3, 5, 10 which were located in the middle of the foothills. In cenopopulations 7–8 which were in low-lying part of the slope, seed production is 10–12 times smaller. However, a high proportion of individuals with low generative seed germination and on the contrary a high proportion of pregenerative individuals make difficult to forecast the future development of cenopopulations and demands their study in the dynamics.

Keywords: cenopopulation, ontogenetic spectrum, semen productivity, *Crocus alatavicus*, Kazakhstan

Введение. Клубнелуковичные эфемероиды в природных популяциях встречаются в Крыму, Закарпатье, Италии, Греции, Малой Азии. Многие декоративные травянистые многолетники часто культивируются в ботанических садах России и за рубежом. К числу их принадлежит *Crocus alatavicus* Regal et Semen. – крокус алатавский, сем. Ирисовых (*Iridaceae* Juss.). Он произрастает на горных лугах, лёссовых предгорьях Средней Азии Джунгарского Алатау в республике Казахстан и занесён в Красную книгу как редкий и эндемичный вид [4; 6; 10]. В культуре известен с 1878 г. [7; 9]. Во флоре Казахстана [10, с. 233] вид описан как к. алатаурский, однако в более поздних изданиях [1; 5; 6; 7; 9] он трактуется как к. алатавский, которого мы и придерживаемся в статье.

Цель – сравнительное изучение возрастного состава *Crocus alatavicus* в условиях предгорий Джунгарского Алатау.

Материалы и методы исследования. Работа проведена в лаборатории интродукции декоративных растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. В 2014 г. с 15 по 27 апреля состоялась экспедиция в Республику Казахстан для сбора и исследования ранневесенних эфемероидов. Этот год отличался наступлением сравнительно-ранней весны с холодно-избыточным увлажнением. В период экспедиционного обследования температура воздуха составляла: 1) утренняя (7.00 – 10.00 ч) – от +7,3 до +15 °С; 2) дневная (12.00 – 16.00 ч) – от +18,8 до +28,0 °С; 3) вечерняя (20.00 ч) – от +1,5 до +22,6 °С. Соответственно, влажность воздуха была: 1) 39,5–80 %; 2) 8,4–33,3 %; 3) 17,4–27,0 %; освещённость составляла: 1) 192–1170 лк; 2) 1860–8630 лк; 3) 850–1030 лк. Измерения координат ценопопуляций вида проводили прибором GPS. Автор приносит благодарность за помощь при измерениях кандидату биологических наук Т. И. Фоминой и кандидату биологических наук Л. В. Герасимович.

Объект исследования – *Crocus alatavicus* Regal et Semen. – крокус алатавский (сем. *Iridaceae* Juss.). В естественных условиях к. алатавский цветёт в апреле-мае, имеет округло-шаровидную или сплюснуто-шаровидную клубнелуковицу, с чешуёй из параллельных волокон, соединённых тонкой перепонкой. Лист – линейный, гладкий или мелко решётчатый, 8–12 см, окружён длинным плёнчатым влагалищем. Околоцветник – белый, с наружной стороны по долям отгиба синевато-окрашен (рис. 1). Пыльцевая трубка во много раз длиннее долей околоцветника, пыльники – оранжевые, длинные, линейные, прямостоящие. Столбик – длинный, рыльце – оранжевое, с удлинёнными лопастями, длина которых в 3 раза превышает ширину [10]. Во время нашего обследования особи *C. alatavicus* находились в фазе плодоношения.

Для изучения онтогенетической структуры *C. alatavicus* в восточной части территории Казахстана был собран материал из десяти ценопопуляций (ЦП). Координаты ценопопуляций следующие: ЦП 1–2 – N 43° 55'940", E 76° 45'940" (по дороге на Сарыозек); ЦП 3–6 – N 44° 39'407", E 78° 01'869" (по дороге на г. Капшагай, южнее Капшагайского водохранилища); ЦП 7–10 – N 49° 42'605", E 82° 06' 080" (в 15–20 км от г. Талды-Курган), у подножья предгорий Джунгарского Алатау. Высота – 600–1000 м над ур. м. ЦП 1–2 находились в нижней части склона; ЦП 3 и 6 – в нижней части; ЦП 4 и 5 – в средней части склона; ЦП 7 – в нижней части; ЦП 8–10 – в средней части склона. Для определения онтогенетической структуры в ЦП проводили на площади 1 м² сплошной учёт особей *C. alatavicus* согласно методике [3]. Морфометрические замеры делали у 10 разновозрастных растений. Исследованы онтогенетические состояния, согласно общепринятой терминологии и методикам [1; 11]. Возрастное состояние рассматривали визуально по количеству надземных листьев: ювенильное (j) – 1 лист, иммаз турное (im) – 2–3, виргинильное (v) – 4–5, молодое генеративное (g1) – 6–7, среднегенеративное (g2) – 8–9, зрелое генеративное (g3) – 10–11 листьев [8]. При описании онтогенетических спектров руководствовались представлением о типах спектров Л. Б. Заугольной [5].



Рис. 1. *Crocus alatavicus* в ЦСБС

Fig. 1. *Crocus alatavicus* in CSBG

Результаты и их обсуждение. Изучаемые ЦП, согласно авторам [2, с. 32], находились в эфемероидно-полынно-боялычовом сообществе. В разнотравье присутствовали: *Artemisia terrae-albae*, *Salsola arbusculiformis*, *Ziziphora bungeana*, *Agropiron fragile*, *Ferula dissecta*, *Tulipa alberti*, *Alyssum desertorum*, *Iris tenuifolia*, *Poa bulbosa* и др. Анализ возрастных состояний десяти изученных ЦП показал, что ЦП 1, 2, 5, 9 имеют правосторонний, одновышинный спектр; они являются молодыми и неполночленными. Абсолютный максимум чаще всего приходится на особи генеративного периода (50,8–85,9 %). Причём они находились как в нижней (ЦП 1, 2), так и в средней (ЦП 5, 9) частях склона. Отмечено, что ЦП 4 – тоже с правосторонним спектром, но является полночленной, а абсолютный максимум особей генеративного периода составлял 63,7 %. К левостороннему спектру относятся ЦП 3, 8, 10, в которых преобладают особи прегенеративного периода развития – 50,7–69,6 %. Эти ценопопуляции – молодые, одновышинные. ЦП 3 и 8 – неполночленные, ЦП 10 – полночленная. Центрированный спектр наблюдали в ЦП 6 и 7. Они имели сходное число особей прегенеративного и генеративного периода, ЦП 6 – полночленная, ЦП 7 – неполночленная, которые находились в нижней части склона.

Отмечено, что в ЦП 7, располагающейся в нижней части склона, и в ЦП 3, находящейся в средней части склона, наибольшее значение имеет наличие особей ювенильного (j) состояния – 46,0 % и 65,6 %, соответственно. Высокое количество имматурных (im) особей (26,8 %) было в ЦП 10, а виргинильного возрастного состояния – в ЦП 6 (22,8 %). Анализ разновозрастных генеративных особей показал, что наибольшее значение g1 – в ЦП 7 (52,7 %), g2 – в ЦП 8 (35,7 %), g3 – в ЦП 5 (71,0 %). Усреднённый спектр *C. alatavicus* – полночленный (рис. 2), с преобладанием особей генеративного периода (49,3 %). Особи прегенеративного периода составляли 40,7 %, сенильные особи – всего 3,9 %.

Таблица 1

Возрастные спектры ценопопуляций *C. alatavicus* в Казахстане

№ ЦП	Участие, %									
	возрастное состояние							период		
	j	im	v	g1	g2	g3	ss	V	G	S
1	–	–	14,1	28,6	14,3	43,	–	14,1	85,9	–
2	20,9	–	13,3	19,1	15,6	31,	–	34,2	65,7	–
3	65,6	3,3	–	9,37	6,25	9,3	6,2	68,9	24,9	6,2
4	14,2	7,14	7,14	14,2	28,5	21,	7,8	28,5	63,7	7,8
5	7,14	14,2	–	–	7,5	71,	м	21,4	78,5	–
6	16,4	8,6	22,8	18,5	18,5	11,	4,2	47,8	48,0	4,2
7	46,0	5,98	3,42	52,8	0,85	0,9	м	55,4	54,5	м

8	21,4	21,5	7,8	–	35,7	10,	3,6	50,7	45,7	3,6
9	16,6	16,6	–	33,1	17,7	–	16,	33,2	50,8	16,
10	24,1	26,8	17,4	17,4	5,5	4,4	4,4	68,3	27,3	4,4

Примечание: знак «–» означает, что особи данного возрастного состояния или периода не обнаружены

Морфометрический анализ состояния особей *C. alata* в природных популяциях показал, что длина листа ювенильных особей составляла $9 \pm 1,05$ см; имматурных – $11 \pm 0,54$ см; виргинильных – $13,5 \pm 0,46$ см; генеративных – $14,5 \pm 0,71$ см. У имматурных особей длина и ширина клубнелуковицы составляла $0,7 \pm 0,05$ см; у виргинильных: длина – $0,9 \pm 0,31$ см, ширина – $0,7 \pm 0,54$ см; у генеративных: длина – $1,5 \pm 0,2$ см, ширина – $0,8 \pm 0,47$ см. Длина генеративного побега составляла $4,5 \pm 1,1$ см, придаточных корней – $4,5 \pm 0,06$ см. Растения – очень низкие, розеточного типа.

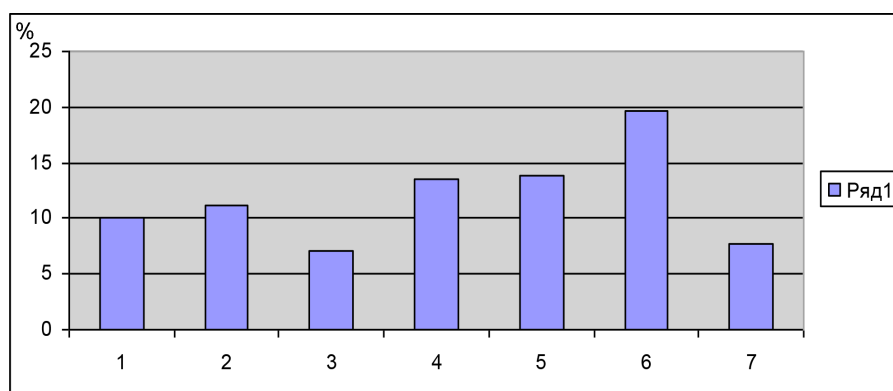


Рис. 2. Усреднённый спектр ценопопуляций *C. alata*: ряд 1 – количество разновозрастных особей, %: 1 – J; 2 – im; 3 – v; 4 – g1; 5 – g2; 6 – g3; 7 – ss

Fig. 2. The averaged spectrum of cenopopulations of *C. alata*: Line 1 The number of species of varied species, %: 1 – J; 2 – im; 3 – v; 4 – g1; 5 – g2; 6 – g3; 7 – ss

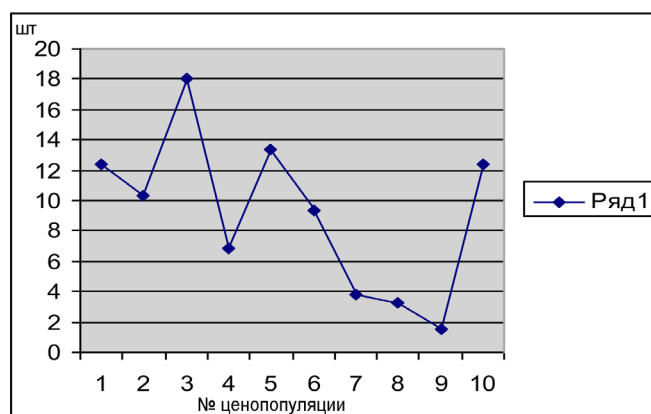


Рис. 3. Реальная семенная продуктивность *C. alata* в природных популяциях Казахстана

Fig. 3. Real seed productivity of *C. alata* in natural populations of Kazakhstan

Установлено, что реальная семенная продуктивность изменялась в изученных популяциях (рис. 3). Наибольшие показания отмечены в ЦП 3 – $18,0 \pm 1,6$ шт., в ЦП 5 – $13,4 \pm 1,4$ шт., ЦП 10 – $12,4 \pm 4,1$ шт., которые располагались в средней части предгорья. В ЦП 7–8, которые находились в низинной части склона, установлена наименьшая семенная продуктивность ($1,5–3,8 \pm 0,5$ шт). Несмотря на то, что в низких местах произрастания у особей *C. alata* в 10–12 раз ниже семенная продуктивность, чем на возвышенных, такие ЦП 7, 8 с центрированным онтогенетическим спектром возобновляются за счёт особей, находящихся как в пре-генеративном, так и в генеративном периодах развития. Для прогнозирования будущего развития ценопопуляций требуется их изучение в динамике.

Выводы:

1. В результате экспедиционного обследования удалось установить возрастной спектр *C. alatavicus* в десяти ценопопуляциях в предгорьях Джунгарского Алатау, которые можно отнести к молодым, переходным и зреющим.
2. Онтогенетическая структура изученных ценопопуляций *C. alatavicus* представлена тремя типами спектров: три левосторонних, два центрированных, пять правосторонних.
3. Изменчивости семенного возобновления *C. alatavicus* способствуют специфические условия произрастания.

Список литературы

1. Артюшенко З. Т. Луковичные и клубнелуковичные растения для открытого грунта. М.; Л.: АН СССР, 1963. 60 с.
2. Веселова П. В., Кудабаяева Г. М., Мухтубаева С. К. Особенности флористического состава сообществ предгорных присеверотяньшанских пустынь // Растительный мир и его охрана: материалы междунар. науч. конф. Алматы, 2012. С. 31–34.
3. Денисова Л. В., Заугольнова Л. Б., Никитина С. В. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М.: Наука, 1986. 34 с.
4. Животовский Л. А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация ценопопуляций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
5. Заугольнова Л. Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05. СПб., 1994. 70 с.
6. Иващенко А. А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана. Алматы: Две столицы, 2005. 192 с.
7. Капинос Г. Е. Биологические закономерности развития луковичных и клубнелуковичных растений на Апшероне. Баку, 1965. 240 с.
8. Красная книга Казахской ССР. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1981. Т. 2. 262 с.
9. Полетико О. М., Мишенкова А. П. Декоративные травянистые растения открытого грунта. Л.: Наука, 1967. 207 с.
10. Седельникова Л. Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 307 с.
11. Скворцова Л. С. Род *Crocus* L. – шафран, или крокус // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. Л.: Наука, 1977. Т. 1. С. 166–175.
12. Флора Казахстана. Алма-Ата: АН Каз. ССР, 1958. 290 с.
13. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с.

References

1. Artyushenko Z. T. Lukovichnye i klubnelukovichnye rasteniya dlya otkrytogo grunta. M.; L.: AN SSSR, 1963. 60 s.
2. Veselova P. V., Kudabaeva G. M., Mukhtubaeva S. K. Osobennosti floristicheskogo sostava soobshchestv predgornyykh priseverotyanshanskikh pustyn' // Rastitel'nyi mir i ego okhrana: materialy mezhdunar. nauch. konf. Almaty, 2012. S. 31–34.
3. Denisova L. V., Zaugol'nova L. B., Nikitina S. V. Programma i metodika nablyudenii za tsenopopulyatsiyami vidov rastenii Krasnoi knigi SSSR. M.: Nauka, 1986. 34 s.
4. Zhivotovskii L. A. Ontogeneticheskoe sostoyanie, effektivnaya plotnost' i klassifikatsiya tsenopopulyatsii // Ekologiya. 2001. № 1. S. 3–7.
5. Zaugol'nova L. B. Struktura populyatsii semennykh rastenii i problemy ikh monitoringa: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.05. SPb., 1994. 70 s.
6. Ivashchenko A. A. Tyul'pany i drugie lukovichnye rasteniya Kazakhstana. Almaty: Dve stolitsy, 2005. 192 s.
7. Kapinos G. E. Biologicheskie zakonomernosti razvitiya lukovichnykh i klubnelukovichnykh rastenii na Apsherone. Baku, 1965. 240 s.
8. Krasnaya kniga Kazakhskoi SSR. Alma-Ata: Nauka Kaz. SSR, 1981. T. 2. 262 s.
9. Poletiko O. M., Mishenkova A. P. Dekorativnye travyanistye rasteniya otkrytogo grunta. L.: Nauka, 1967. 207 s.
10. Sedel'nikova L. L. Biomorfologiya geofitov v Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 2002. 307 s.
11. Skvortsova L. S. Rod *Crocus* L. – shafraan, ili krokus // Dekorativnye travyanistye rasteniya dlya otkrytogo grunta SSSR. L.: Nauka, 1977. T. 1. S. 166–175.
12. Flora Kazakhstana. Alma-Ata: AN Kaz. SSR, 1958. 290 s.
13. Tsenopopulyatsii rastenii (osnovnye ponyatiya i struktura). M.: Nauka, 1976. 217 s.

Статья поступила в редакцию 17.11.2016; принята к публикации 27.12.2016

Received: November 17, 2016; accepted for publication: December 27, 2016

Библиографическое описание статьи

Седельникова Л. Л. Крокус алатавский *Crocus alatavicus* (Iridaceae) в природных условиях Казахстана // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 40–44.

Reference to the article

Sedel'nikova L. L. *Crocus alatavicus* (Iridaceae) in Natural Conditions of Kazakhstan // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 40–44.

УДК 635.9:572.8:581.192.6(571.14)

Людмила Леонидовна Седельникова¹,
доктор биологических наук, старший научный сотрудник,
Центральный Сибирский ботанический сад
Сибирского отделения Российской академии наук
(630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101),
e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Ольга Васильевна Чанкина²,
научный сотрудник,
Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского
Сибирского отделения Российской академии наук
(630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3),
e-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

Изменчивость коэффициента биологического поглощения тяжёлых металлов вегетативными органами *Hemerocallis hybrida*

Представлены результаты исследования коэффициента биологического поглощения листьями и корневищами *Hemerocallis hybrida* (семейство *Hemerocallidaceae*) тяжёлых металлов – свинца, никеля, кобальта, цинка, железа, марганца, кальция, стронция, меди. Элементный состав определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ), основанном на взаимодействии вещества с высокоэнергетическим электромагнитным излучением СИ. Проанализировано поглощение представленных элементов вегетативными органами у сортов *Regal Air* и *Speak to me*, выращиваемых в городской среде. Изучена изменчивость коэффициента биологического поглощения надземными и подземными органами данных сортов девяти элементов тяжёлых металлов разной степени токсичности. Проведён сравнительный анализ коэффициента биологического поглощения листьями и корневищами *Hemerocallis hybrida* тяжёлых металлов, выращиваемых вблизи семи промышленных зон и автотранспортных дорог городов Новосибирска и Бердска. Отмечено, что коэффициент биологического поглощения свинца, никеля, кобальта, цинка, железа, марганца, меди у данных сортов в техногенных условиях произрастания выше по сравнению с контрольными растениями. Установлена индивидуальная изменчивость коэффициента биологического поглощения данных элементов в подземных и надземных органах в контрольном и опытных вариантах. При анализе полученных данных выявлено, что коэффициенты биологического поглощения цинка, кобальта, никеля, марганца, меди листьями у сортов *Regal Air* и *Speak to me* у опытных образцов, выращенных вблизи автомагистрали и промышленной зоны (7-й вариант), являются наибольшими по сравнению с другими вариантами. Обнаружено, что коэффициент биологического поглощения этих элементов листьями у *Regal Air* в 1,2–1,8 раза выше, чем *Speak to me*. Отмечена сортоспецифичность в накоплении тяжёлых металлов вегетативными органами.

Ключевые слова: коэффициент биологического поглощения, тяжёлые металлы, РФА СИ, корневище, лист, *Hemerocallis hybrida*, городская среда

¹ Л. Л. Седельникова провела сбор материала и подготовила пробы для анализа, обработала и проанализировала данные, оформила статью.

² О. В. Чанкина провела рентгенофлуоресцентный анализ на содержание элементного состава.

Lyudmila L. Sedel'nikova¹,
Doctor of Biology, Senior Researcher,
Central Siberian Botanical Garden,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(101 Zolotodolinskaya st., Novosibirsk, 630090, Russia),
e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Olga V. Chankina²,
Researcher,
Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and Combustion,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(3 Institutskaya st., Novosibirsk, 630090, Russia),
e-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

Variability in the Coefficient of Biological Absorption of Heavy Metals in *Hemerocallis hybrida* Vegetative Organs

Results of the study of the coefficient of biological absorption of heavy metals, such as lead, nickel, cobalt, zinc, iron, manganese, calcium, strontium, and copper by leaves and rhizomes of *Hemerocallis hybrida* (family *Hemerocallidaceae*) are presented. Elemental composition was determined by x-ray fluorescence analysis using synchrotron radiation (XRF SR), based on the interaction of matter with high-energy electromagnetic radiation SI. The absorption of the above elements by the vegetative organs in the cultivars *Regal Air* and *Speak to me* grown in the urban environment was analyzed. The variability of the coefficient of biological absorption in the aboveground and underground organs of these elements was studied. The comparative analysis of the coefficients of biological absorption of heavy metals by leaves and rhizomes of *Hemerocallis hybrida* grown near seven industrial areas, motor roads of Novosibirsk and Berdsk was conducted. It is noted that the coefficients of biological absorption of lead, nickel, cobalt, zinc, iron, manganese, copper, in urban growing conditions are higher as compared with the control plants. Individual variability of the coefficient of biological absorption of these elements in underground and aboveground organs in control and experimental variants was established. The coefficients of biological absorption of zinc, cobalt, nickel, manganese, copper by leaves of kinds of *Regal Air* and *Speak to me* from the experienced samples grown close to the motorway and industrial zone (seven variant) of reinforced concrete are the highest compared with other variants. The coefficients of biological absorption of these elements by leaves of *Regal Air* 1.2–1.8 times higher than *Speak to me* was discovered. Sort specificity in the accumulation of heavy metals in vegetative organs was marked.

Keywords: coefficient of biological absorption, heavy metal, synchrotron X-ray diffraction, rhizome, leaf, *Hemerocallis hybrida*, urban environment

Введение. В современных условиях природная среда подвержена комбинированному техногенному загрязнению. Тяжёлые металлы относятся к числу наиболее распространённых и опасных для биоты загрязнителей экологической среды [3; 4; 7; 13]. Известно, что по уровню токсичности тяжёлые металлы делятся на очень токсичные (Pb, Ni, Co), умеренно токсичные (Zn, Fe, Mn) и слаботоксичные (Ca, Sr, Cu) [1; 5; 7, с. 22]. Условия городской среды, где сильно развита автотранспортная сеть и промышленные зоны, сказываются на её загрязнении. В связи с этим зелёные насаждения играют решающую роль в очищении окружающей среды, т. к. при избытке элементов в почве они накапливаются в органах. Ранее нами проведено исследование по содержанию девяти элементов (Pb, Ni, Co, Zn, Fe, Mn, Ca, Sr, Cu) в почве, надземных и подземных органах *Hemerocallis hybrida* hort. – красоднева гибридного сем. *Hemerocallidaceae* [11; 12]. В качестве характеристики избирательного поглощения химических элементов растениями используется коэффициент биологического поглощения [9], что послужило основанием для проведения данного исследования.

Цель – рассчитать и провести сравнительный анализ коэффициента биологического поглощения тяжёлых металлов вегетативными органами растений *Hemerocallis hybrida*, произрастающих в условиях техногенного загрязнения.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили два сорта *Hemerocallis hybrida* hort. (сем. *Hemerocallidaceae* R.Br.), сорт *Speak to me* и сорт *Regal Air*. Отбор почв и подготовку растительного материала осуществляли по общепринятой методике

¹ L. L. Sedel'nikova conducted data collection and prepared the samples for analysis, processed and analyzed data, designed the article.

² O. V. Chankina held x-ray fluorescence analysis for elemental composition.

[8]. Содержание металлов в почве, листьях и корневищах растений определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа [2; 14] с использованием синхротронного излучения (РФА СИ), основанном на взаимодействии вещества с высокоэнергетическим электромагнитным излучением СИ. Анализ элементного состава образцов данных растений и почв проводили на станции элементного анализа ЦКП СЦСТИ Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН (накопитель ВЭПП-3). Коэффициент биологического поглощения (КБП) рассчитывали как отношение содержания элемента в сухой массе листьев и корневищ к его содержанию в почве [9]. В работе использовано семь вариантов опыта, представленных в табл. 1–4. Контролем служили растения этих же сортов на экспозиционном участке цветочно-декоративных культур ЦСБС СО РАН.

Результаты и их обсуждение. Для удобства рассмотрим КБП Pb, Ni, Co, Zn, Fe, Mn, Ca, Sr, Cu по органам.

Наземные органы (листья). Известно, что свинец (Pb) чрезвычайно легко поглощается растениями [7]. Нами отмечено, что КБП этого элемента в листьях сортов *Regal Air* и *Speak ty me* во всех вариантах варьирует (табл. 1–2). Высокий КБП Pb характерен для вариантов 5 (0,090) и 7 (0,045) с. *Speak ty me*, что в 2–4 раза выше, чем в контроле. Содержание КБП Pb в вариантах 1 и 3 у этого сорта меньше, чем в контроле, а в остальных вариантах незначительно больше (табл. 1). В листьях с. *Regal Air* КБП Pb выше во всех вариантах, с наибольшим значением (0,051–0,098) в вариантах 1, 3, 6 (табл. 2).

По данным [7], никель (Ni) относится к элементам среднего биологического захвата. Наименьшее значение КБП элемента у с. *Speak ty me* обнаружено в вариантах 1, 2, 3, 5, 6, а у с. *Regal Air* – в вариантах 1, 3, 4, 5, 6. Однако установлено, что в листьях с. *Speak ty me* КБП Ni больше в 1,5–3 раза, чем в контроле в вариантах 4 и 7, соответственно (0,15) и (0,33). У с. *Regal Air* в варианте 2 КБП Ni в 1,32 раза больше (0,111), а в варианте 7 – в 7 раз (0,593) больше, чем в контроле.

Считается, что кобальт относится к элементам активного биологического захвата растениями [10]. Наименьшее значение КБП Co по сравнению с контролем отмечено в вариантах 1, 2 и 3 у с. *Speak ty me*. Однако в листьях этого же сорта в 1,5–4 раза больше КБП Co в вариантах 4–7, с наибольшим значением в варианте 7 (КБП 0,12). У с. *Regal Air* наблюдали одинаковое значение КБП элемента контрольного и опытного варианта – 5. Этот показатель в вариантах 1, 2, 3, 4, 6 составляет в 1,3–3,7 раза выше по сравнению с контролем. Однако самое высокое значение КБП элемента листьями было в варианте 7 (0,22), что в 12 раз выше, чем в контроле.

По данным [1; 15], активность накопления цинка различна у разных видов растений. Установлено, что КБП Zn листьями с. *Speak ty me* в вариантах 1, 2, 4 было в 1,2–1,3 раза меньше, а в варианте 6 – в 2,5 раза меньше, чем в контроле. Однако в вариантах 3 и 7 КБП элемента с. *Speak ty me* – в 1,5–2,2 раза больше, чем в контроле, причём в варианте 7 наблюдали его наибольшее значение (0,931). У с. *Regal Air* наименьшее значение КБП Zn отмечено в вариантах 1, 4, 6. Самый высокий показатель КБП Zn (1,345) отмечен также у с. *Regal Air* в варианте 7, что в 2,8 раза выше, чем в контроле.

Таблица 1

Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов листьями сорта *Speak ty me*

Элемент	Контроль	Опыт*						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	0,021	0,014	0,025	0,01	0,020	0,090	0,030	0,045
Ni	0,100	0,040	0,080	0,06	0,15	0,075	0,07	0,330
Co	0,030	0,007	0,020	0,008	0,075	0,045	0,044	0,120
Zn	0,410	0,298	0,328	0,614	0,305	0,458	0,158	0,931
Fe	0,027	0,018	0,051	0,018	0,0229	0,139	1,417	0,377
Mn	0,070	0,069	0,229	0,088	0,237	0,264	0,219	0,417
Ca	0,942	0,639	0,118	0,639	0,721	0,406	0,20	0,143
Sr	0,396	0,263	0,335	0,266	0,660	0,711	0,643	0,553
Cu	0,330	0,166	0,195	0,213	0,089	0,186	0,225	0,508

* Примечание: контроль – ЦСБС, Бердск: 1 – Южный; 2 – Боровая; Новосибирск: 3 – Кольцово, НПО Вектор; 4 – Кольцово, пригородная зона; 5 – Опытный завод; 6 – Шлюз, автомагистраль; 7 – автомагистраль, завод ЖБИ

Железо относится к элементам слабого захвата [4]. Коэффициент биологического поглощения элемента листьями с. *Speak ty me* в контрольном варианте – незначительно выше, чем в опытных вариантах 1, 2, 3, 4. Однако поглощение этого элемента в 1,5–5 раз выше в вариантах 2 и 5, чем в контроле. Более высоким коэффициентом поглощения в 52,4 и 13,9 раза характеризуются показатели, соответственно, в вариантах 6 – 1,417, а также 7 – 0,377. Коэффициент биологического поглощения железа листьями с. *Regal Air* увеличивается в 3–10 раз во всех вариантах у опытных образцов по сравнению с контролем. Самое высокое значение КБП Fe – в вариантах 6 (0,282) и 7 (0,314).

Таблица 2

Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов листьями сорта *Regal Air*

Элемент	Контроль	Опыт*						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	0,0104	0,098	0,044	0,051	0,023	0,029	0,075	0,045
Ni	0,084	0,064	0,111	0,066	0,070	0,041	0,079	0,593
Co	0,018	0,028	0,033	0,025	0,025	0,018	0,067	0,220
Zn	0,463	0,060	0,483	0,474	0,102	0,471	0,317	1,345
Fe	0,011	0,079	0,088	0,049	0,059	0,034	0,282	0,314
Mn	0,057	0,182	0,239	0,171	0,177	0,090	0,386	0,556
Ca	0,989	0,839	0,163	0,753	0,420	0,420	0,371	0,223
Sr	0,362	0,634	0,051	0,410	0,423	0,872	0,963	0,915
Cu	0,218	0,218	0,250	0,212	0,081	0,213	0,305	0,954

* Примечание: см. табл. 1

Марганец легко поглощается растениями и тормозит поглощение Ca и Mg [7]. У с. *Speak ty me* КБП Mn в листьях наблюдается незначительно меньше, чем в контроле в варианте 1. В остальных вариантах КБП Mn больше по сравнению с контролем: в 1,25 раза (вариант 3), в 3–3,7 раза (варианты 2, 4, 5, 6), в 6 раз (вариант 7). Во всех опытных вариантах с. *Regal Air* КБП Mn в 1,5–3,0 раза выше (варианты 1, 3, 4, 5) и 4,4–6,4 раза выше (варианты 2 и 6) по сравнению с контролем. Самым высоким значением КБП Mn отличается вариант 7 (0,556), т. е. показания в 9,7 раза выше, чем в контроле.

Известно, что Ca слабо поглощается растениями [4]. Установлено, что самый высокий КБП Ca листьями с. *Speak ty me* и с. *Regal Air* в контроле – 0,942 и 0,989. Причём у первого сорта КБП Ca во всех опытных вариантах показания ниже, чем в контроле: в 1,3–1,47 раза (варианты 1, 2, 4), в 2 и 4,7 раза (варианты 5 и 6), в 6,5 и 7,9 раза (соответственно, варианты 7 и 2). У с. *Regal Air* в 4–6 раз меньше значение КБП Ca в вариантах 2 и 7. Наибольший показатель КБП (0,839) – в варианте 1.

Стронций относится к сильно накапливаемым растениями элементам [6]. Обнаружено, что КБП Sr меньше у с. *Speak ty me* в вариантах 1, 2, 3, чем в контроле. В вариантах 4–7 КБП Sr в 1,3–1,7 раза выше, чем в контроле. У с. *Regal Air* наблюдали меньшее значение КБП элемента, чем в контроле в варианте 2. Во всех других вариантах КБП Sr в 1,5–3 раза выше, с наибольшим значением в варианте 6 (0,963) и варианте 7 (0,915).

Считается, что из почвы медь переходит в одни растения слабо, в другие – активно [5; 7]. Нами установлено, что КБП Cu листьями с. *Speak ty me* меньше, чем в контроле в вариантах 1–6. Однако в варианте 7 КБП Cu в 1,5 раза больше (0,508), чем в контроле. Наименьшее значение у с. *Speak ty me* отмечено в варианте 4 (0,089). У с. *Regal Air* также в варианте 4 было обнаружено наименьшее показание КБП элемента листьями опытных, чем контрольных растений – в 2,7 раза. Одинаковые значения КБП Cu наблюдали в контроле и варианте 1 (0,218). Самое высокое КБП – в варианте 7 (0,954), что в 4 раза больше, чем в контроле.

Подземные органы (корневища) (табл. 3, 4). У с. *Speak ty me* КБП Pb в контроле не обнаружено. У опытных растений во всех вариантах этот показатель составляет 0,021–0,098 (табл. 3), с наибольшим показателем в вариантах 1 (0,098) и 7 (0,071). В варианте 4 КБП Pb корневищами с. *Regal Air* имел наибольшее значение (0,047), в 2,9 раза превышающее контрольный. Однако в варианте 1 показания КБП Pb в 4 раза меньше, чем в контроле. В вариантах (3, 5 и 7) КБП Pb выше, чем в контроле в 1,6–2,5 раза (табл. 4).

Установлено, что показатель КБП Ni корневищами с. *Speak ty me* был выше, чем в контроле в вариантах 3–7. Показано, что КБП Ni в 2 раза выше в варианте 4, в 4,8 раза – в вариантах

те 7 по сравнению с контролем. У с. *Regal Air* в этих же вариантах (4, 7) накопление в корневищах Ni выше всего в 2 раза по сравнению с контролем.

Таблица 3

Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов подземными органами сорта *Speak ty me*

Элемент	Контроль	Опыт*						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	–	0,098	0,025	0,021	0,038	0,028	0,025	0,071
Ni	0,109	0,063	0,100	0,159	0,248	0,173	0,171	0,520
Co	0,027	0,036	0,033	0,100	0,200	0,127	0,166	0,340
Zn	0,707	0,448	0,530	0,666	0,763	0,494	0,225	1,103
Fe	0,044	0,081	0,084	0,141	0,354	0,222	0,326	0,648
Mn	0,072	0,174	0,266	0,222	0,446	0,307	0,335	1,022
Ca	0,509	0,401	0,077	0,440	0,324	0,301	0,924	0,009
Sr	0,218	0,394	0,242	0,405	0,654	0,513	0,450	0,855
Cu	0,335	0,177	0,32	0,271	0,097	0,286	0,198	0,469

* Примечание: см. табл. 1

Выявлено, что накопление в корневищах Co у с. *Speak ty me* является высоким по сравнению с контролем во всех вариантах, особенно в вариантах 3–7. Так, в вариантах 3 и 5 КБП Co в 3,7 и 4,7 раза больше, чем в контроле, в вариантах 4 и 6 – в 6–7 раз, в варианте 7 – в 11 раз. Высокий КБП элемента обнаружен у с. *Regal Air* в корневищах также в вариантах 3–7: в 2–2,3 раза (варианты 3, 6, 7), в 3 раза (варианты 4, 5), чем в контроле, с наименьшим значением КБП элемента почти в 7,7 раз в варианте 1 (0,007) по сравнению с контролем.

Определено, что у с. *Speak ty me* КБП Zn выше, чем в контроле в варианте 4 (0,763) и варианте 7 (1,103). В остальных вариантах данное значение меньше по сравнению с контролем, как и у с. *Regal Air*, у которого только в варианте 7 (1,034) КБП Zn в 1,5 раза выше, чем в контроле.

Таблица 4

Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов подземными органами сорта *Regal Air*

Элемент	Контроль	Опыт*						
		1	2	3	4	5	6	7
Pb	0,016	0,004	0,019	0,033	0,047	0,040	0,013	0,026
Ni	0,122	0,048	0,105	0,176	0,252	0,211	0,112	0,260
Co	0,054	0,007	0,016	0,125	0,162	0,127	0,111	0,120
Zn	0,658	0,463	0,652	0,596	0,142	0,612	0,134	1,034
Fe	0,073	0,019	0,013	0,190	0,278	0,202	0,224	0,176
Mn	0,113	0,063	0,055	0,306	0,373	0,311	0,270	0,304
Ca	0,511	0,366	0,043	0,429	0,274	0,358	0,128	0,069
Sr	0,236	0,154	0,081	0,457	0,484	0,412	0,419	0,316
Cu	0,612	0,177	0,331	0,321	0,142	0,389	0,217	0,546

* Примечание: см. табл. 1

Отмечено, что показания КБП Fe корневищами с. *Speak ty me* больше у опытных растений по сравнению с контрольными. Однако наибольшие значения КБП Fe отмечаются в вариантах 4–7: в 5 раз (вариант 5), в 7,3 раза (вариант 6), в 8 раз (вариант 4), в 14 раз (вариант 7). Установлено, что в вариантах 4–7 у с. *Regal Air* КБП элемента в 2,4–3,8 раза больше, чем в контроле.

Установлено, что показания КБП Mn у опытных растений с. *Speak ty me* во всех вариантах выше, чем в контроле. Наибольшее значение КБП Mn было в корневищах с. *Speak ty me* в варианте 7 (1,022), что в 14 раз превышало контрольный. Также у с. *Regal Air* КБП элемента в 2,3–3,3 раза выше в вариантах 3–7, чем в контроле, с наибольшим значением КБП элемента в корневищах в вариантах 4 (0,373) и 5 (0,311), соответственно.

Поглощение кальция корневищами с. *Speak ty me* в контроле составляло 0,509. Однако у опытных растений оно было наибольшим в варианте 6 – 0,924 (в 1,8 раз), а наименьшим – в варианте 7 – 0,009 (в 56,5 раза). У с. *Regal Air* КБП Ca корневищами было также наибольшее в контроле – 0,511. В опытных образцах наблюдали меньше КБП Ca в вариантах: 1, 3, 4, 5 – в 1,2–1,8 раз; 6 – в 4,1 раза; 7 – в 6 раз; 2 – в 7 и 11,7 раз, чем в контроле.

Выявлено, что КБП Sr корневищами с. *Speak ty me* у опытных растений больше, чем у контрольных, с показаниями КБП Sr в 2–3 раза больше в вариантах 4–6, в 3,9 раза – в варианте 7. Незначительно выше, чем в контроле, – в варианте 2 (0,242). У с. *Regal Air* КБП элемента в 1,3–2,1 раза больше, чем в контроле, в вариантах 3–7, с наименьшим значением в варианте 2 – 0,081, а также в варианте 1 – 0,154.

Определено, что КБП Cu в корневищах с. *Speak ty me* является высоким в варианте 7 (0,469). В остальных вариантах этого сорта поглощение меди было ниже, чем у контрольных образцов. Высокий КБП элемента подземными органами был у растений с. *Regal Air* в контроле (0,612). В других опытных вариантах этот показатель был ниже, только в варианте 7 КБП Cu приближался к контролю (0,546).

При анализе полученных данных установлено, что КБП Zn, Co, Ni, Mn, Cu листьями с. *Regal Air* и *Speak ty me* у опытных образцов, выращенных вблизи автомагистрали и завода ЖБИ (вариант 7), – наибольшие по сравнению с другими вариантами. Причём КБП Zn, Co, Ni, Mn, Sr, Cu листьями у с. *Regal Air* в 1,2–1,8 раза выше, чем с. *Speak ty me*. Поглощение свинца листьями в этом варианте у сортов является одинаковым (0,045), а железа – в 1,2 меньше у с. *Regal Air* по сравнению с с. *Speak ty me*. Установлено, что высокие показания КБП Sr листьями наблюдали в варианте 6 у с. *Regal Air* (0,963) и варианте 5 у с. *Speak ty me* (0,711), т. е., соответственно, вблизи автомагистрали (Шлюз) и Опытного завода. Высокий КБП Fe листьями обнаружен у с. *Speak ty me* (1,417) также в варианте 6, а у с. *Regal Air* – в варианте 7 (0,314). Отмечено, что КБП Pb – самый высокий в надземных органах в варианте 1 у с. *Regal Air*, т. е. вблизи автодороги по направлению пос. Южный (Бердск). Сравнение КБП элементов по органам у растений в варианте 7 показало, что они выше в корневищах, чем в листьях.

Полученные данные весьма разнообразны, однако в целом отмечена тенденция миграции Zn, Ni, Pb, Co, Fe, Mn, Sr из почвы в листья и корневища у опытных образцов в условиях промышленных зон и автомагистралей в вариантах: 5 – Новосибирская ГЭС; 6 – район Шлюз (правый берег); 7 – район завод ЖБИ. В более отдалённых районах – варианты: 1 – Бердск, Южный; 2 – Бердск, Боровая; 3 – Кольцово, НПО Вектор; 4 – Кольцово, пригородная зона – показатели КБП этих элементов меньше (кроме КБП Pb в варианте 1 в надземных органах с. *Regal Air* и подземных с. *Speak ty me*), но больше, чем в контроле, т. е. коэффициент биологического поглощения возрастал как в условиях сильного, так и среднего загрязнения среды. В городской среде наблюдалось снижение коэффициента поглощения Ca и Cu, где эти показатели являлись более высокими у контрольных образцов, где сорта выращивали без искусственной подкормки.

Выводы:

1. Коэффициент биологического поглощения свинца, никеля, кобальта, цинка, железа, марганца, меди вегетативными органами сортов *Hemerocallis hybrida* в техногенных условиях произрастания в 1,5–5 раз выше по сравнению с контрольными растениями.

2. Выявлена сортоспецифичность коэффициента поглощения элементов органами в городской среде: а – у с. *Regal Air* КБП Pb, Cu листьями больше, чем у с. *Speak to me* во всех вариантах, Ni, Ca – кроме варианта 4, Co, Mn – кроме вариантов 4, 5, Zn – кроме вариантов 1, 3, 4, Fe – кроме вариантов 5, 6, Cu – кроме варианта 4; б – у с. *Speak to me*, наоборот, больше КБП Ni корневищами во всех вариантах, Pb – кроме вариантов 3 и 4, Co, Fe, Sr – кроме варианта 3, Mn – кроме вариантов 3, 5, Ca – кроме вариантов 3, 5, 7, Zn – кроме вариантов 1, 2, 5, Cu – кроме вариантов 2–7, чем у с. *Regal Air*.

3. Изменение коэффициента поглощения Pb, Ni, Co, Zn, Fe, Mn, Ca, Sr, Cu подземными и надземными органами индивидуально у сортов *Regal Air* и *Speak to me* опытных и контрольных растений.

Благодарности

Авторы приносят благодарность за помощь по измерению спектров, которые выполнены с использованием инфракрасной ЦКП «СЦСТИ» на базе ВЭПП-3 Института Ядерной физики СО РАН.

Список литературы

1. Алексеев Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
2. Арнаутов Н. А. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ. Новосибирск: Наука, 1990. 220 с.

3. Бессонова В. П., Иванченко О. Е. Влияние загрязнения среды на величину коэффициента биологического накопления в растениях железа, марганца, цинка и меди // Проблемы озеленения крупных городов. М.: Прима-М, 2008. С. 171–173.
4. Добровольский В. В. Тяжёлые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия // Тяжёлые металлы в окружающей среде. М.: МГУ, 1980. С. 3–12.
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
6. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
7. Матвеев Н. М. Экологические основы аккумуляции тяжёлых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: СУ, 1997. 220 с.
8. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н. Т. Зырина, С. Г. Малахова. М.: Гидрометеоздат, 1981. 108 с.
9. Пельман А. И. Геохимия биосферы и ноосферы. Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 86–98.
10. Сапрыкин Ф. Я. Геохимия почв и охрана природы. Л.: Недра, 1984. 231 с.
11. Седельникова Л. Л., Чанкина О. В. Содержание тяжёлых металлов в вегетативных органах красоднева гибридного (*Hemerocallis hybrida*) в урбанизированной среде // Вестн. КГАУ. 2016. № 2. С. 34–43.
12. Седельникова Л. Л., Чанкина О. В., Седельникова А. А. Элементный состав (*Hemerocallis hybrida*) в промышленных зонах окрестностей Новосибирска // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы IV Междунар. конф. Кемерово: Примула, 2015. С. 131–134.
13. Цветкова Н. Н. Микроэлементы в лесных биогеоценозах степной зоны Украины // Лесоведение. 1976. № 3. С. 57–64.
14. Barishev V. B., Kulipanov G. N., Scrinsky A. N., Handbook of Synchrotron Radiation. Amsterdam: Elsevier, 1991. Vol. 3. PP. 639.
15. Bockheim J. G., Leide J. E. Foliar nutrient dynamics and nutrient-use efficiency of oak and pine on a low-fertility soil in Wisconsin // Can. J. Forest Res. 1991. Vol. 21, № 6. PP. 925–934.

References

1. Alekseev Yu. V. Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh. L.: Agropromizdat, 1987. 142 s.
2. Arnautov N. A. Standartnye obraztsy khimicheskogo sostava prirodnikh mineral'nykh veshchestv. Novosibirsk: Nauka, 1990. 220 s.
3. Bessonova V. P., Ivanchenko O. E. Vliyaniye zagryazneniya sredy na velichinu koeffitsienta biologicheskogo nakopleniya v rasteniyakh zheleza, margantsa, tsinka i medi // Problemy ozeleneniya krupnykh gorodov. M.: Prima-M, 2008. S. 171–173.
4. Dobrovolskii V. V. Tyazhelye metally: zagryazneniye okruzhayushchei sredy i global'naya geokhimiya // Tyazhelye metally v okruzhayushchei srede. M.: MGU, 1980. S. 3–12.
5. Kabata-Pendias A., Pendias Kh. Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh. M.: Mir, 1989. 439 s.
6. Kovda V. A. Biogeokhimiya pochvennogo pokrova. M.: Nauka, 1985. 263 s.
7. Matveev N. M. Ekologicheskie osnovy akkumulyatsii tyazhelykh metallov sel'skokhozyaistvennymi rasteniyami v le-sostepnom i stepnom Povolzh'e. Samara: CU, 1997. 220 s.
8. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rastenii pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchei sredy metallami / pod red. N. T. Zyryina, S. G. Malakhova. M.: Gidrometeoizdat, 1981. 108 s.
9. Pel'man A. I. Geokhimiya biosfery i noosfery. Biogeokhimicheskie tsikly v biosfere. M.: Nauka, 1976. S. 86–98.
10. Saprykin F. Ya. Geokhimiya pochv i okhrana prirody. L.: Nedra, 1984. 231 s.
11. Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. Soderzhanie tyazhelykh metallov v vegetativnykh organakh krasodneva gibridnogo (*Hemerocallis hybrida*) v urbanizirovannoi srede // Vestn. KGAU. 2016. № 2. S. 34–43.
12. Sedel'nikova L. L., Chankina O. V., Sedel'nikova A. A. Elementnyi sostav (*Hemerocallis hybrida*) v promyshlennykh zonakh okrestnostei Novosibirska // Problemy promyshlennoi botaniki industrial'no razvitykh regionov: materialy IV Mezhdunar. konf. Kemeroovo: Primula, 2015. S. 131–134.
13. Tsvetkova N. N. Mikroelementy v lesnykh biogeotsenozakh stepnoi zony Ukrainy // Lesovedenie. 1976. № 3. S. 57–64.
14. Barishev V. B., Kulipanov G. N., Scrinsky A. N., Handbook of Synchrotron Radiation. Amsterdam: Elsevier, 1991. Vol. 3. PP. 639.
15. Bockheim J. G., Leide J. E. Foliar nutrient dynamics and nutrient-use efficiency of oak and pine on a low-fertility soil in Wisconsin // Can. J. Forest Res. 1991. Vol. 21, № 6. PP. 925–934.

Статья поступила в редакцию 05.12.2016; принята к публикации 15.01.2017

Received: December 05, 2016; accepted for publication: January 15, 2017

Библиографическое описание статьи

Седельникова Л. Л., Чанкина О. В. Изменчивость коэффициента биологического поглощения тяжёлых металлов вегетативными органами *Hemerocallis hybrida* // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 45–51.

Reference to the article

Sedel'nikova L. L., Chankina O. V. Variability in the Coefficient of Biological Absorption of Heavy Metals in *Hemerocallis hybrida* Vegetative Organs // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 45–51.

УДК 574.583

Наталья Александровна Ташлыкова,
кандидат биологических наук,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: NatTash2005@yandex.ru

Таксономический состав и эколого-географическая характеристика летнего фитопланктона Торейских озёр¹

Представлены результаты исследований таксономического и эколого-географического разнообразия летнего фитопланктона водоёмов Торейской котловины – озера Зун-Торей и шести мелких изолированных водоёмов в ложе высохшего озера Барун-Торей. В составе сообществ летнего планктона идентифицирован 41 вид водорослей, представленный 47 таксонами. В ходе анализа полученных данных о насыщенности альгофлоры с использованием методов сравнительной флористики отмечены относительно низкие показатели родового и видового коэффициентов. Наибольший вклад в формирование таксономического разнообразия вносят отделы *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Cyanobacteria*, на долю которых приходится более 80 % от общего числа водорослей. Сравнение таксономического состава альгофлор в разные периоды исследований показало: увеличение более чем на 20 % общего числа отмеченных форм, видов и разновидностей, возрастание содержания диатомей, снижение зелёных водорослей и цианобактерий. Происходящие преобразования обусловлены нестабильным водным режимом озёр в засушливый период гидрологического цикла. Фитогеографический анализ фитопланктона определил, что 86 % от всех отмеченных таксонов водорослей являются космополитами. По отношению к минерализации, скорости течения и активной реакции воды преобладают индифферентные (89 %), алкалофильные (56 %) формы водорослей, способные обитать как в лотических, так и в лентических (40 %) водных объектах. Доля видов-индикаторов сапробности водной среды составляет 81 % от общего числа выявленных видов. При сравнении численного и процентного содержания сапробиологических групп отмечено доминирование видов бетамезосапробионтов.

Ключевые слова: фитопланктон, водоросли, виды-индикаторы, сапробность, Зун-Торей, Барун-Торей, Торейские озёра

Nataliya A. Tashlykova,
Candidate of Biology,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: NatTash2005@yandex.ru

Taxonomical Structure and Ecological-Geographical Diversity of Summer Phytoplankton of the Torey Lakes²

The paper presents the results of investigations of taxonomical and ecological-geographical diversity of phytoplankton of the Torey Lakes. The composition of plankton communities comprises 41 determined algae species represented by 47 taxa. The analysis of the obtained algal flora saturation data using comparative methods floristry received relatively low rates of generic and specific factors. Divisions *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* and *Cyanobacteria* which accounted for over 80 % of the total algae make the largest contribution to the formation of taxonomic diversity. A comparison of the taxonomic composition of the algal flora at different periods of research showed an increase of more than 20 % of the total number of registered forms, species and varieties, changes in the ratio of high rank taxa, increase of diatoms, reducing of green algae and cyanobacteria. The ongoing transformation is due to unstable water regime of the lake during the dry period of the hydrological cycle. Phytogeographic analysis of phytoplankton found that 86 % from all the selected algae taxa are cosmopolitans. With

¹ Исследование выполнено по программе ФНИ (Проект № IX.137.1.1)

² The work was supported by project no. IX.137.1.1.

respect to salinity, flow velocity of water and active reaction, indifferent (89 %), alkaliphilic (56 %) forms of algae predominate, they can reside both in lotic and lentic (40 %) water bodies. Share of indicator species of aquatic saprobity is 81 % of the total number of the identified species. When comparing the numerical and percentage composition of saprobiological groups, we noted the dominance of betamezo-saprobiont species.

Keywords: phytoplankton, algae, indicator species, saprobity, Lake Zun-Torey, Lake Barun-Torey, the Torey Lakes

Введение. В связи с изменяющимися климатическими условиями и усиливающимся антропогенным воздействием на экосистемы, в настоящее время всё большее внимание исследователей привлекают проблемы динамики и сохранения биологического разнообразия [8, с. 90]. Необходимость сохранения биологического разнообразия на всех уровнях его организации в настоящее время является единственным способом предупредить деградацию глобальных экосистем [11, с. 218]. Одной из задач работ, проводимых в этом направлении, является изучение особенностей таксономической структуры и эколого-географического распределения водорослей водных экосистем как природного объекта, представляющего единство среды и обитающей в ней биоты [9, с. 65]. Особый интерес, в рамках данной темы, вызывают солёные озера, в которых в зависимости от климатических и антропогенных факторов могут изменяться таксономический состав, степень организации и число видов в сообществах (в том числе и в планктонных) в достаточно короткие временные интервалы.

Торейские озёра – система озёр, расположенных в юго-восточном Забайкалье в Улза-Торейской бессточной области. Водоёмы отличаются нестабильным водным режимом, в засушливые годы озёра практически полностью пересыхают. Исследованные озёра Зун-Торей и Барун-Торей – крупнейшие содовые озёра аридной зоны [3, с. 383; 5, с. 16; 11, с. 219; 12, с. 151, 176; 13; 15, с. 3–8].

Материалы и методы исследования. Работа представляет собой результат анализа данных по изучению структуры летнего фитопланктона (июнь, август 2016 г.) озёр Торейской группы – озера Зун-Торей и шести мелких изолированных водоемов в ложе высохшего озера Барун-Торей.

Отбор, качественная и количественная обработка проб фитопланктона проводилась стандартными методами [4, с. 140–146; 10, 157 с.]. Классификация таксонов и синонимии каждой группы водорослей приведены по крупнейшему мировому альгологическому сайту AlgaeBase [16].

При эколого-географической характеристике придерживались наиболее разработанных систем, принятых в экологии и биогеографии водорослей [1].

При флористическом анализе применялся коэффициент общности видового состава Серенсена [18, с. 25–39], рассчитывались показатели родового (соотношение числа родов в семействах) и видового (соотношение числа видов в родах) коэффициентов.

Результаты и их обсуждение. Всего в составе фитопланктона исследованных водных объектов обнаружено 47 таксонов, рангом ниже рода, относящихся к 7 отделам, 12 классам, 20 порядкам, 27 семействам и 33 родам (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический спектр и насыщенность фитопланктона Торейских озёр в июне и августе 2016 г.

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Таксон	Насыщенность таксонами	
							родовыми	видовыми
Cyanobacteria	1	3	3	3	4	5	1	1,3
Bacillariophyta	3	6	6	6	5	6	1	0,8
Cryptophyta	1	1	1	1	1	1	1	1
Heterokontophyta	1	1	1	1	1	1	1	1
Charophyta	3	3	4	4	2	4	1	0,5
Chlorophyta	2	5	11	17	27	28	1,5	1,6
Myzozoa	1	1	1	1	1	2	1	1

Анализ таксономического спектра исследованных водоёмов показал, что основу структуры летнего фитопланктона составляют зелёные и диатомовые водоросли, а также цианобактерии. На их долю приходилось 83 % от общего таксономического состава. Такое распределение систематических групп характерно и для других водоёмов с различным уровнем солёности [6, с. 322; 7, с. 68–69; 17, р. 44; 19, р. 192–193 и др.].

Сопоставление данных по таксономическому составу фитопланктона исследованных озёр в различные периоды (февраль–сентябрь 1986 г. [12, с. 15, 180], август 2003 г. [14, с. 282], июнь, август 2016 г.) (табл. 2) выявило, что состав ядра альгофлоры стабилен.

Таблица 2

Соотношение отделов водорослей, %, в фитопланктоне Торейских озёр в разные периоды исследований

Отделы	Озеро Барун-Торей			Озеро Зун-Торей		
	1986 г. ¹	2003 г. ²	2016 г.	1986 г. ¹	2003 г. ²	2016 г.
<i>Cyanobacteria</i>	23,8	8,3	10	33,3	8,3	25
<i>Bacillariophyta</i>	4,8	8,4	15	9,6	25	18,75
<i>Cryptophyta</i>	–	–	2,5	–	–	6,25
<i>Heterokontophyta</i>	–	–	2,5	–	–	–
<i>Charophyta</i>	–	–	10	–	–	6,25
<i>Chlorophyta</i>	61,9	66,6	55	57,1	66,7	43,75
<i>Euglenophyta</i>	9,5	12,5	–	–	–	–
<i>Myzozoa</i>	–	4,2	5	–	–	–
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
¹ [12, с. 15, 180]						
² [14, с. 282]						

Однако определены некоторые изменения. Так, более чем на 20 % возросло таксономическое разнообразие фитопланктона, изменилось соотношение таксонов высокого ранга (увеличилось содержание диатомей, уменьшилось содержание зелёных водорослей и цианобактерий). Происходящие преобразования обусловлены нестабильным водным режимом озёр в засушливый период гидрологического цикла, при котором в настоящее время наблюдается обмеление озера Зун-Торей и почти полное высыхание озера Барун-Торей.

В ходе анализа полученных данных (июнь, август 2016 г.) о насыщенности альгофлоры с использованием методов сравнительной флористики определены относительно низкие показатели родового и видового коэффициентов – 1,1 и 1,03 соответственно (табл. 1). Такие низкие значения обусловлены небольшим числом полевых выездов и исследованием только одной экологической группы водорослей – фитопланктона.

Высокие родовой и видовой коэффициенты получены для зелёных водорослей, что объясняется довольно большим числом выявленных форм водорослей (28). Значение видового коэффициента выше среднего показателя отмечено для отдела цианобактерии, ниже среднего – для отделов диатомовых и харовых водорослей (табл. 1).

В систематической структуре видов обнаружены следующие закономерности: ведущими отделами по числу порядков являются диатомовые (30 % от общего числа представленных порядков), зелёные (25 %), харовые водоросли и цианобактерии (по 15 %). На уровне классов выделяются *Chlorophyceae* Wille (48,9 % видового состава) и *Cyanophyceae* Schaffner (10,6); на уровне порядков – *Sphaeropleales* Luerksen (36,2 %) и *Oscillatoriales* Cavalier-Smith (7 %).

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств (*Oscillatoriaceae* Engler, *Bacillariaceae* Ehrenberg, *Chlamydomonadaceae* F. Stein, *Oocystaceae* Bohlin, *Ankistrodesmaceae* Korschikov, *Scenedesmaceae* Oltmanns и *Selenastraceae* Blackman & Tansley) из отделов *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanobacteria* объединяют 25 видов (53,2 % от всего количества водорослей). На долю зелёных водорослей из их числа приходится 19 видов (40,4 % от всего количества видов водорослей).

Шесть ведущих по видовому богатству родов фитопланктона исследованных озёр содержат в своём составе 34 % от всего количества водорослей. Наибольший вклад в формирование таксономического разнообразия вносят роды: *Monoraphidium* Komarkova-Legnerova (8,5 %), *Oocystis* A. Braun (6,4 %), *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont (6,4 %), *Desmodesmus* (Chodat) S. S. An, T. Friedl & E. Hegewald (4,3 %), *Tetradesmus* G. M. Smith (4,3 %) и *Lemmermannia* Chodat (4,3 %).

Соотношение выявленного видового состава показало высокую долю представителей отдела Chlorophyta – около 60 %. Вклад таких отделов, как Bacillariophyta, Cyanobacteria и Charophyta, был достаточно низким, и в совокупности составлял немногим более 30 %. Остальные отделы были представлены меньшим числом видов: их доля в создании общего видового разнообразия не превышала 10 % (рис. 1).

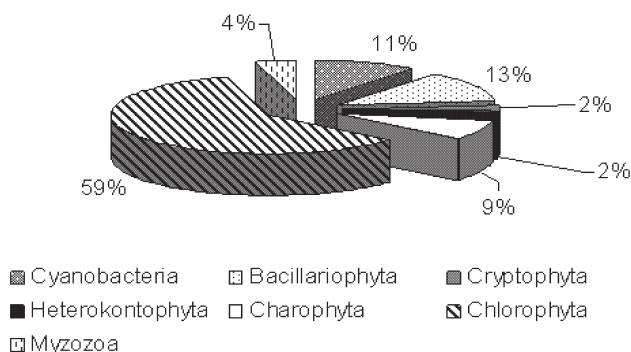


Рис. 1. Соотношение отделов водорослей в фитопланктоне Торейских озёр в июне и августе 2016 г.

Fig. 1. Distribution groups (in %) of algae in phytoplankton of the Torey Lakes (June, August 2016).

Сравнение таксономического состава озера Зун-Торей и мелких водоёмов ложа озера Барун-Торей определило, что фитопланктон мелких водоёмов представлен намного разнообразнее (табл. 3). Из 47 выявленных таксонов в мелких водоёмах отмечено 85 % от общего таксономического состава, тогда как в озере Зун-Торей – 34 %. Коэффициент сходств альгофлор двух водоёмов был сравнительно невысок и определялся в 0,43. Наибольшим сходством характеризовались альгофлоры цианобактерий и диатомовых водорослей.

Таблица 3

Таксономический состав основных групп водорослей в летнем фитопланктоне озёр Зун-Торей и Барун-Торей в 2016 г.

Отдел	Озеро Зун-Торей	Мелкие водоёмы ложа озера Барун-Торей	Коэффициент сходства
Cyanobacteria	4	4	0,75
Bacillariophyta	6	3	0,67
Cryptophyta	1	1	1
Heterokontophyta	1	–	–
Charophyta	4	1	0,4
Chlorophyta	22	7	0,28
Myzozoa	2	–	–
Всего	40	16	0,43

Оценка приведённых в литературе таксономических списков фитопланктона исследованных озёр за 1986 г. [12, с.15, 180] выявила, что процент общих для двух водоёмов видов составил 16,7. Коэффициент сходства альгофлор озёр был невысок и определялся в 0,28. При исследованиях флоры водорослей в 2003 г. данный коэффициент составлял 0,44 [14, с. 282].

При проведении фитогеографического анализа фитопланктона отмечено преобладание в составе водорослей космополитов (85,7 %) и голарктических (11,5 %) видов (рис. 2). Среди первых в планктоне регистрировались виды родов *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont и *Chlamydomonas* Ehrenberg, а также диатомовая водоросль *Cyclotella meneghiniana* Kützing и зеленая водоросль *Tetraëdron incus* (Teiling) G. M. Smith. Из обитателей умеренных широт в составе фитопланктона зарегистрированы *Lemmermannia komarekii* (Hindak) C. Bock & Krienitz in Bock et al., *Ankyra ancora* (G. M. Smith) Fott, *Coenococcus planctonicus* Korshikov, *Closterium strigosum* Brebisson, *Monoraphidium obtusum* (Korshikov) Komarkova-Legnerova.

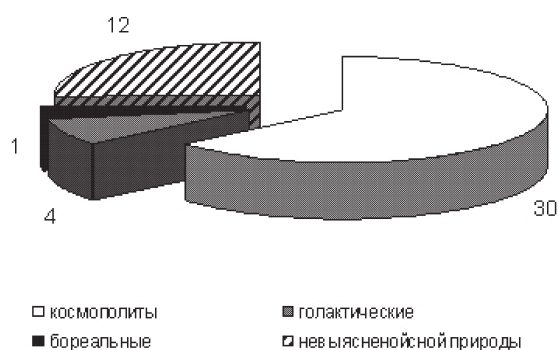


Рис. 2. Географическое распространение водорослей планктона Торейских озёр (цифрами отмечено количество таксонов)

Fig. 2. Geographical distribution of plankton algae of the Torey Lakes (figures indicate the number of taxa)

Среди экологических групп по принадлежности водорослей к биоценозам ведущее положение занимали планктонно-бентосные формы, составляющие немногим более 70 % от общего числа видов, для которых известна эта характеристика (табл. 4).

Таблица 4

Эколого-географическая структура летнего фитопланктона Торейских озёр (количество таксонов водорослей в типологических группах по отделам)

Экологическая группа	Отдел							Всего
	Cyanobacteria	Bacillariophyta	Cryptophyta	Heterokontophyta	Charophyta	Chlorophyta	Myozoa	
по местообитанию								
планктонные	1	1	1	1	–	7	–	11
бентосные	–	–	–	–	–	–	–	–
бентосно-планктонные	1	4	–	–	2	18	1	26
обрастатели	–	–	–	–	–	–	–	–
эпибионты	–	–	–	–	–	–	–	–
по галобности								
олигогалобы-галофобы	–	–	–	1	–	–	–	1
олигогалобы-индифференты	1	4	1	–	–	9	1	16
олигогалобы-галофилы	1	–	–	–	–	–	–	1
по отношению к pH								
ацидофилы	–	–	–	–	–	–	–	–
индифференты	–	2	–	–	–	2	–	4
алкалифилы	–	4	–	–	–	1	–	5
по отношению к скорости течения								
стоячий	–	–	–	–	1	3	1	5
стояче-текущий и/или индифферент	–	–	–	–	–	19	–	19
текущий	–	–	–	–	–	–	–	–

В этой группе наибольшим разнообразием характеризовались зелёные (48,6 % планктонно-бентосных форм) и диатомовые (10,8 %) водоросли. Среди представителей Chlorophyta это, преимущественно, таксоны порядка Chlorococcales Pascher из родов *Monoraphidium* (15,3 %), *Tetrademus* (7,7 %), *Lemmermannia* (7,7 %). Преобладание видов водорослей смешанного типа обитания обусловлено тем, что озёра находятся в стадии обмеления и имеют сравнительно небольшие глубины.

На долю истинно-планктонных форм приходилось около 30 % от общего числа видов, для которых известна эта характеристика. Из них 63,6 % составляли зелёные водоросли порядков *Chlamydomonadales* F. E. Fritsch (*Chlamydomonas pertusa* Chodat, *Carteria klebsii* (P. A. Dangeard)) и *Sphaeropleales* (*C. planctonicus*, *A. ancora*, *Schroederia setigera* (Schroëder) Lemmermann).

Несмотря на сравнительно небольшие глубины, в планктоне исследуемых водоёмов типичные бентосные формы, обрастатели и эпибионты не были обнаружены.

Так как содержание солей в воде относится к числу лимитирующих факторов, определяющих условия для вегетации водорослей, существенное значение при экологической характеристике фитопланктона имеет анализ его распределения в зависимости от минерализации. По имеющимся в настоящее время литературным сведениям, в водах большинства Торейских озёр доминирующим катионом является натрий, а анионом – гидрокарбонат-ион. Минерализация вод озёр по сумме ионов составляет 0,8–21,3 г/л [5, с. 16–17]. Ранее воды по содержанию и соотношению главных ионов относили к гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-му типу. Солёность также варьировала в широких пределах: от 5 до 25 г/л [12, с. 80–84, 177–179]. В период проводимых работ в ложе озера Барун-Торей исследовались мелкие разрозненные пресные водоёмы, питание которых осуществлялось за счёт подземных вод. На момент исследования (июнь, август 2016 г.) структурное разнообразие по категориям галофитности представляли три экологические группы: олигогалофиты-индифференты, олигогалофиты-галофиты и олигогалофиты-галофилы. Некоторые виды не были отнесены по данному признаку ни к одной экологической группе из-за недостатка опубликованных данных.

Полученные данные указывают, что альгофлора исследованных водоёмов, преимущественно, представлена пресноводными – 94,5 % (из которых галофиты – 5,5 % и индифференты – 89 %) и пресноводно-солонатоводными видами (преимущественно галофилами) – 5,5 %. Из галофилов в планктоне озера отмечался такой вид, как *Cryptomonas ovata* Skuja, из галлофитов – золотистая водоросль *Chrysococcus rufescens* Klebs. Аналогичная картина наблюдалась и при исследованиях 90-х гг. [12, с. 157, 180], когда в толще воды преобладали олигогалофиты-индифференты, составлявшие около 90 % от общего числа отмеченных таксонов.

Немаловажную роль при экологической характеристике имеет анализ видов по отношению к активной реакции воды. Опубликованные данные о распределении видов по отношению к данному параметру имеются лишь для 19 % от общего числа выявленных таксонов (табл. 4). К акафилам, отмеченным в планктоне озёр, относились следующие таксоны: *Cyclotella meneghiniana*, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compagnon in Jahn et al., *Nitzschia acicularis* (Kützinger) W. Smith, *Cymatopleura solea* (Brebisson) W. Smith, *Phacus caudatus* Hübner. Среди индифферентов встречались *Diatoma vulgare* Bory, *Pseudopediastrium boryanum* (Turpin) E. Hegewald in Buchheim et al., *Desmodesmus communis* (E. Hegewald) E. Hegewald, *Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindak. Выявление в планктоне Торейских озёр экстремофильных видов водорослей, обитающих в сильнощелочных средах, и видов-индифферентов определяется тем, что водородный показатель исследованных водоёмов составляет 9–9,4 [5, с. 16–17; 12, с. 80–84, 177–179], т. е. воды озёр имеют слабощелочную реакцию среды.

Анализ видового состава фитопланктона Торейских озёр по отношению к скорости течения свидетельствует о преобладании индифферентов (40,4 % от общего числа таксонов). Водоросли, предпочитающие непроточные воды, составляли 11 %. К их числу относились представители зелёных водорослей, такие как *Oocystis submarina* Lagerheim, *Tetradismus lagerheimii* M. J. Wynne & Guiry, *Chlorolobion braunii* (Nageli) Komarek.

Торейские озёра в меньшей степени испытывают отрицательное антропогенное воздействие, т. к. остаются в настоящее время менее трансформированными и относительно незагрязнёнными. Кроме того, они расположены на территории Государственного природного биосферного заповедника «Даурский» и входят в состав буферной (охранной) зоны.

В таких водных объектах формирование структуры альгоценозов происходит в естественных условиях, и в качестве определяющих факторов выступают происходящие климатические изменения. Для рек и озёр подобного типа необходима система наблюдений, которая позволит по составу сообществ соразмерно оценивать состояние экосистемы и определять тенденции возможных изменений [8, с. 94]. Ключевое место при биоиндикации занимают альгобионты, которые находятся в основании трофической пирамиды и первыми принимают на себя воздействия, оказываемые на водную среду [1].

В фитопланктоне исследованных Торейских озёр 81 % всех отмеченных таксонов водорослей являются показателями сапробности. Их количественное распределение относительно зон сапробности приведено в табл. 5.

Таблица 5

Распределение числа индикаторных видов водорослей по зонам сапробности в Торейских озёрах

Зона сапробности	Число видов	Процент, от общего числа
о-β	4	10,53
о	2	5,26
β-о	3	7,89
β	18	47,37
о-α	7	18,42
β-α	2	5,26
α	1	2,63
β-ρ	1	2,63
Всего	38	100,0

Обозначения зон сапробности: о-β – олиго-бетамезо-; о – олиго-; β-о – бета-олиго-; β – бетамезо-; о-α – олиго-альфамезо-; β-α – бета-альфамезо-; α – альфамезо-; β-ρ – бета-поли-

При сравнении численного и процентного содержания сапробиологических групп выявлено преобладание видов бетасапробионтов (66 %) вместе с промежуточными группами бета-олиго- и олигобета-мезосапробионтов. Индикаторы олиго-альфа-мезосапробной зоны составляли 18 %. Доля видов-индикаторов в остальных сапробиологических группах не превышала 6 % (табл. 5).

Выводы. Таким образом, проведённый анализ показал, что летний фитопланктон исследованных Торейских озёр – Зун-Торей и Барун-Торей – характеризуется незначительным флористическим богатством и таксономическим разнообразием. В период проводимых исследований в составе фитопланктона выявлено 47 таксонов, принадлежащих к 33 родам, 27 семействам, 20 порядкам, 12 классам и 7 отделам. Основу видового разнообразия определяют отделы Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanobacteria, составляющие основную часть флористического списка.

Сопоставление таксономических списков фитопланктона исследованных водоёмов показало, что состав водорослей планктона мелких водоёмов ложа озера Барун-Торей представлен разнообразнее. Коэффициент сходств альгофлор двух водоёмов сравнительно невысок (0,43). Наибольшее сходство отмечено для цианобактерий и диатомей.

При сравнении таксономического состава водорослей в разные периоды исследований отмечено увеличение разнообразия и изменение соотношения таксонов в отделах водорослей.

В эколого-географическом отношении в фитопланктоне озёр преобладают широко распространённые формы. Особенности климатических и географических условий среды исследуемого региона способствуют развитию в планктоне водорослей, преимущественно, смешанного типа местообитания (планктоно-бентосного), характерных как для лентических, так и для лотических водных экосистем, а также доминированию в таксономическом составе индифферентных по отношению к солёности среды видов и алкалифилов в зависимости от активной реакции среды. Среди водорослей-индикаторов органического загрязнения преобладают таксоны показатели бета-мезосапробной зоны.

Полученные данные по летнему фитопланктону Торейских озёр характеризуют современное состояние экосистем озёр Зун-Торей и Барун-Торей в засушливые годы и могут служить базой для сравнительной оценки изменений под влиянием климатических и антропогенных факторов окружающей среды.

Список литературы

1. Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
2. Горохова О. Г., Зинченко Т. Д. Фитопланктон высокоминерализованных озёр Приэльтона // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 5. С. 1715–1721.
3. Замана Л. В. Формирование и трансформация химического состава вод минеральных озёр (на примере Забайкалья) // Доклады РАН. 2009. Т. 428, № 3. С. 382–385.
4. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоёмов. Л.: Наука, 1969. 658 с.

5. Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц., Горлачева Е. П. Состояние водных экосистем озёр Онон-Торейской равнины за 1983–2011 гг. (Восточное Забайкалье) // Аридные экосистемы. 2013. № 3. С. 16–26.
6. Лялюк Н. М., Климяк В. Н. Фитопланктон Славянских солёных озёр // Альгология. 2011. Т. 21, № 3. С. 321–326.
7. Митрофанова Е. Ю. Фитопланктон озёр разной минерализации (на примере системы реки Касмалы, Алтайский край) // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. 2010. № 6. С. 67–72.
8. Ремигаило П. А. Эколого-географическая структура таксономического разнообразия фитопланктона реки Лены // Наука и образование. 2014. № 1. С. 90–96.
9. Ремигаило П. А., Габышев В. А. Пространственная изменчивость таксономической структуры фитопланктона р. Лены // Наука и образование. 2012. № 1. С. 65–69.
10. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. М.: Университет и школа, 2003. 157 с.
11. Саксонов С. В., Конева Н. В., Иванова А. В., Юрицына Н. А. К проблеме сохранения флористического разнообразия Приволжской возвышенности // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2003. Т. 5, № 2. С. 218–230.
12. Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность / Л. И. Локоть, М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачева [и др.]. Новосибирск: Наука, 1991. 216 с.
13. Солончатые и солёные озёра Забайкалья: гидрохимия, биология. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2009. 340 с.
14. Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. К изучению летнего планктона Торейских озёр // Природоохранное сотрудничество: Россия, Монголия, Китай. Чита: Изд-во ЗабГУ. С. 280–284.
15. Цыбекмитова Г. Ц., Белозерцева И. А. Гидрохимия солёных озёр Онон-Борзинского междуречья (Забайкальский край) // Вода: химия и экология. 2014. № 2. С. 3–8.
16. Guiry M. D., Guiry G. M. 2016. AlgaeBase. Retrieved July 10, 2010; from <http://www.algaebase.org>.
17. Rojo C., Cobelas M. A., Arauzo M. An elementary, structural analysis of river phytoplankton // Hydrobiologia. 1994. Vol. 289. PP. 43–55.
18. Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant ecology // Biol. Sci. 1948. Vol. 5. PP. 25–39.
19. Williams W. D. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes // Hydrobiologia. 1998. Vol. 381. PP. 191–201.

References

1. Barinova S. S., Medvedeva L. A., Anisimova O. V. Bioraznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhayushchei sredy. Tell'-Aviv, 2006. 498 s.
2. Gorokhova O. G., Zinchenko T. D. Fitoplankton vysokomineralizovannykh ozer Priel'ton'ya // Izv. Samar. nauch. tsentra RAN. 2014. T. 16, № 5. S. 1715–1721.
3. Zamana L. V. Formirovaniye i transformatsiya khimicheskogo sostava vod mineral'nykh ozer (na primere Zabai-kal'ya) // Doklady RAN. 2009. T. 428, № 3. S. 382–385.
4. Kiselev I. A. Plankton morei i kontinental'nykh vodoemov. L.: Nauka, 1969. 658 s.
5. Kuklin A. P., Tsybekmitova G. Ts., Gorlacheva E. P. Sostoyanie vodnykh ekosistem ozer Onon-Toreiskoi ravniny za 1983–2011 gg. (Vostochnoe Zabaikal'e) // Aridnye ekosistemy. 2013. № 3. S. 16–26.
6. Lyalyuk N. M., Klimyuk V. N. Fitoplankton Slavyanskikh solenykh ozer // Al'gologiya. 2011. T. 21, № 3. S. 321–326.
7. Mitrofanova E. Yu. Fitoplankton ozer raznoi mineralizatsii (na primere sistemy reki Kasmaly, Altaiskii krai) // Vestn. Alt. gos. agrar. un-ta. 2010. № 6. S. 67–72.
8. Remigailo P. A. Ekologo-geograficheskaya struktura taksonomicheskogo raznoobraziya fitoplanktona reki Leny // Nauka i obrazovanie. 2014. № 1. S. 90–96.
9. Remigailo P. A., Gabyshev V. A. Prostranstvennaya izmenchivost' taksonomicheskoi struktury fitoplanktona r. Leny // Nauka i obrazovanie. 2012. № 1. S. 65–69.
10. Sadchikov A. P. Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona. M.: Universitet i shkola, 2003. 157 s.
11. Saksonov S. V., Koneva N. V., Ivanova A. V., Yuritsyna N. A. K probleme sokhraneniya floristicheskogo raznoobraziya Privolzhskoi vozvyshennosti // Izv. Samar. nauch. tsentra RAN. 2003. T. 5, № 2. S. 218–230.
12. Sodovye ozera Zabaikal'ya: ekologiya i produktivnost' / L. I. Lokot', M. Ts. Itigilova, E. P. Gorlacheva [i dr.]. Novosibirsk: Nauka, 1991. 216 s.
13. Solonovatyie i solenyie ozera Zabaikal'ya: gidrokhimiya, biologiya. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 2009. 340 s.
14. Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Itigilova M. Ts. K izucheniyu letnego planktona Toreiskikh ozer // Prirodookhrannoe sotrudnichestvo: Rossiya, Mongoliya, Kitai. Chita: Izd-vo ZabGU. S. 280–284.
15. Tsybekmitova G. Ts., Belozertseva I. A. Gidrokhimiya solenykh ozer Onon-Borzinskogo mezhdurech'ya (Zabai-kal'skii krai) // Voda: khimiya i ekologiya. 2014. № 2. S. 3–8.
16. Guiry M. D., Guiry G. M. 2016. AlgaeBase. Retrieved July 10, 2010; from <http://www.algaebase.org>.
17. Rojo C., Cobelas M. A., Arauzo M. An elementary, structural analysis of river phytoplankton // Hydrobiologia. 1994. Vol. 289. PP. 43–55.
18. Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant ecology // Biol. Sci. 1948. Vol. 5. PP. 25–39.
19. Williams W. D. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes // Hydrobiologia. 1998. Vol. 381. PP. 191–201.

Статья поступила в редакцию 24.11.2016; принята к публикации 10.01.2017

Received: November 24, 2016; accepted for publication: January 10, 2017

Библиографическое описание статьи

Ташлыкова Н. А. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика летнего фитопланктона Торейских озёр // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 52–59.

Reference to the article

Tashlykova N. A. Taxonomical Structure and Ecological-Geographical Diversity of Summer Phytoplankton of the Torey Lakes // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 52–59.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

PALEOBIOLOGY

УДК 568.19(571.55)

София Михайловна Сеница¹,
доктор геолого-минералогических наук, доцент,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: sinitsa-sm@rambler.ru

Екатерина Сергеевна Вильмова²,
ассистент,
Читинский институт Байкальского государственного университета
(672000, Россия, г. Чита, ул. Анохина, 56),
e-mail: zvezdochka_kiss_@mail.ru

Николай Львович Бердников³,
соискатель,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: nikolay.77789@mail.ru

Фациальные ассоциации местонахождения юрских оперенных растительноядных динозавров Кулинда (Оловская впадина, Забайкалье)

При изучении разрезов местонахождения юрских оперенных динозавров Кулинда в Оловской впадине выявились различные по цвету, составу, текстурам и органическим остаткам фации, слагающие отдельные слои трёх пачек нижней подсвиты укурейской свиты. Фации отражают изменение условий седиментации от нормальной озёрной до катастрофической пролювиальной и единичной. Для нижней песчаниково-алевролитовой пачки характерно доминирование алевролитовых фаций и биофаций с разрозненными костными остатками скелетов, кожи, оперений и чешуйчатого покрытия хвостов и ног динозавров, с разнообразными растительными остатками и остатками озёрных беспозвоночных. Псаммитовые фации представлены песчаниками с линзами гранитного гравийно-щебенчатого материала. С увеличением псефитовой примеси (более 50 %) песчаники переходят в хлидолиты. Песчано-хлидолитовые фации накапливаются в прибрежном озёрном мелководье при наступлении на озеро плоскостных смывов с образованием катастрофических (редких) фаций. Появление единичных слойков (до 5 см) пепловых туффитов с необычными органическими остатками свидетельствует о разовом привносе золы вулканической пыли в озеро и образовании единичных (исключительных) фаций. Фациальный состав разрезов туфогенно-осадочной и туфогенной пачек отличается появлением псефитовых фаций-дресвяников, состоящих из неотсортированных и неокатанных продуктов выветривания гра-

¹ С. М. Сеница – подбор литературы по фациям; анализ материала полевой экспедиции; написание текста: введение, фашии туфогенно-осадочной и туфогенной пачек; заключение, список литературы.

² Е. С. Вильмова – подбор литературы по фациям; анализ материала полевой экспедиции; перевод на английский язык: аннотация, подписи к рисункам; информация об авторах; написание текста: введение.

³ Н. Л. Бердников – подбор литературы по фациям; анализ материала полевой экспедиции; написание текста: введение; фашии песчаниково-алевролитовой пачки; заключение.

нитов обрамления, которые сносились в озеро при плоскостных смывах и покрывали пляжи. Присутствуют аналогичные биофации с некоторыми отличиями в виде отсутствующих чешуйчатых покрытий хвостов, кожи и оперения динозавров. Литолого-петрографические и палеонтологические особенности пачек позволили провести сравнение с фациями гидрологически закрытых и открытых озёр, наметить сходство и отличие в терригенной озёрной и пролювиальной седиментации, подавляющей химическое и биогенное осадконакопление.

Ключевые слова: литофации, алевролиты, псаммиты, пепловые туффиты, дресвяники, биофации, гидрологически закрытые озёра, гидрологически открытые озёра

Sofia M. Sinitsa¹,
*Doctor of Geology and Mineralogy, Associate Professor,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: sinitsa-sm@rambler.ru*

Ekaterina S. Vil'mova²,
*Assistant Lecturer,
Chita Institute of Baikal State University
(56 Anokhina st., Chita, 672000, Russia),
e-mail: zvezdochka_kiss_@mail.ru*

Nikolay L. Berdnikov³,
*Doctoral Candidate,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: nikolay.77789@mail.ru*

Facies Associations of Locality of Jurassic Feathered Kulinda Dinosaurs (Olov Depression, Transbaikalia)

When studying the sections of Kulinda locality of Jurassic feathered dinosaurs in Olov Depression, facies different in color, composition, textures and organic remains forming the individual beds of three formation members of the lower subsuite of Ukureyskaya Formation have been revealed. The facies are indicative of changes in sedimentation conditions from normal lacustrine to severe proluvial and occasional one. The dominance of siltstone facies and biofacies with isolated bone remains of skeletons, skin, feather-like structures and scale-like surface of dinosaur tails and limbs with various plant and lymnetic invertebrate remains are typical for the lower sandstone-siltstone formation member. Psammitic facies are represented by sandstones with lenses of granite and gravel-break stone material. With increase of psephitic adulteration (over 50 %) sandstones change to chlidolites. Sandy-chlidolite facies are accumulated in the near shore lake shallow waters when covering the lake with rainwashes with the formation of severe (rare) facies on. The appearance of single beds (up to 5 cm) of ashstones with unusual organic remains indicates one-time addition of aeolian volcanic dust into the lake, and the formation of single (exclusive) facies. Facies composition of the sections of tuffaceous sedimentary and tuffaceous formation members are notable for psephitic facies-sandstones composed of nongraded and unrounded weathering residues of granites, which were drifted into the lake by rainwashes and covered beaches. There are analogous biofacies with some differences in the form of lacking scale-like surface tails, skin and feather-like structures of dinosaurs. The lithological and petrological and paleontological features of formation members allow us to make a comparison with the facies of hydrological land-locked and open lakes; mark the similarities and differences in terrigenous lake and proluvial sedimentation which lower chemical and biogenic deposition.

Keywords: lithofacies, siltstones, psammites, ash tuffites, rotten stones, biofacies, hydrological land-locked lakes, hydrological open lake

¹ S. M. Sinitsa – literature selection on facies; the material analysis of the field expedition; the writing of the text: introduction, facies of tuffaceous sedimentary and tuffaceous formation member; conclusion, references.

² E. S. Vil'mova – literature selection on facies; the material analysis of the field expedition; translation into English: abstract, figure captions; information about the authors; the writing of the text: introduction.

³ N. L. Berdnikov – literature selection on facies; the material analysis of the field expedition; the writing of the text: introduction; facies of sandstone-siltstone formation member; conclusion, references.

Введение. В 2010 г. в Оловской впадине Забайкалья на левом борту пади Кулинда в туфогенно-осадочных породах укурейской свиты были обнаружены остатки маленьких юрских оперенных растительноядных динозавров, отнесенных к новому роду *Kulindadromeus*. Отложения свиты залегают на разрушенных до дресвы пермских гранитах, вскрывались магистральными канавами и были расчленены на три подсвиты, различающиеся по фациальному составу. В разрезе нижней подсвиты выделяются литофации (дресвяники, туфопесчаники, песчаники, туфоалевролиты, алевролиты, пепловые туффиты) и биофации с разрозненными костными остатками динозавров, фрагментами кожи, оперения, чешуйчатого покрытия хвостов, ног, остатков сопутствующей беспозвоночной фауны и флоры [4–9]. Большая часть установленных фаций встречаются вместе и по условиям осадконакопления связаны между собой. Отмечается различное расположение фаций внутри слоя – от случайного до закономерного: от псаммитов до алевритов и пепловых туффитов или от хлидолитов до пепловых туффитов. Фации слагают ряды, которые ограничиваются различными контактами, отражающими изменение условий седиментации, указывают на нормальную длительную во времени озёрную седиментацию или на катастрофическую (мгновенную) пролювиальную или единичную (исключительную вулканогенную) [7].

Фации и фациальные ассоциации пачек нижней подсвиты укурейской свиты. Нижняя подсвита укурейской свиты местонахождения Кулинда состоит из трёх пачек: песчаниково-алевролитовой (канавы 4), туфогенно-осадочной (канавы 3(3)) и туфогенной (канавы 3) (рис. 1).



Рис. 1. Географическое положение местонахождения оперенных динозавров Кулинда (слева направо: канава 3, канава 3(3) и канава 4)

Fig. 1. Geographical position of Kulinda locality of feathered dinosaurs (left-to-right: ditch 3, ditch 3 (3), ditch 4)

Для песчаниково-алевролитовой пачки характерны в основном *алевритовые фации* с неясной горизонтальной, реже – штриховатой, текстурой, а также биофации в основном с остатками динозавров. Более редки – сопутствующая фауна и флора. Напластования растительного детрита с остатками озёрной биоты обычны для осадконакопления в озере на мелководье, но за зоной действия волн. Материалом для отложений пачки служит терригенное внебассейновое вещество, состоящее из продуктов выветривания гранитного обрамления. Накопление алевролитовых фаций в озере – процесс медленный, нормальный, фации выделяются как массовые. Преобладают серые окраски фаций, реже – жёлтые и коричневые, обусловленные присутствием углистого растительного или пирокластического материала.



Рис. 2. Динозавровые слои 2–4 канавы 4

Fig. 2. Dinosaur beds 2–4 of ditch 4



Рис. 3. Динозавровые слои 3–7 канавы 3(3)

Fig. 3. Dinosaur beds 3–7 of ditch 3(3)

Псаммитовые фации представлены мелко-среднезернистыми песчаниками с массивной или неясной линзовидной текстурой, подчёркиваемой гравийно-щебенчатым материалом или растительным детритом, характерно отсутствие косых и косоволнистых серий. Обычны жёлтые, жёлто-коричневые окраски фаций. Границы слоёв – неровные, с местными размывами и карманами. При появлении хаотично рассеянной примеси гранитной щебенки или гравия (до 50 % и более) порода переходит в хлидолит-массивную, плохо отсортированную псаммитовую породу. Биофации с псаммитовым основанием – редки. В песчаниках встречены единичные челюсти с зубами растительноядных динозавров и выщелоченные стебли хвощей. В хлидолитах также крайне редки единичные, замещённые железистыми соединениями

объёмные кости динозавров, грубый растительный детрит и древесина, редки фрагменты крупностебельных хвощей. Псаммитовые и хлидолитовые фации накапливались в прибрежном мелководье при наступлении на озеро плоскостных смылов, проявленных в хаотически рассеянной примеси дресвянистого гранитного материала [1; 6; 8], слагающего приозёрные пляжи. Подобные фации относятся к разряду катастрофических (редких). Их количество зависит от интенсивности и частоты дождевых потоков, дренирующих выветрелые граниты обрамления. Появление местных несогласий и размывов также указывает на катастрофическую смену нормального процесса седиментации, сопровождающейся размывом отложившихся фаций в прибрежном мелководье озера [1; 4; 6–8].



Рис. 4. Динозавровые слои 6–7 канавы 3

Fig. 4. Dinosaur beds 6–7 of ditch 3

В разрезе пачки обнаружен единственный слой (до 5 см) белых пепловых туффитов массивных плотных с раковистым изломом с биокластом печёночных мхов *Hepaticites*, панцирей щитней *Prolepidurus*, насекомых, остракод, реже конхострак *Paleoleptestheria* [2; 3; 11]. В подошве слойка присутствуют уплощённые ветвистые следы илоедов *Falsania*. Захоронение щитней *Prolepidurus* представлено в виде фрагментов хвостов, тельсонов, фурки, мандибул и редких целых панцирей. Более тяжёлые целые панцири щитней осаждались в прибрежной литоральной зоне. Более лёгкие выносились дальше в акваторию озера и осаждались в зоне сублиторали. Отсутствие целых тел щитней говорит о малом количестве мелководных зон со спокойными условиями обитания, о преобладании катастрофических условий седиментации и захоронения остатков [2; 3]. Появление этого единственного слойка пепловых туффитов со своеобразным аллохтонным захоронением растений и беспозвоночного бентоса свидетельствует о разовом привносе в озеро золотой тонкой вулканической пыли при отсутствии садки терригенного материала. Органические остатки этой биофации отличаются от присутствующей в других соседних фациях. Данная фация белых пепловых туффитов резко выделяется на фоне терригенных сероцветов и жёлтоцветов, считается маркирующей и относится в разряд единичных (исключительных) фаций [7].

Цикличность песчаниково-алевролитовой пачки (песчаник-алевролит или хлидолит-алевролит) связана с кратковременным изменением режима атмосферных осадков и периодичностью появления плоскостных потоков. Фациальные ассоциации представлены группой фаций (песчаники, хлидолиты, алевролиты, пепловые туффиты), которые встречаются вместе и связаны между собой условиями седиментации (озёрные+пролювиальные+золотые вулканические) [4; 7; 8; 11–13].

Фации туфогенно-осадочной (канавы 3(3) и туфогенной (канавы 3) пачек представлены туфопесчаниками, туфоалевролитами, песчаниками, алевролитами, пепловыми туффитами, дресвяниками. Установлено их частое переслаивание. Характерны горизонтальные текстуры, нарушенные местными размывами, западинки которых выполнены песчаным материалом. Появление туфопесчаников и песчаников, туфоалевролитов и алевролитов свидетельствует о разовых периодических привносах пеплового материала в озеро. Фациальный состав туфогенно-осадочной и туфогенной пачек отличается от песчаниково-алевролитовой значительным появлением псефитовых фаций – дресвяников. Дресвяники состоят из неотсортированных и неокатанных обломков кварца и полевых шпатов (до 1–2 см), разрушенных до дресвы гранитов обрамления. Пирокластический цемент замещён кремнезёмом. Подошвы дресвяников – неровные, волнистые, с размывами. Слоистость проявлена нечётко. Отсутствуют косые текстуры. Это образование плоскостных смылов, формирующихся временными водотоками практически мгновенно, отнесённые к редким фациям катастрофического генезиса [1; 5; 11; 14].

В туфогенно-осадочной и туфогенной пачках можно выделить те же биофации, содержащие остатки наземной (динозавры *Kulindadromeus*, растения *Czekanowskia* и др.) и водной (щитни *Prolepidurus*, насекомые *Terrindusia*, *Folindusia*, конхостраки *Paleoleptestheria*, *Palaerolynceus*, остракоды *Daurina*, илоеды *Reperolithos*, печёночные мхи *Hepaticites*, сплахновые мхи *Paleoovoltia*) биот.

Мощности и количество псаммитовых и псефитовых фаций тесно связаны с сезонными и суточными атмосферными осадками. Седиментация в Кулиндинском озере протекала в основном за счёт поступления терригенного внебассейнового (песчаники-алевролиты-дресвяники), а также внутрибассейнового материала извергающихся удалённых палеовулканов, пепел которых привносился ветром (пепловые туффиты) [7; 9; 12–14].

Анализируя литологические и палеонтологические особенности фаций местонахождения Кулинды, можно выявить сходство и отличие с фациями гидрологически закрытых и открытых озёр [7; 8]. Так, закрытые озёра обычно располагаются в аридных областях. Их бессточные водосборные бассейны окаймляются песчаными или глинистыми отмелями (пляжами), часто происходит образование хемогенных или биогенных карбонатов и эвапоритов. Признаками осадконакопления в спокойной стоячей воде являются тонкая горизонтальная текстура, тонкозернистость пород, отсутствие косых серий, знаков ряби. Фауна подавлена и характеризуется незначительным разнообразием. Фации отражают периодические наводнения и разливы.

Открытые озёра, как правило, – проточные, присутствуют в гумидных климатических зонах. Для них характерны волновая деятельность, формирование пляжей и намывных кос. Песчано-глинистые отложения обусловлены паводками. Биогенная и хемогенная седиментация подавлены терригенной [1; 4; 6–9]. Считается, что в условиях спокойных вод озёр захороняются ненарушенные целые скелеты динозавров, тогда как в аллювиальных или пролювиальных обстановках имеется наличие расчленённых скелетов, что проявлено в местонахождении Кулинды [8].

В нашем случае присутствие болотного чекановскиевского леса с подлеском из хвощей, папоротников и мхов, а также удалённого хвойного указывает на гумидные условия. Частое переслаивание дресвяников с псаммитами и алевритами с озёрной фауной можно объяснить периодичностью дождевых ливней и семиаридным климатом. Отсутствие хемогенных и редкость биогенных образований обычны в гумидных зонах и, наоборот, подавленность и малое разнообразие фаунистических и флористических организмов – свидетельства аридного климата.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что Кулиндинское озеро было бессточным, располагалось в гумидной климатической зоне. Присутствие в породах вулканической золы примеси и появление пепловых туффитов позволяют считать Кулиндинское озеро вулканическим. Разрушение гранитов обрамления до дресвы (коры выветривания) обусловило отсутствие галечного и грубого щебенчатого материала, а отсюда – отсутствие в разрезе таких фаций, как конгломераты и брекчии. Временный плоскостной смыл поставлял в озеро неокатанный и неотсортированный материал разрушения гранитов фундамента [1]. Конуса выноса таких смылов были короткими, небольшими и кратковременными, зависящими от интенсивности и постоянства атмосферных осадков. Отложения таких конусов представлены дресвяниками, которые переслаиваются с озёрными псаммитами и алевритами, фа-

циально их замещая. Присутствие кремнистого цемента в дресвяниках объясняется выпадением в осадок кремнезёма, образующегося при растворении вулканических частиц грунтовыми водами [7; 13]. Поскольку воды вулканического озера характеризуются кислой рН, то его озёрная водная биота была крайне подавлена и однообразна: доминантами являются личинки ручейников *Terrindusia*, более редки щитни *Prolepidurus*, конхостраки *Paleoleptestheria*, остракоды *Daurina*, насекомые *Coleoptera*. В разрезе пачек встречаются хвощевые почвы, возникающие, как правило, на конусах выноса, где долгое время не было привносов кластического материала.

Седиментация в Кулиндинском озере протекала в основном за счёт поступления терригенного внебассейнового материала (дресвяники-псаммиты-алевриты) и в меньшей мере внутрибассейнового пирокластического вещества извергающихся удалённых палеовулканов, пепел которых привносился ветром [7; 8]. В озере и на паводковой территории местонахождения Кулинда доминируют разнообразные фации терригенной седиментации. Фации хемогенного и биогенного осадконакопления крайне редки и представлены хвощевой почвой, миллиметровыми напластованиями растительных остатков, скоплениями домиков ручейников и следов илоедов.

Заключеие. Литолого-петрографический состав фаций, их стратиграфическая характеристика, остатки наземной и водной озёрной биот местонахождения динозавров Кулинда позволили определить область сноса (граниты фундамента в верховье пади Кулинда), бассейн седиментации (Кулиндинское вулканическое озеро), климатические особенности (гумидный климат с переходом в семиаридный), типы захоронений динозавров и сопутствующих фауны и флоры (преобладают аллохтонные типы и редки автохтонные). Фациальные ассоциации представлены группами озёрных и пролювиальных фаций, замещающих друг друга на границе озера, и конусов выноса, представленных фациями нормальной, катастрофической и единичной седиментации.

Нормальная седиментация – процесс медленный и продолжительный, протекающий с формированием массовых фаций [7]. Таковыми в Кулиндинском разрезе являются туфопесчаники и туфоалевролиты, мощности которых небольшие, что позволяет допустить размыв данных отложений. Катастрофические процессы седиментации происходят мгновенно, в результате которых образуются редкие фации. В рассматриваемом разрезе это дресвяники временных водотоков, мощность которых достигает 100 м, которые периодически становятся доминирующим процессом седиментации. Выделяются единичные (исключительные) процессы седиментации, в результате которых накапливаются уникальные слои, как, например, пепловые туффиты со специфической биотой. Нормальный, катастрофический и единичный процессы образуют фациальную обстановку (озеро + конуса выноса временных водотоков + ветровые пеплопады), для которой характерна смена вверх по разрезу тонкозернистых озёрных отложений дресвяниками временных водотоков, которые, в конечном итоге, полностью заполняют Кулиндинское озеро, прекращая его существование.

Список литературы

1. Булл У. Выявление в стратиграфическом разрезе отложений пролювиальных конусов выноса // Условия древнего осадконакопления и их распознавание. М.: Мир, 1974. С. 87–110.
2. Бердников Н. Л. Палеорекострукции условий обитания и захоронения мезозойских конхострак баирдэстерий в тургинском озере Восточного Забайкалья // Доклады 2-й НТК к 25-летию Горного института. Чита, 1999.
3. Бердников Н. Л. К палеоэкологии и тафономии баирдэстерий (*Conchostraca*) из позднего мезозоя Забайкалья // Геология и полезные ископаемые Читинской области. Чита, 2000. С. 144–155.
4. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. М.: Недра, 1980. 646 с.
5. Кукал З. Скорость геологических процессов. М.: Мир, 1987. 246 с.
6. Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2. 393 с.
7. Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 1990. Т. 1. 351 с.
8. Пикард М., Хай Л. мл. Критерии распознавания пород озёрного происхождения // Условия древнего осадконакопления и их распознавание. М.: Мир, 1974. С. 141–179.
9. Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.
10. Сеница С. М. Новые данные о динозаврах Забайкалья // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия-Китай-Монголия. Чита, 2011. С. 173–176.
11. Сеница С. М., Вильмова Е. С. Палеоэкологические и тафономические особенности биоты оперенных юрских динозавров (Кулинда, Оловская впадина, Забайкалье) // Ученые записки ЗабГУ. Чита, 2016. Т. 11, № 1. С. 149–157.
12. Селли Р. К. Введение в седиментологию. М.: Недра, 1981. 370 с.
13. Твенхофел У. Х. с сотрудниками. Учение об образовании осадков. М.; Л.: Объединён. науч.-техн. изд-во НКТП СССР: Глав. ред. геол.-развед. и геодез. лит.-ры, 1936. 916 с.

14. Хэллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М.: Мир, 1983. С. 15–43. 327 с.
15. Godefroit P., Sinitza S. M., Dhouailly D., Bolotsky Y., Sizov A., McNamara M., Benton M., Spagna P. A Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales // *Science*. Vol. 345. 2014. PP. 451–455.

References

1. Bull U. Vyyavlenie v stratigraficheskom razreze otlozhenii prolyuvial'nykh konusov vynosa // *Usloviya drevnego osadkonakopleniya i ikh raspoznavanie*. M.: Mir, 1974. S. 87–110.
2. Berdnikov N. L. Paleorekonstruktsii uslovii obitaniya i zakhroneniya mezozoiskikh konkhostrak bairdesterii v turginskom ozere Vostochnogo Zabaikal'ya // *Doklady 2-i NTK k 25-letiyu Gornogo instituta*. Chita, 1999.
3. Berdnikov N. L. K paleoekologii i tafonomii bairdesterii (Conchostraca) iz pozdnego mezozoya Zabaikal'ya // *Geologiya i poleznye iskopaemye Chitinskoj oblasti*. Chita, 2000. S. 144–155.
4. Gradzin'skii R., Kostetskaya A., Radomskii A., Unrug R. *Sedimentologiya*. M.: Nedra, 1980. 646 s.
5. Kukul' Z. *Skorost' geologicheskikh protsessov*. M.: Mir, 1987. 246 s.
6. Nalivkin D. V. *Uchenie o fatsiyakh*. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1956. T. 2. 393 s.
7. *Obstanovki osadkonakopleniya i fatsii*. M.: Mir, 1990. T. 1. 351 s.
8. Pikard M., Khai L. ml. *Kriterii raspoznavaniya porod ozernogo proiskhozhdeniya // Usloviya drevnego osadkonakopleniya i ikh raspoznavanie*. M.: Mir, 1974. S. 141–179.
9. Reinek G. E., Singkh I. B. *Obstanovki terrigenного osadkonakopleniya*. M.: Nedra, 1981. 439 s.
10. Sinitza S. M. *Novye dannye o dinovavrakh Zabaikal'ya // Prirodookhrannoe sotrudnichestvo v transgranichnykh ekologicheskikh regionakh: Rossiya-Kitai-Mongoliya*. Chita, 2011. S. 173–176.
11. Sinitza S. M., Vil'mova E. S. *Paleoekologicheskie i tafonomicheskie osobennosti bioty operennykh yurskikh dinozavrov (Kulinda, Olovskaya vpadina, Zabaikal'e) // Uchenye zapiski ZabGU*. Chita, 2016. T. 11, № 1. S. 149–157.
12. Selli R. K. *Vvedenie v sedimentologiyu*. M.: Nedra, 1981. 370 s.
13. Tvenkhofel U. Kh. s sotrudnikami. *Uchenie ob obrazovanii osadkov*. M.; L.: Ob'edinen. nauch.-tekhn. izd-vo NKTP SSSR: Glav. red. geol.-razved. i geodez. lit-ry, 1936. 916 s.
14. Khellem E. *Interpretatsiya fatsii i stratigraficheskaya posledovatel'nost'*. M.: Mir, 1983. S. 15–43. 327 s.
15. Godefroit P., Sinitza S. M., Dhouailly D., Bolotsky Y., Sizov A., McNamara M., Benton M., Spagna P. A Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales // *Science*. Vol. 345. 2014. PP. 451–455.

Статья поступила в редакцию 21.11.2016; принята к публикации 28.12.2016

Received: November 21, 2016; accepted for publication: December 28, 2016

Библиографическое описание статьи

Синица С. М., Вильмова Е. С., Бердников Н. Л. Фациальные ассоциации местонахождения юрских оперенных растительоядных динозавров Кулинда (Оловская впадина, Забайкалье) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 60–67.

Reference to the article

Sinitza S. M., Vil'mova E. S., Berdnikov N. L. Facies Associations of Locality of Jurassic Feathered Kulinda Dinosaurs (Olov Depression, Transbaikalia) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 60–67.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ И ФАУНИСТИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

FLORISTIC AND FAUNISTIC FINDINGS

УДК 582.681.26(571.55)

Ольга Александровна Попова¹,
доктор биологических наук, профессор,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: olga.popova-54@yandex.ru

Марина Владимировна Гилева²,
кандидат биологических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: gileva.m.v@yandex.ru

Находка *Viola alexandrowiana* (W. Beck.) Juz. (Violaceae) в Забайкальском крае

В статье приведены сведения о редком для флоры Восточной Сибири виде фиалок – *Viola alexandrowiana*. Вид известен единичными находками в пределах Красноярского края, Иркутской области, Республики Бурятия. Ареал вида – южносибирский и монгольский, возможно, является реликтом неморальной флоры третичного периода. Вид внесён в Красные книги Иркутской области (2010) и Республики Бурятия (2013) со статусом 3 (NT) – редкий вид. На основной территории произрастает в разреженных пойменных лесах, влажных обнажениях скал, приречных галечниках, влажных каменистых склонах, где образует небольшие популяции. На территории Забайкальского края в 2014 г. во время проведения экспедиционных исследований в Красночуйском районе было впервые обнаружено новое для Забайкальского края местонахождение *V. alexandrowiana*. В статье описано новое местонахождение *V. alexandrowiana*, расположенное в окрестностях села Конкино, по правому берегу реки Катанца, на крутом шибнисто-каменистом южном склоне. Оно значительно удалено от границы ареала вида. Отмечено, что наряду с *V. alexandrowiana* в долине реки Катанца в окрестностях села Конкино произрастают редкие виды: *Pulmonaria mollis*, *Mertensia sibirica*, *Rhamnus erytroxylon*, *Convallaria keiskei*, *Lilium pilosiusculum*, *Platanthera bifolia*, *Selaginella borealis*, *Onoclea sensibilis*, *Matteuccia struthiopteris*, *Camptosorus sibiricus*. В связи с этим необходимо в долине реки Катанца от села Конкино до села Хилкотой организовать ботанический заказник для охраны реликтовых сообществ с участием редких видов и контроля за их состоянием.

Ключевые слова: *Viola alexandrowiana*, редкий вид, новое местонахождение, Забайкальский край

¹ О. А. Попова – основной автор, является организатором исследования, формулирует выводы и обобщает итоги реализации коллективного проекта.

² М. В. Гилева – обобщение данных, составление карты.

Olga A. Popova¹,
Doctor of Biology, Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., 672039, Chita, Russia),
e-mail: olga.popova-54@yandex.ru

Marina V. Gileva²,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., 672039, Chita, Russia),
e-mail: gileva.m.v@yandex.ru

Finding of *Viola alexandrowiana* (W. Beck.) Juz. (Violaceae) in Zabaikalsky Krai

The paper presents data on rare species of violets *Viola alexandrowiana* which occurs in Eastern Siberia flora. The habitat of the species is south Siberian and Mongolian which is probably a nemorose flora relict of the Tertiary Period. *V. alexandrowiana* is rarely found in Krasnoyarsk krai, Irkutsk oblast, the Republic of Buryatia. The species is in Red Data Books of Irkutsk oblast (2010) and the Republic of Buryatia (2013), it has 3 (NT) status, i. e. a rare species. It grows mainly in lighted flood plain forests, wet outcroppings of rocks, riverine gravels, wet rocky skills where it forms small populations. A new occurrence of *V. alexandrowiana* was first found in 2014 during the expedition research in Krasnochikoy sky district, Zabaikalsky krai. The article describes a new occurrence of *V. alexandrowiana* located near the village of Konkino, on the right bank of the river Katantsa, on steep rank rocky southern slope. It is significantly far from the species habitat border. Along with *V. alexandrowiana*, some rare species such as *Pulmonaria mollis*, *Mertensia sibirica*, *Rhamnus erytroxylon*, *Convallaria keiskei*, *Lilium pilosiusculum*, *Platanthera bifolia*, *Selaginella borealis*, *Onoclea sensibilis*, *Matteuccia struthiopteris*, *Camptosorus sibiricus* are marked to grow in the river Katantsa valley, nearby the village of Konkino. In this respect, it is necessary to organize a botanical preserve for protection of relict communities with rare species and control of their state in the valley of the river Katantsa, from the village of Konkino to the village of Khilkotoy.

Keywords: *Viola alexandrowiana*, rare species, new occurrence, Zabaikalsky krai

Viola alexandrowiana (W. Beck.) Juz. – фиалка Александрова – редкий вид, который внесён в Красные книги Иркутской области [4; 5] и Республики Бурятия [6; 7] со статусом 3 (NT) – редкий вид. Возможно, является реликтом неморальной флоры третичного периода. Имеет южносибирский и монгольский ареалы [8].

Согласно литературным данным, вид встречается в Красноярском крае в окрестностях сёл Шушенское и Новоселово [5]. В Иркутской области вид отмечен в 13 районах (карта): Иркутском (село Смоленщина, предместье Селиваниха); Жигаловском (село Тутура, пос. Жигалово); Качугском (село Верхоленинск, урочище «Шишкинские писаницы»); Нижнеудинском (близ г. Нижнеудинск, дом отдыха «Водопад», Уковский водопад); Нукутском (село Закулей); Ольхонском (село Сарма); Слюдянском (долина реки Слюдянка, пос. Култук, устье пади Тёмная, ст. Шаражалгай, река Безымянная, село Тибельти, деревня Быстрая, устье реки Взъёмная); Зиминском (село Перевоз); Шелеховском (окрестности сёл Введенщина, Баклаши, 4 км выше пади Широкая, устье реки Бурлик, 5 км ниже порога «Бык», 10 км ниже порога «Муромский»); Усольском (урочище Подкамень на реке Китай, окрестности г. Усолье-Сибирское); Черемховском (село Олот) [3; 4].

В Республике Бурятия вид найден в Тункинском районе – в окрестностях пос. Аршан и в бассейне реки Ихэ-Огун между сёлами Туран и Хойтогол [1], близ курорта Хонгор-Уула в долине реки Харагун; у села Кырен, в приустьевой части реки Кыренка [2]. Единораз был обнаружен в Джидинском районе по реке Джида вблизи села Нижняя Хуртуга [8].

Во время экспедиции по Забайкальскому краю в 2014 г. в Красночикойском районе нами было обнаружено новое местонахождение редкого вида *V. alexandrowiana* (рисунок). Далее приводим краткое описание найденной популяции *V. alexandrowiana*: «Забайкальский край, Красночикойский район, окр. с. Конкино, правый берег р. Катанца, крутой шебнисто-каменистый южный склон 15 VII 2014, лесостепное сообщество. О. А. Попова». В фитоценозе наряду с *Fragaria orientalis* Losinsk. и *Trifolium lupinaster* L. преобладают степные виды *Thymus baical-*

¹ О. А. Popova is the main author, the organizer of research; she formulates conclusions and generalizes results of implementation of the collective project.

² М. В. Gileva – the generalization of data, mapping.

ensis Serg. (cop₁), *Carex pediformis* C. A. Meyer (cop₁), *Pulsatilla patens* (L.) Miller (sp.), *Bupleurum scorzonerifolium* Willd. (sp.), *Allisum lenense* Adams (sol.). Всего в травостое отмечено 23 вида. Склон – каменисто-щербнистый, южной экспозиции, крутизна – 28°. Общее проективное покрытие – около 50 %, за счёт вегетативно размножающихся видов *Fragaria orientalis* и *Thymus baicalensis*. Обилие *V. alexandrowiana* – ср. Популяция вида занимала площадь около 100 м², была представлена 28 особями, из которых около половины – генеративные растения (были определены по наличию плодов). *V. alexandrowiana* распространена не по всему склону, а образует достаточно крупное пятно, расположенное за скальным обнажением.

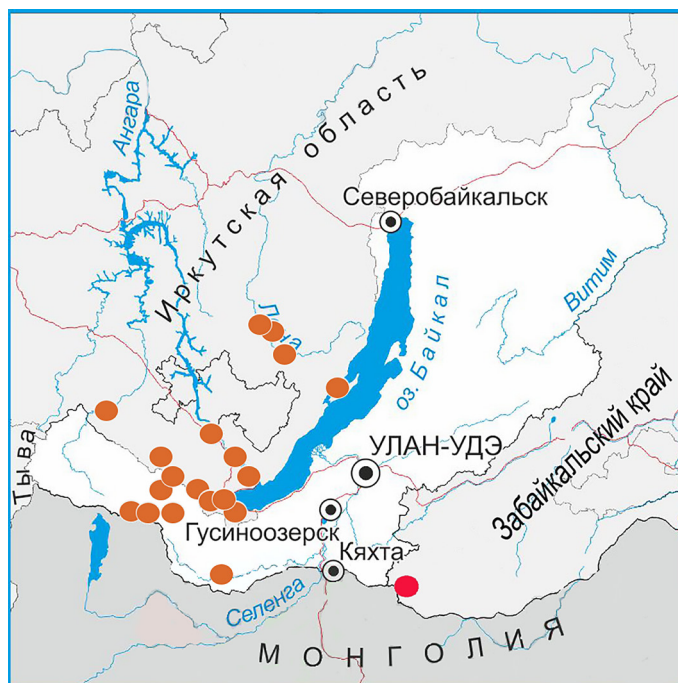


Рисунок. Ареал *Viola alexandrowiana*

Примечание: оранжевыми кружками отмечены основные местонахождения вида, красным кружком – новое местонахождение

Figure. The area of *Viola alexandrowiana*

Note: Orange circles indicate the main location of the species, a red circle – the new location

Для найденной популяции необходимо установить постоянный мониторинг за её состоянием, а также осуществить поиск новых местонахождений вида с тщательным описанием и анализом условий его обитания и продолжением изучения биологии и экологии вида в уже известных местонахождениях.

Учитывая то, что в долине реки Катанца в окрестностях села Конкино в предыдущие годы нами были найдены новые местонахождения таких редких видов, как *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem [9], *Rhamnus erytroxylon* Pall., *Lilium pilosiusculum* Misch., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., [10], *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todd., *Oncoclea sensibilis* L., *Convallaria keiskei* Miq., *Mertensia sibirica* (L.) G. Don fil., [11], *Selaginella borealis* (Kaulf.) Rupr., *Camptosorus sibiricus* Rupr., необходимо организовать ботанический заказник в долине реки Катанца от села Конкино до села Хилкотой для охраны реликтовых сообществ с участием редких видов и контроля за их состоянием.

В Забайкальском крае на территории Красночикийского района все найденные редкие виды встречаются спорадически, небольшими группами. Ограничивающим фактором является своеобразие их экологии, связанное с высокой требовательностью к составу и влажности почвы. Хозяйственное освоение территории в местах произрастания видов (планируемые горнорудные разработки, лесозаготовки), ведущее к осветлению полога и иссушению почвенного покрова, может привести к исчезновению редких видов растений, в том числе и *V. alexandrowiana*.

Одновременно считаем целесообразным рекомендовать *V. alexandrowiana* для внесения в Красную книгу Забайкальского края.

Собранные образцы *V. alexandrowiana* хранятся в гербарии кафедры биологии и методики обучения биологии Забайкальского государственного университета (г. Чита).

Список литературы

1. Иванова М. И. Семейство *Violaceae* – Фиалковые // Флора Центральной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. Т. 2. С. 657–665.
2. Иванова М. М. Азовский М. Г. Флористические находки в Бурятии и Иркутской области // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 5. С. 119–124.
3. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / В. В. Чепинога [и др.]; под ред. Л. И. Малышева. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
4. Красная книга Иркутской области. Иркутск: Время странствий, 2010. 480 с.
5. Красная книга Иркутской области: сосудистые растения / под ред. А. М. Зарубина. Иркутск: Облмашинформ, 2001. 200 с.
6. Красная книга Республики Бурятия: животные, растения, грибы. 3-е изд., перераб. и доп. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. 688 с.
7. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. 3-е изд., перераб. и доп. / отв. ред. Н. М. Пронин. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. 688 с.
8. Малышев Л. И., Пешкова Г. А. Нуждаются в охране – редкие и исчезающие растения центральной Сибири. АН СССР. Научно-популярная серия. Новосибирск: Наука, 1979. 172 с.
9. Попова О. А. Новые и редкие растения для флоры Читинской области // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 12. С. 131–133.
10. Попова О. А., Кириллова Н. К., Андриевская Е. А. Флористические находки в Читинской области // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 10. С. 121–123.
11. Попова О. А., Андриевская Е. А., Комиссарова С. С. Новые и редкие виды сосудистых растений в Забайкальском крае // Бот. журн. 2013. Т. 98, № 3. С. 101–105.

References

1. Ivanova M. I. Semeistvo *Violaceae* – Fialkovye // Flora Tsentral'noi Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1979. T. 2. S. 657–665.
2. Ivanova M. M. Azovskii M. G. Floristicheskie nakhodki v Buryatii i Irkutskoi oblasti // Bot. zhurn. 1998. T. 83, № 5. S. 119–124.
3. Konspekt flory Irkutskoi oblasti (sosudistye rasteniya) / V. V. Chepinoga [i dr.]; pod red. L. I. Malysheva. Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos. un-ta, 2008. 327 s.
4. Krasnaya kniga Irkutskoi oblasti. Irkutsk: Vremya stranstvii, 2010. 480 s.
5. Krasnaya kniga Irkutskoi oblasti: sosudistye rasteniya / pod red. A. M. Zarubina. Irkutsk: Oblmashinform, 2001. 200 s.
6. Krasnaya kniga Respubliki Buryatiya: zhivotnye, rasteniya, griby. Z-e izd., pererab. i dop. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2013. 688 s.
7. Krasnaya kniga Respubliki Buryatiya: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy zhivotnykh, rastenii i gribov. 3-e izd., pererab. i dop. / otv. red. N. M. Pronin. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2013. 688 s.
8. Malyshev L. I., Peshkova G. A. Nuzhdayutsya v okhrane – redkie i ischezayushchie rasteniya tsentral'noi Sibiri. AN SSSR. Nauchno-populyarnaya seriya. Novosibirsk: Nauka, 1979. 172 s.
9. Popova O. A. Novye i redkie rasteniya dlya flory Chitinskoi oblasti // Bot. zhurn. 2002. T. 87, № 12. S. 131–133.
10. Popova O. A., Kirillova N. K., Andrievskaya E. A. Floristicheskie nakhodki v Chitinskoi oblasti // Bot. zhurn. 2003. T. 88, № 10. S. 121–123.
11. Popova O. A., Andrievskaya E. A., Komissarova S. S. Novye i redkie vidy sosudistykh rastenii v Zabaikal'skom krae // Bot. zhurn. 2013. T. 98, № 3. S. 101–105.

Статья поступила в редакцию 14.12.2016; принята к публикации 10.01.2017

Received: December 14, 2016; accepted for publication: January 10, 2017

Библиографическое описание статьи

Попова О. А., Гилева М. В. Находка *Viola alexandrowiana* (W. Beck.) Juz. (*Violaceae*) в Забайкальском крае // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 68–71.

Reference to the article

Popova O. A., Gileva M. V. Finding of *Viola alexandrowiana* (W. Beck.) Juz. (*Violaceae*) in Zabaikalsky Krai // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 68–71.

БОТАНИКА

BOTANY

УДК 582.4/.9–18

Галина Кимовна Зверева,
доктор биологических наук,
Новосибирский государственный педагогический университет
(630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28),
e-mail: labsp@ngs.ru

Структура ассимиляционной паренхимы в чешуях цветка фестукоидных злаков (*Poaceae*)

Исследована пространственная организация хлоренхимы в цветковых чешуях фестукоидных злаков на примере 7 видов дикорастущих растений. У *Achnatherum splendens*, *Dactylis glomerata* и *Melica nutans* изучалось строение нижних цветковых чешуй, у *Hordeum jubatum*, *Poa angustifolia*, *P. sibirica* и *Puccinellia tenuissima* проанализирована структура хлоренхимы верхних цветковых чешуй. Рассмотрены основные пространственные формы ассимиляционных клеток и их расположение в пространстве чешуи. Для цветковых чешуй фестукоидных злаков, различающихся по строению мезофилла листьев и экологическим особенностям, характерна теневая мезоморфная структура хлорофиллоносной паренхимы. Это обусловлено сильным развитием клеток, образующих губчатую ткань, состоящую, преимущественно, из ячеистых и ячеисто-губчатых форм второй группы. Уменьшение слойности фотосинтетической ткани в чешуях по сравнению с листовыми пластинками приводит к резкому снижению насыщенности их хлоропластами и сопровождается усложнением пространственных форм клеток, что способствует усилению метаболизма генеративных органов злаков. Выраженные черты теневой структуры хлоренхимы в цветковых чешуях снижают различия в организации ассимиляционной ткани у злаков разных экологических групп по сравнению с их листовыми пластинками.

Ключевые слова: *Poaceae*, фестукоидные злаки, анатомия, нижняя цветковая чешуя, верхняя цветковая чешуя, хлоренхима, ячеистые клетки

Galina K. Zvereva,
Doctor of Biology,
Novosibirsk State Pedagogical University
(28 Viluiskaya st., Novosibirsk, 630126, Russia),
e-mail: labsp@ngs.ru

Structure of the Assimilative Parenchyma in Flower Glumes of Festucoid Grasses (*Poaceae*)

The spatial organization of the assimilative tissue in the flower glumes of festucoid grasses on the example of seven species of wild-growing plants is investigated. At *Achnatherum splendens*, *Dactylis glomerata* and *Melica nutans* the structure of the lemmas was studied, at *Hordeum jubatum*, *Poa angustifolia*, *P. sibirica* and *Puccinellia tenuissima* the chlorenchyma structure was analyzed in the paleae. The basic form of assimilation cells and their location in space flower glumes are considered. For flower glumes of festucoid grasses differing in the structure of the mesophyll of leaves and ecological features, the structure of the assimilative parenchyma is characteristic as shadow mesomorphous. It is caused by strong development of the cells forming a spongy tissue, consisting mainly of cellular and cellular-spongy forms of the second group. Reducing the number of layers of a photosynthetic tissue in

flower glumes compared with the leaf blades leads to sharp decrease in their saturation of the chloroplasts and is accompanied by the increasing complexity of spatial forms of cells, contributing to an increased the metabolism of the generative organs of grasses. Expressed features of the shadow chlorenchyma structure in flower glumes reduce the differences in the organization of assimilation tissue in grasses of different ecological groups in comparison with their leaf blades.

Keywords: Poaceae, festucoid grasses, anatomy, lemma, palea, chlorenchyma, cellular cells

Введение. Цветковые чешуи у злаков расположены в основании оси цветка, снизу – нижняя или наружная цветковая чешуя, которая своими краями охватывает более тонкую, плёчатую, двукилеватую верхнюю или внутреннюю цветковую чешую. При исследовании анатомического строения цветковых чешуй злаков основное внимание обращалось на выделение показателей, позволяющих дифференцировать таксоны [7; 15; 13 и др.]*. В цветковых чешуях протекают процессы ассимиляции, поэтому многие авторы достаточно подробно описывали особенности расположения хлорофиллоносной паренхимы на их поперечных срезах [14; 16; 18; 11 и др.]. Ассимиляционная ткань в наружной цветковой чешуе нередко развивается сильнее по сравнению с колосковыми чешуями, что отмечено на примере ржи и некоторых видов пшеницы [6].

Клетки хлоренхимы леммы у *Triticum aestivum* L. расположены рыхло и имеют извилистые стенки [14]. В связи с этим ассимиляционную паренхиму у пшеницы описывали как складчатую в верхней части, губчатую – в средней части и рыхлую, состоящую из клеток с отростками, – в основании чешуи [1]. Некоторые авторы отмечали сходство строения хлоренхимы цветковых чешуй с листьями [16; 12]. Вместе с тем известно, что в мезофилле листьев фестукоидных злаков обнаружены клетки сложных ячеистых и лопастных форм, при этом их распространённость и степень выраженности у разных видов неодинаковы [17; 3; 8 и др.]. В связи с этим задачами нашей работы были более детальное рассмотрение строения хлоренхимы в чешуях цветка и выявление отличительных особенностей ассимиляционной ткани цветковых чешуй и листьев у дикорастущих фестукоидных злаков.

Материалы и методы исследования. Структурная организация хлоренхимы и объёмные формы ассимиляционных клеток цветковых чешуй изучены на примере 7 видов дикорастущих фестукоидных злаков, отличающихся по строению мезофилла листьев и экологическим особенностям. У *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Dactylis glomerata* L. и *Melica nutans* L. изучалось строение нижних цветковых чешуй, у *Hordeum jubatum* L., *Poa angustifolia* L., *P. sibirica* Roshev. и *Puccinellia tenuissima* Litv. ex Krecz. рассмотрена структура хлоренхимы верхних цветковых чешуй.

Исследовалось анатомическое строение средней части цветковых чешуй нижних цветков из средней части колоса или метёлки злаков, находящихся в состоянии колошения – начала цветения. Конфигурацию клеток изучали на мацерированных препаратах [19], а также на поперечных и продольных срезах, фиксированных в смеси Гаммалунда [5]. Продольные сечения осуществлялись параллельно поверхности чешуи (парадермальный срез) и в плоскости, параллельной проводящим пучкам и перпендикулярной наружной эпидерме (продольный боковой срез). При характеристике хлорофиллоносной паренхимы будем опираться на предложенные нами ранее классификацию формы ассимиляционных клеток и схему их расположения в листовом пространстве злаков [9; 10]. Различали простые (вытянутые или округлые без выраженных выростов или складок) и сложные (отличающиеся разветвлённостью оболочек, образующих хорошо выраженные выросты и складки) формы проекций ассимиляционных клеток, которые, в свою очередь, подразделялись на ячеистые, состоящие из секций или клеточных ячеек, напоминающих палисадные клетки, и лопастные, имеющие многочисленные округлые или овальные выросты. Ячеистые клетки расположены вдоль листа или стебля и образуют две группы. Клетки первой группы ориентированы своими секциями перпендикулярно поверхности органа. По аналогии с двудольными растениями они приближаются к палисадной паренхиме. Ячеистые клетки второй группы своими эллипсоидными звеньями располагаются параллельно эпидерме, по своей роли они близки к губчатой ткани. Для определения плотности хлоропластов на единицу поверхности листа использовались подходы, предложенные Т. К. Горышиной [4].

* Ссылки на источники в данной статье представлены по мере использования автором.

Результаты и их обсуждение. Основные клетки наружной эпидермы цветковых чешуй у рассматриваемых видов злаков характеризуются утолщённой стенкой и сильной или умеренной извилистостью антиклинальных стенок. Так, толщина наружных стенок по отношению к высоте эпидермальных клеток на поперечных срезах составляет 35–56 % (табл. 1). Клетки внутренней эпидермы – часто более крупные, с прямыми или изредка с чуть волнистыми стенками. У *Dactylis glomerata*, *Hordeum jubatum*, *Poa angustifolia* и *P. sibirica* устьица расположены на обеих эпидермах, у *Achnatherum splendens*, *Melica nutans* и *Puccinellia tenuissima* они встречаются только на внутренней поверхности чешуй. Длина устьиц на парадермальных сечениях составляет 24–50 мкм, наиболее крупные – у *Poa sibirica*, а наиболее мелкие – у *Achnatherum splendens*. Под наружной эпидермой у *Dactylis glomerata* и *Hordeum jubatum* протягивается один сплошной или слегка прерывистый слой крупноклеточной склерофицированной гидроцитной ткани, которая, как считается, принимает участие в регуляции водного баланса чешуй [2]. У *Achnatherum splendens* и *Puccinellia tenuissima* эта ткань является более мощной и состоит из 1–2 рядов, а у *Melica nutans* – из 1–3 слоёв клеток.

Таблица 1

Количественно-анатомическая характеристика эпидермы цветковых чешуй фестукоидных злаков

Вид	Толщина, мкм				Число слоёв хлоренхимы
	эпидермы		наружной стенки		
	наружной	внутренней	наружной эпидермы	внутренней эпидермы	
Гигромезофиты					
<i>Melica nutans</i>	14,6±0,58	12,2±0,55	5,6±0,17	2,5±0,48	1–3
<i>Poa sibirica</i>	13,9±0,42	12,5±2,51	5,8±0,39	1,8±0,22	2–3
Мезофиты и ксеромезофиты					
<i>Dactylis glomerata</i>	12,2±0,52	17,7±1,25	5,1±0,28	3,8±0,73	2–4
<i>Hordeum jubatum</i>	10,6±0,67	22,5±1,35	4,5±0,20	2,0±0,15	1–3
<i>Poa angustifolia</i>	14,7±0,50	11,3±0,33	5,2±0,42	2,2±0,31	2–3
Ксерофиты					
<i>Achnatherum splendens</i>	7,5±0,28	8,4±0,25	3,2±0,17	1,8±0,12	1–3
<i>Puccinellia tenuissima</i>	10,7±0,44	6,7±0,14	6,0±0,32	3,5±0,11	1–3

Центральную часть чешуи занимает хлорофиллоносная паренхима, состоящая из 2–3 или редко 4 слоёв у проводящих пучков, по мере удаления от них ассимиляционная ткань протягивается в 1–2 слоя, а по краям чешуи и вовсе отсутствует.

На поперечных срезах чешуй у большинства изученных злаков ассимиляционные клетки, преимущественно, – овальные, обращённые наибольшей стороной к эпидерме (табл. 2, рис. 1). Небольшая волнистость стенок изредка наблюдалась у *Puccinellia tenuissima*, более часто – у *Poa angustifolia* и *P. sibirica*. В чешуях последних можно наблюдать и отдельные губчато-лопастные клеточные проекции у внутренней эпидермы.

Таблица 2

Размеры клеток хлорофиллоносной паренхимы первого ряда у наружной (I) и внутренней (II) эпидермы цветковых чешуй фестукоидных злаков

Вид	Размеры клеток, мкм		
	высота	ширина	толщина
Гигромезофиты			
<i>Melica nutans</i>	12,6±0,47 (I)	24,9±1,52	47,3±2,62
	13,7±1,01 (II)	24,9±1,02	34,6±1,14
<i>Poa sibirica</i>	14,9±0,93	14,8±0,97	43,4±2,54
	15,0±1,85	19,8±1,09	43,2±1,84
Мезофиты и ксеромезофиты			
<i>Dactylis glomerata</i>	10,2±1,65	19,7±0,82	28,5±2,17
	11,2±0,55	20,5±2,00	47,6±2,34

<i>Hordeum jubatum</i>	$10,2 \pm 0,48$ $11,0 \pm 0,67$	$14,2 \pm 0,87$ $14,7 \pm 1,62$	$28,7 \pm 1,44$ $34,5 \pm 1,61$
<i>Poa angustifolia</i>	$12,8 \pm 0,40$ $13,2 \pm 0,60$	$19,2 \pm 1,13$ $22,7 \pm 1,52$	$48,6 \pm 3,54$ $50,3 \pm 4,77$
Ксерофиты			
<i>Achnatherum splendens</i>	$8,8 \pm 0,33$ $8,0 \pm 0,28$	$12,5 \pm 0,52$ $11,9 \pm 0,41$	$38,6 \pm 4,07$ $29,6 \pm 2,22$
<i>Puccinellia tenuissima</i>	$8,2 \pm 0,77$ $7,7 \pm 0,63$	$10,4 \pm 0,88$ $10,7 \pm 0,33$	$25,6 \pm 2,02$ $22,0 \pm 1,81$
Примечание: Высота и ширина определены на поперечном срезе, толщина – на парадермальном срезе			

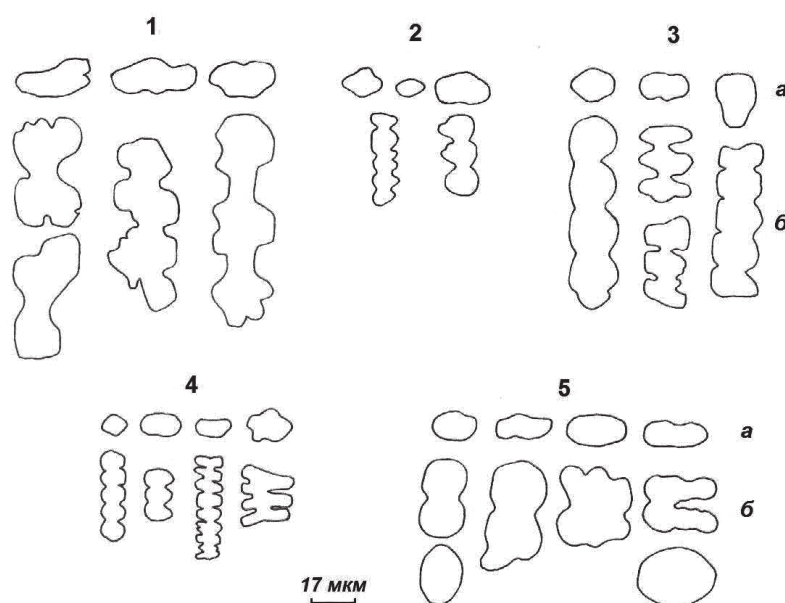


Рис. 1. Форма проекций ассимиляционных клеток в цветковых чешуях фестукоидных злаков. Виды растений: 1 – *Melica nutans*; 2 – *Hordeum jubatum*; 3 – *Poa sibirica*; 4 – *Puccinellia tenuissima*; 5 – *Dactylis glomerata*. Срез: а – поперечный; б – парадермальный

Fig. 1. The form of the projections of assimilative cells in flower glumes of festucoid grasses. Plants species: 1 – *Melica nutans*; 2 – *Hordeum jubatum*; 3 – *Poa sibirica*; 4 – *Puccinellia tenuissima*; 5 – *Dactylis glomerata*. Section: а – cross; б – longitudinal

Под эпидермой клетки фотосинтетической паренхимы располагаются рядами вдоль чешуи и своими основными вытянутыми формами раскрываются на парадермальных сечениях. По аналогии с двудольными растениями подобное расположение клеток свидетельствует о сильном развитии губчатой ткани и выраженных теневых чертах в организации хлоренхимы. Так, у *Achnatherum splendens* выделяются ряды узких и более широких клеток, под наружной эпидермой проекции имеют в основном ровные или чуть волнистые стенки, под внутренней эпидермой отмечается усиление извилистости клеточных стенок до образования слабо-ячеистых форм (рис. 2).

Очень разнообразны конфигурации ассимиляционных клеток в цветковых чешуях *Dactylis glomerata*, *Melica nutans* и видов рода *Poa*: от простых вытянутых очертаний до сложных ячеистых и ячеисто-губчатых форм второй группы. При этом отдельные ряды часто сильно различаются по типам проекций, а более извилистые стенки – у клеток, расположенных под внутренней эпидермой. В хлоренхиме *Dactylis glomerata* и *Poa angustifolia* наблюдается небольшое присутствие слабо ячеистых и ячеисто-губчатых форм первой группы, выполняющих роль палисадной паренхимы.

Ассимиляционная ткань верхних цветковых чешуй *Hordeum jubatum* и *Puccinellia tenuissima* представлена, преимущественно, мелкими ячеистыми клетками второй группы, нередко слабо-выраженными. Отмечается также небольшая доля простых вытянутых клеточных контуров с прямыми или чуть волнистыми стенками, а также слабоячеистых форм первой группы.

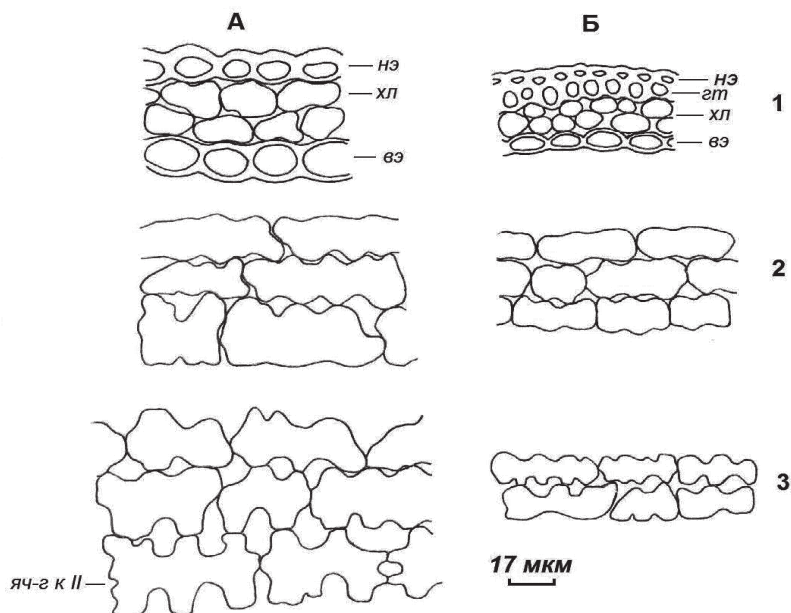


Рис. 2. Анатомическое строение хлоренхимы средней части цветковых чешуй у *Poa angustifolia* (А) и *Achnatherum splendens* (Б): 1 – поперечный срез; клетки хлоренхимы на парадермальном срезе; 2 – у наружной эпидермы; 3 – у внутренней эпидермы. нэ – наружная эпидерма; вэ – внутренняя эпидерма; хл – хлоренхима; гт – гидроцитная ткань; яч-г к II – клетки ячеисто-губчатой формы второй группы

Fig. 2. The anatomical structure of chlorenchyma in the middle part of the flower glumes at *Poa angustifolia* (A) and *Achnatherum splendens* (Б): 1 – cross section; chlorenchyma cells on longitudinal section; 2 – at the outer epidermis; 3 – at the inner epidermis. нэ – the outer epidermis; вэ – the inner epidermis; хл – chlorenchyma; гт – hydrocytic tissue; яч-г к II – cells of cellular-spongy form of the second group

Сопоставим некоторые особенности строения цветковых чешуй и листовых пластинок у одних и тех же видов злаков. В целом, чешуи уступают листьям по толщине в области проводящих пучков в 2,6–12,9 раза, по толщине абаксиальной эпидермы – в 1,1–2,2 раза, а по высоте ассимиляционных клеток на поперечных срезах – в 1,2–3,1 раза. В то же время в цветковых чешуях в 1,1–1,3 раза увеличивается толщина наружной стенки абаксиальной эпидермы, лишь у *Achnatherum splendens* она является более тонкой из-за её очень мелких размеров.

Мезофилл листовых пластинок *Achnatherum splendens*, *Poa angustifolia*, *P. sibirica* и *Puccinellia tenuissima* в подавляющем большинстве состоит из клеток простых конфигураций с сильным преобладанием палисадообразных форм, как у абаксиальной, так и у адаксиальной эпидермы (табл. 3). В цветковых чешуях этих злаков наблюдается усложнение форм ассимиляционных клеток: от простых до ячеистых и ячеисто-губчатых, различающихся как по числу секций, так и по размерам ячеек (табл. 4). В меньшей степени это наблюдалось у *Achnatherum splendens*, более заметно – у остальных видов. При этом клетки своими наибольшими проекциями обращены к эпидерме и, тем самым, образуют губчатую ткань.

Таблица 3

Типы строения мезофилла листьев и цветковых чешуй у изученных видов злаков

Мезофилл из клеток простой формы	Мезофилл с присутствием клеток сложной ячеистой формы
Листовая пластинка	
Изолатерально-палисадный (<i>Puccinellia tenuissima</i> , <i>Poa sibirica</i>)	Ячеисто-изолатерально-палисадный

Сочетание изолатерально-палисадного (в области проводящих пучков) и венродорсального (в области моторных клеток) (<i>Achnatherum splendens</i> , <i>Poa angus</i>)	Сочетание ячеисто-изолатерально-палисадного (в области проводящих пучков) и ячеисто-венродорсального (в области моторных клеток) (<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Hordeum jubatum</i>)
Изолатерально-губчатый	Ячеисто-изолатерально-губчатый (<i>Melica nutans</i>)
<i>Цветковая чешуя</i>	
Изолатерально-губчатый	Ячеисто-изолатерально-губчатый (<i>Achnatherum splendens</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Hordeum jubatum</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Poa angus</i> , <i>P. sibirica</i> , <i>Puccinellia tenuissima</i>)

В листовых пластинках *Dactylis glomerata* и *Melica nutans* ячеистых клеток имеется немного, часто они слабо выражены.

Мезофилл листьев *Dactylis glomerata* отличается крупноклетчатостью и приближается к изолатерально-палисадному в области проводящих пучков. В чешуях возрастает участие сложных ячеистых и ячеисто-губчатых клеток второй группы.

Таблица 4

Размеры секций ячеистых клеток второй группы на парадермальных срезах цветковых чешуй фестукоидных злаков, первый ряд у наружной эпидермы

Вид	Число ячеек в клетке	Размеры ячеек, мкм	
		высота	ширина
<i>Dactylis glomerata</i>	2–3	21,1±1,15	14,0±0,81
<i>Hordeum jubatum</i>	2–10	11,7±0,92	8,4±0,27
<i>Poa angustifolia</i>	2–3	22,2±0,68	13,0±0,55
<i>P. sibirica</i>	2–8	19,7±1,07	11,7±0,53
<i>Puccinellia tenuissima</i>	2–8	10,9±1,07	7,1±0,31

У теневыносливого гигромезофита *Melica nutans* хлоренхима листьев – губчатого типа, которая представлена, преимущественно, простыми и слабо ячеистыми формами второй группы. В цветковых чешуях ассимиляционные клетки являются более плоскими, своей наибольшей поверхностью они также направлены к эпидерме, но их формы более разнообразны: от губчатых до лопастных и разных вариантов ячеистых конфигураций.

В мезофилле листовых пластинок *Hordeum jubatum* широко представлены хорошо выраженные ячеистые клетки обеих групп. В цветковых чешуях фотосинтетическая ткань состоит в основном из мелкочаеистых клеток второй группы с более многочисленными секциями, часто неравной длины. По сравнению с листьями размеры звеньев ячеистых клеток сокращаются в 1,4–2,8 раза.

Таким образом, для цветковых чешуй характерна теневая мезоморфная структура хлорофиллоносной паренхимы, при этом заметных отличий у злаков разных экологических групп не наблюдается. Можно отметить лишь некоторое сокращение размеров клеток и клеточных ячеек у растений более аридных местообитаний. Уменьшение мощности хлоренхимы в чешуях приводит к снижению насыщенности их зелёными пластидами в 2,5–18,1 раза по сравнению с листовыми пластинками (табл. 5). Особенно резкое снижение слойности ассимиляционной ткани и сокращение густоты хлоропластов наблюдаются у *Achnatherum splendens*.

Таблица 5

Показатели структуры ассимиляционного аппарата цветковых чешуй фестукоидных злаков

Вид	Число хлоропластов	
	в клетке (клеточной ячейке)	в 1 см ² средней части чешуи, млн
Гигромезофиты		
<i>Melica nutans</i>	29,4±1,92	4,99
<i>Poa sibirica</i>	14,6±1,06	3,35
Мезофиты и ксеромезофиты		
<i>Dactylis glomerata</i>	18,8±1,18	3,00

Окончание табл. 5

Вид	Число хлоропластов	
	в клетке (клеточной ячейке)	в 1 см ² средней части чешуи, млн
<i>Hordeum jubatum</i>	9,2±0,34	2,62
<i>Poa angustifolia</i>	25,0±1,33	2,92
Ксерофиты		
<i>Achnatherum splendens</i>	15,4±0,87	4,36
<i>Puccinellia tenuissima</i>	11,8±0,64	6,55

Заключение. Для хлоренхимы цветковых чешуй фестукоидных злаков характерно сильное развитие клеток, образующих губчатую паренхиму, состоящую, преимущественно, из ячеистых и ячеисто-губчатых форм второй группы. Уменьшение слойности фотосинтетической ткани в чешуях по сравнению с листовыми пластинками приводит к резкому снижению насыщенности их хлоропластами и сопровождается усложнением пространственных форм клеток, что способствует усилению метаболизма генеративных органов злаков. Выраженные черты теневой структуры хлоренхимы в цветковых чешуях снижают различия в организации ассимиляционной ткани у злаков разных экологических групп по сравнению с их листовыми пластинками.

Список литературы

1. Александров В. Г., Александрова О. Г. Распределение и строение ассимиляционной ткани в колосе пшеницы // Докл. АН СССР. 1940а. Т. 27, № 5. С. 497–500.
2. Александров В. Г., Александрова О. Г. О некоторых особенностях структуры колосковых и цветочных чешуй пшеницы // Докл. АН СССР. 1940б. Т. 27, № 5. С. 493–496.
3. Березина О. В., Корчагин Ю. Ю. К методике оценки мезоструктуры листа видов рода *Triticum* (*Poaceae*) в связи с особенностями строения его хлорофиллоносных клеток // Бот. журн. 1987. Т. 72, № 4. С. 535–541.
4. Горышина Т. К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 204 с.
5. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев: Наукова думка, 1973. 591 с.
6. Гу Мин-Гуан. Некоторые особенности структуры чешуй ржи и пшеницы и характеристика роста и развития апикальных меристем в культуре *in vitro*: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1964. 23 с.
7. Гудкова Г. Н. Внутреннее строение цветковых чешуй различных видов *Hordeum* L. // Бюлл. Всесоюзного НИИ растениеводства. 1973. Вып. 31. С. 29–32.
8. Зверева Г. К. Особенности расположения клеток хлоренхимы в листовых пластинках злаков // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 7. С. 997–1011.
9. Зверева Г. К. Пространственная организация мезофилла листовых пластинок фестукоидных злаков (*Poaceae*) и её экологическое значение // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 8. С. 1204–1215.
10. Зверева Г. К. Анатомическое строение мезофилла листьев злаков (*Poaceae*). Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2011. 201 с.
11. Николаевская Т. С., Петрова Л. Р. Структура перикарпия зерновки и цветковых чешуй злаков. Л.: Наука, 1989. 87 с.
12. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. М.: Колос, 1965. 568 с.
13. Олонова М. В. Род мятлик (*Poa* L.) во флоре Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05. Томск, 1999. 32 с.
14. Петрова Л. Р. Развитие и анатомо-морфологические особенности чешуй у *Triticum* // Бот. журн. 1958. Т. 43, № 8. С. 1160–1169.
15. Трофимовская А. Я., Гудкова Г. Н. Анатомо-морфологические исследования в связи с классификацией рода *Hordeum* L. // Бюлл. Всесоюзного НИИ растениеводства. 1979. Вып. 91. С. 71–79.
16. Bonnett O. T. The oat plant: its histology and development // Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin. 1961. Vol. 672. PP. 1–112.
17. Chonan N. Studies on the photosynthetic tissues in the leaves of cereal crops. 1. The mesophyll structure of wheat leaves inserted at different level of shoot // Tohoku J. Agric. Res. 1965. Vol. 16, No. 1. PP. 1–12.
18. Morrison I. N., Dushnicky L. Structure of the covering layers of the wild oat (*Avena fatua*) *Caryopsis* // Weed Science. 1982. Vol. 30, No. 4. PP. 352–359.
19. Possingham J. V., Saurer W. Changes in chloroplast number per cell during leaf development in spinach // Planta. 1969. Vol. 86, No. 2. PP. 186–194.

References

1. Aleksandrov V. G., Aleksandrova O. G. Raspređenje i stroenie assimilyatsionnoi tkani v kolose pshenitsy // Dokl. AN SSSR. 1940a. T. 27, № 5. S. 497–500.
2. Aleksandrov V. G., Aleksandrova O. G. O nekotorykh osobennostyakh struktury koloskovykh i tsvetochnykh cheshui pshenitsy // Dokl. AN SSSR. 1940b. T. 27, № 5. S. 493–496.
3. Berezina O. V., Korchagin Yu. Yu. K metodike otsenki mezostrukturny listov vidov roda *Triticum* (*Poaceae*) v svyazi s osobennostyami stroeniya ego khlорофиллоносnykh kletok // Bot. zhurn. 1987. T. 72, № 4. S. 535–541.

4. Goryshina T. K. Fotosinteticheskii apparat rastenii i usloviya sredy. L.: Izd-vo LGU, 1989. 204 s.
5. Grodzinskii A. M., Grodzinskii D. M. Kratkii spravochnik po fiziologii rastenii. Kiev: Naukova dumka, 1973. 591 s.
6. Gu Min-Guan. Nekotorye osobennosti struktury cheshui rzhii i pshenitsy i kharakteristika rosta i razvitiya apikal'nykh meristem v kul'ture in vitro: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 1964. 23 s.
7. Gudkova G. N. Vnutrennee stroenie tsvetkovykh cheshui razlichnykh vidov *Hordeum* L. // Byull. Vsesoyuznogo NII rasteniyevodstva. 1973. Vyp. 31. S. 29–32.
8. Zvereva G. K. Osobennosti raspolozheniya kletok khlorenkhimy v listovykh plastinkakh zlakov // Bot. zhurn. 2007. T. 92, № 7. S. 997–1011.
9. Zvereva G. K. Prostranstvennaya organizatsiya mezofilla listovykh plastinok festukoidnykh zlakov (*Poaceae*) i ee ekologicheskoe znachenie // Bot. zhurn. 2009. T. 94, № 8. S. 1204–1215.
10. Zvereva G. K. Anatomicheskoe stroenie mezofilla list'ev zlakov (*Poaceae*). Novosibirsk: Izd-vo NGPU, 2011. 201 s.
11. Nikolaevskaya T. S., Petrova L. R. Struktura perikarpiya zernovki i tsvetkovykh cheshui zlakov. L.: Nauka, 1989. 87 s.
12. Nosatovskii A. I. Pshenitsa. Biologiya. M.: Kolos, 1965. 568 s.
13. Olonova M. V. Rod myatlik (*Poa* L.) vo flore Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.05. Tomsk, 1999. 32 s.
14. Petrova L. R. Razvitie i anatomo-morfologicheskie osobennosti cheshui u *Triticum* // Bot. zhurn. 1958. T. 43, № 8. S. 1160–1169.
15. Trofimovskaya A. Ya., Gudkova G. N. Anatomo-morfologicheskie issledovaniya v svyazi s klassifikatsiei roda *Hordeum* L. // Byull. Vsesoyuznogo NII rasteniyevodstva. 1979. Vyp. 91. S. 71–79.
16. Bonnett O. T. The oat plant: its histology and development // Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin. 1961. Vol. 672. PP. 1–112.
17. Chonan N. Studies on the photosynthetic tissues in the leaves of cereal crops. 1. The mesophyll structure of wheat leaves inserted at different level of shoot // Tohoku J. Agric. Res. 1965. Vol. 16, No. 1. PP. 1–12.
18. Morrison I. N., Dushnicky L. Structure of the covering layers of the wild oat (*Avena fatua*) *Caryopsis* // Weed Science. 1982. Vol. 30, No. 4. RP. 352–359.
19. Possingham J. V., Saurer W. Changes in chloroplast number per cell during leaf development in spinach // Planta. 1969. Vol. 86, No. 2. PP. 186–194.

Статья поступила в редакцию 10.10.2016; принята к публикации 12.12.2016

Received: October 10, 2016; accepted for publication: December 12, 2016

Библиографическое описание статьи

Зверева Г. К. Структура ассимиляционной паренхимы в чешуях цветка фестукоидных злаков (*Poaceae*) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 72–79.

Reference to the article

Zvereva G. K. Structure of the Assimilative Parenchyma in Flower Glumes of Festucoid Grasses (*Poaceae*) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 72–79.

УДК 582.948

Ольга Дмитриевна Никифорова,
 доктор биологических наук,
 старший научный сотрудник,
 Центральный Сибирский ботанический сад
 Сибирского отделения Российской академии наук
 (630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101),
 e-mail: Nikiforovansk@yandex.ru

Морфологические особенности однолетних видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum* (триба *Myosotideae*, *Boraginaceae*)

Обсуждаются морфологические признаки однолетних видов родов *Strophostoma* Turcz. и *Trigonocaryum* Trautv. из трибы *Myosotideae* Reichenb. (семейство *Boraginaceae* Juss.). Подтверждены основные положения теории М. Г. Попова о гибридном происхождении таксонов семейства и соматической редукции тела. Как и у видов рода *Myosotis* L., у однолетних видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum* наблюдается уменьшение (редукция) размеров цветка и его частей (венчика, пыльников), а также изменчивость по признаку «опушение чашечки». Наибольшая гипертрофия в сторону крючковатости волосков выявлена у однолетних видов – *S. pseudopropinquum* Popov и *S. sparsiflorum* (Mikan ex Pohl) Turcz., у которых чашечка по всей поверхности, особенно у основания, опушена грубыми, короткими, полукрючковатыми и единичными цепляющимися крючковатыми жёсткими волосками. Эремы однолетних видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum* являются более крупными, чем у их многолетних родственников. Также на брюшной стороне эрема киль резко выступает, отчего его форма становится слегка трёхгранной. Гипертрофированная килеватость эремов у однолетних видов этих родов может служить основанием для предположения, что предковыми элементами данных таксонов могли быть виды с выраженной трёхгранной или тетраэдрической структурой плода. Отмечаются особенности структуры побеговой системы, а также формы соцветия у однолетних видов *Strophostoma sparsiflorum* и *Trigonocaryum involucreatum* (Stev.) Kusn. В отличие от многолетних видов, у них соцветие – облиственное, стебли – слабые, часто лежащие, из пазух даже верхних листьев выходят вегетативные и цветочные побеги.

Ключевые слова: однолетние виды, *Strophostoma*, *Trigonocaryum*, триба *Myosotideae*, семейство *Boraginaceae*, соматическая редукция

Olga D. Nikiforova,
 Doctor of Biology, Senior Researcher,
 Central Siberian Botanical Garden,
 Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
 (101 Zolotodolinskaya st., Novosibirsk, 630090, Russia),
 e-mail: Nikiforovansk@yandex.ru

Morphological Features of Annuals in the Genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum* (Tribe *Myosotideae*, *Boraginaceae*)

We discuss the morphological characteristics of annual species of the genera *Strophostoma* Turcz. and *Trigonocaryum* Tautv. from the tribe *Myosotideae* Reichenb. (family *Boraginaceae* Juss.). The most fundamental tenets of the M.G Popov's theory about hybrid origin of taxa of *Boraginaceae* family and somatic reduction of the body are affirmed. Like in species of the genus *Myosotis* L., in annuals of genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum* a decrease (reduction) of the size of the flower and its parts (corolla, anthers), is seen and so does variability of characteristic "cup pubescence". Most hypertrophy towards hooked hairs was found in annual species *S. pseudopropinquum* Popov and *S. sparsiflorum* (Mikan ex Pohl) Turcz. in which the cup over the entire surface, especially at the base, is pubescent with rough short half-hooked and single clinging hooked stiff hairs. Erem's size of annual species in genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum* is larger than those of their perennial relatives. In addition, in annuals keel on the ventral side of the erem appears sharply, making its shape slightly triangular. Hypertrophic

lobation of erems in annual species of these genera may serve as a basis for the assumption that the ancestral elements of these taxa could be with expressed triangular or tetrahedral structure of the fruit. At the annual species *Strophostoma sparsiflorum* and *Trigonocaryum involucreatum* (Stev.) Kusn. structural features of the sprout system and inflorescence forms are registered. In contrast to the perennial species they have leafy inflorescence, and weak, often decumbent stems, vegetative and flowering offshoots from the axils of even the upper leaves are formed.

Keywords: annual species, genus *Strophostoma*, genus *Trigonocaryum*, tribe *Myosotideae*, family *Boraginaceae*, somatic reduction

Введение. В опубликованной ранее статье [10] нами рассмотрены морфологические особенности однолетников семейства *Boraginaceae* на примере видов рода *Myosotis* L. (триба *Myosotideae* Reichenb.). В ней показаны основные проявления соматической редукции венчика, чашечки, эремов, пыльцевых зёрен и хромосомных чисел у однолетних видов по сравнению с их ближайшими многолетними родственниками.

Данная статья является её продолжением, и в ней в качестве доказательной базы теории гибридогенеза [15; 16] рассматриваются закономерности соматической редукции на примере двух других родов трибы *Myosotideae* – *Strophostoma* Turcz. и *Trigonocaryum* Trautv., виды которых распространены в Северном полушарии [3; 4].

Следует напомнить, что согласно идее М. Г. Попова [15; 16], соматическая эволюция каждой филии сопровождается редукцией сомы, тела, которую можно представить в виде редукционного ряда эволюции покрытосеменных: дерево → кустарник → многолетняя трава → однолетняя трава. Таким образом, однолетнюю форму жизни можно рассматривать как конечный этап эволюции любой филии. М. Г. Попов наглядно показал, что последняя, финальная стадия соматической редукции покрытосеменных – образование однолетников – представляет ряд интересных особенностей, которые особенно наглядно проявляются в семействе *Boraginaceae*. По его мнению, у однолетних форм легко увидеть самые поразительные и гипертрофированные отклонения от обычной, типовой морфологии многолетников: 1) уменьшение размеров цветка; 2) увеличение размеров эрема по сравнению с их многолетними родственниками; 3) наличие более плотного и густого опушения листьев и стеблей, если вид относится к ксерофитной линии развития, и наоборот, если он является мезофитом; 4) гипертрофия разного рода выростов, морщин, трихомных образований, крючков и т. п. на плодах и чашечке.

Основным материалом для изучения морфологических признаков видов родов трибы *Myosotideae* послужили гербарные коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE) и Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NSK, NS).

Род *Strophostoma* насчитывает около 7 мезофитных видов, распространённых в лесном поясе Юго-Западной Азии (Кавказ, Турция, Иран), за исключением однолетнего, более широко распространённого вида – *S. sparsiflorum* (Mikan ex Pohl) Turcz., который обычен в Европе, но спорадически встречается в Северной Азии до Байкала. М. Г. Попов [14] во «Флоре СССР» род *Strophostoma* рассматривал в ранге подрода рода *Myosotis*. От видов последнего он хорошо отличается наличием у эремов белой мясистой карункулы, с помощью которой он прикрепляется к гинобазису. Из 7 видов рода два вида – *S. sparsiflorum* и *S. pseudopropinqua* Popov – являются настоящими однолетниками, остальные виды – многолетние, а *S. propinqua* Fisch. et C. A. Mey. – перенирующий вид, одно-двулетний, который может зацвести в первый год. В примечании к виду *S. sparsiflorum* Попов [14] приводит следующий редукционный ряд для видов рода *Strophostoma*, обитающих на Кавказе: *M. amoena* (Rupr.) Boiss. (многолетник) → *M. propinqua* (перенирующий) → *M. pseudopropinqua* (однолетник) → *M. sparsiflorum* (однолетник), при этом отмечает, что филогенетический ряд является настолько полным, что не вызывает сомнения. Как видно из этой схемы, однолетний вид *S. sparsiflorum* является конечным элементом филии и, согласно теории гибридогенеза, у данного вида в наибольшей степени должна проявляться соматическая редукция признаков разных органов растений, связанных с однолетностью.

Рассмотрим более детально эти особенности.

Редукция цветка и его частей. Как и у однолетних видов рода *Myosotis*, в роде *Strophostoma* также наблюдается редукция размеров венчика в сторону их уменьшения по сравнению с их многолетними родственниками, при этом выявлено, что она соответствует редукционному ряду многолетник → однолетник, который выявил М. Г. Попов [14] для кавказских видов. Например, у многолетнего вида *S. amoenum* венчик – крупный, 6–8(10) мм диам.,

у *S. propinquum* – 4–6 мм диам., у *S. pseudopropinquum* и *S. sparsiflorum* – 2–3 мм диам. Как видно, выстраивается редуционный ряд в сторону уменьшения размеров венчика, конечным звеном которого является однолетний вид – *S. sparsiflorum*, у которого самый мелкий венчик. Кроме того, выявлена закономерность в изменчивости окраски венчика. У многолетних видов венчик – более яркий, тёмно-синий, иногда розово-фиолетовый, у однолетних – более светлый, обычно голубой, а у *S. sparsiflorum* – бледно-голубой венчик (рис. 1–2).

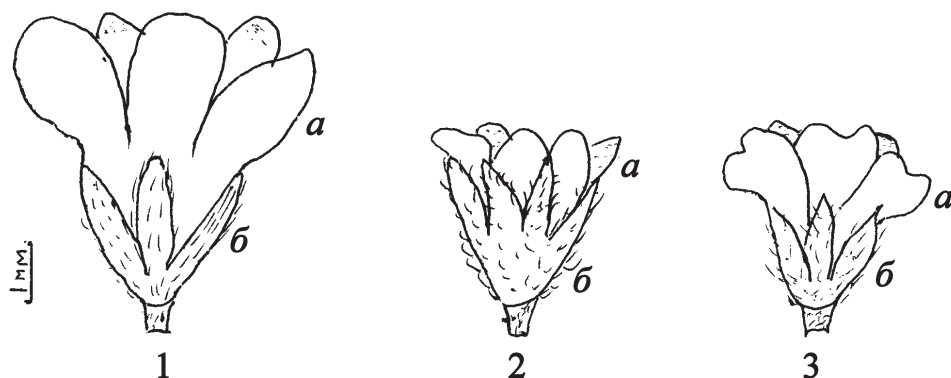


Рис. 1. Схематическое изображение цветка и размеров венчика по сравнению с чашечкой у видов родов *Strophiosstoma* и *Trigonocaryum*: 1 – *S. amoenum* (многолетник); 2 – *S. sparsiflorum* (однолетник); 3 – *T. involucratum* (однолетник). Условные обозначения: а – венчик; б – чашечка

Fig. 1. Schematic representation of the flower and size of corolla compared to the calyx in the species and genera *Strophiosstoma* and *Trigonocaryum*: 1 – *S. amoenum* (perennial); 2 – *S. sparsiflorum* (annual); 3 – *T. involucratum* (annual). Symbols: в – corolla; ч – calyx

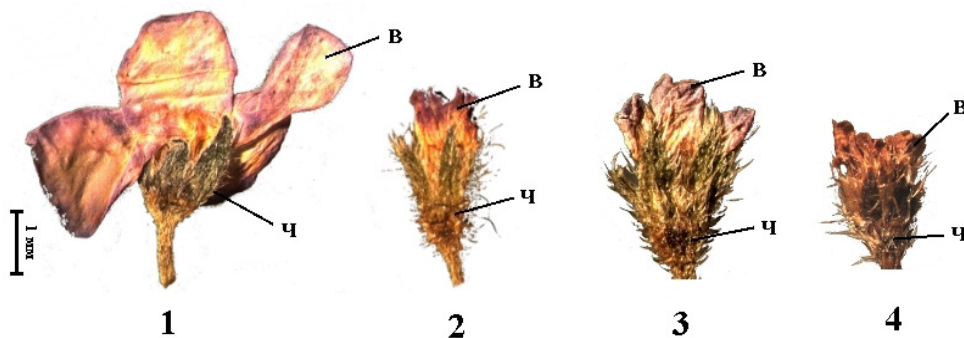


Рис. 2. Форма и размеры венчика: 1 – *S. amoenum* (многолетник); 2 – *S. propinquum*; 3 – *S. sparsiflorum* (однолетник); 4 – *T. involucratum* (однолетник). Условные обозначения: в – венчик; ч – чашечка

Fig. 2. The shape and size of the corolla 1 – *S. amoenum* (perennial); 2 – *S. propinquum*; 3 – *S. sparsiflorum* (annual); 4 – *T. involucratum* (annual). Symbols: в – corolla; ч – calyx

Уменьшение размеров пыльников. У видов рода *Strophiosstoma* пыльники, морфологически сходны с пыльниками рода *Myosotis*, и также, как в роде *Myosotis*, у однолетних видов сохраняется тенденция в сторону уменьшения их размеров [10]. Редуционный ряд наглядно демонстрирует изменчивость размеров пыльников: 1.0 мм дл. (*S. amoenum*) → 0.5 мм дл. (*S. propinquum*) → 0.5 мм дл. (*S. pseudopropinqua*) → 0.3–0.35 мм дл. (*S. sparsiflorum*). Из приведённых параметров видно, что многолетник *S. amoenum* имеет самые крупные пыльники, а у последнего представителя филогенетического ряда – однолетнего вида *S. sparsiflorum* – они являются самыми мелкими.

Особенности опушения чашечки. У видов рода *Strophiosstoma* чашечка колокольчатая, пятираздельная, со сросшимися на разную длину долями, опушенная волосками разной формы, в цвету – 1–5 мм дл., при плодах (постфлорально) увеличивается до 4–6 мм дл. При этом

отмечено, что у однолетников она увеличивается значительно, чем у многолетников. Так, у многолетнего вида *S. amoenum* чашечка в цвету – 2–3 мм дл. при плодах до 4–5 мм дл., а у однолетника *S. sparsiflorum* – конечного вида редукционной филии – при плодах чашечка достигает 6 мм дл.

Наибольшие морфологические отклонения чашечки у однолетних видов рода *Strophostoma* проявляются по признаку «опушение чашечки разной формы волосками». Оказалось, что у многолетних видов чашечки опушены только прямыми, более или менее мягкими, короткими, прижатыми волосками, а оттопыренные и крючковатые волоски отсутствуют. У перенирующего вида *S. propinquum* в основании чашечки имеются единичные полукрючковатые волоски. Но особая гипертрофия признака в сторону крючковатости волосков наблюдается у однолетних видов – *S. pseudopropinqua* и *S. sparsiflorum*. У них волоски на чашечке – более жёсткие, а при плодах они утолщаются и становятся грубыми. Так, у однолетника *S. pseudopropinqua* чашечка по всей поверхности опушена более или менее грубыми утолщёнными саблевидными и прямыми щетинками, но они отсутствуют на плодоножке. Редукционный максимум проявляется у *S. sparsiflorum*, у которого чашечка по всей поверхности, особенно у основания и на плодоножках, опушена грубыми короткими полукрючковатыми и единичными цепляющимися крючковатыми волосками.

На рис. 3 показаны признаки опушения чашечки у видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum*.

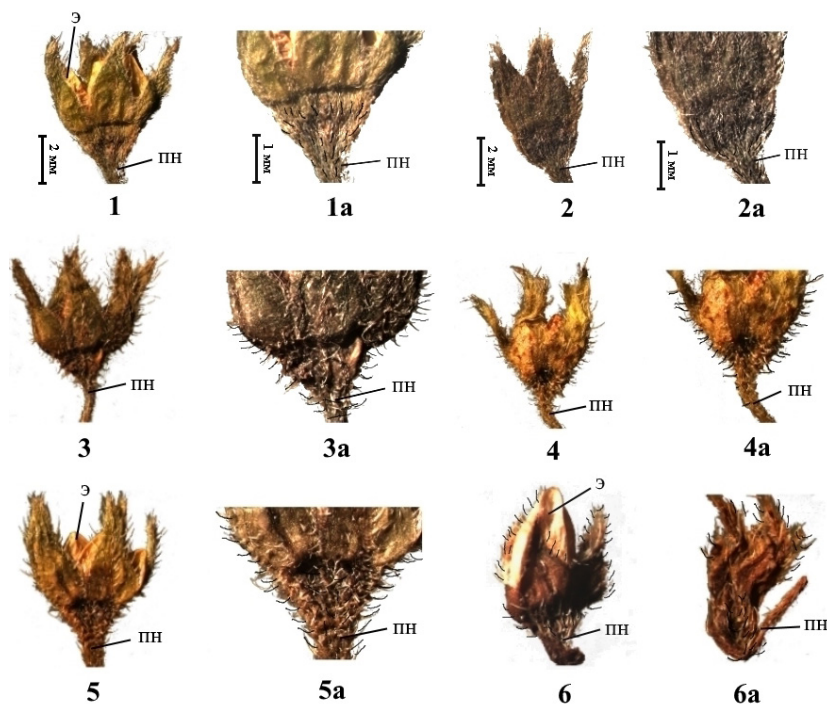


Рис. 3. Особенности опушения чашечки у видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum*: 1, 1а – *S. amoenum* (многолетник); 2, 2а – *S. platyphyllum* (= *Myosotis platyphylla* Boiss.); 3, 3а – *S. propinquum*; 4, 4а – *S. pseudopropinqua*; 5, 5а – *S. sparsiflorum* (однолетник); 6, 6а – *T. involucreatum* (однолетник). Условные обозначения: э – эрем; пн – плодоножки. Масштабная линейка сверху вниз – для всего ряда

Fig. 3. Features of calyx pubescence in species of the genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum*: 1, 1а – *S. amoenum* (perennial); 2, 2а – *S. platyphyllum* (perennial) (= *Myosotis platyphylla* Boiss.); 3, 3а – *S. propinquum*; 4, 4а – *S. pseudopropinqua*; 5, 5а – *S. sparsiflorum* (annual); 6, 6а – *T. involucreatum* (annual). Symbols: э – erem; пн – fruit-stem. Scale bar top to bottom for the entire series

Форма и размеры эремов. У видов рода *Strophostoma* эремы – тёмно-коричневые, гладкие, блестящие, с хрупким перикарпием и мясистой белой карункулой, с помощью которой эрем прикрепляется к гинобазису. В семействе *Boraginaceae* эти признаки эремов являются довольно редкими и встречаются только у видов трибы *Myosotideae* [7–9]. Из трибы *Myosotideae*

карункула характерна только для видов двух родов – *Strophostoma* и *Trigonocaryum*, у остальных таксонов эремы прикрепляются к гинобазису с помощью ареолы [5; 7; 8].

По мнению М. Г. Попова [16], в связи с однолетностью в родах семейства *Boraginaceae*, соматическая редукция направлена в сторону увеличения размеров эремов. В целом, в роде *Strophostoma* данная тенденция сохраняется: у многолетнего вида *S. amoenum* эремы – около 1,5 мм дл., у других видов рода они составляют 1,4–1,6 мм дл. Самые крупные эремы характерны для однолетника *S. sparsiflorum*, к концу плодоношения они увеличиваются до 2 мм дл. (рис. 4). Однако в большей степени редукция эремов проявилась в их особой форме. У многолетних видов на брюшной стороне эрема киль слабо развит и выражен только в верхней части, т. е. эремы – лишь слегка килеватые. Напротив, у однолетников киль на брюшной стороне резко выступает, отчего эрем приобретает слегка трёхгранную форму. Гипертрофированная килеватость эремов у однолетних видов рода *Strophostoma* может служить основанием для предположения, что предковыми видами данного таксона могли быть виды с выраженной трёхгранной или тетраэдрической структурой плода.

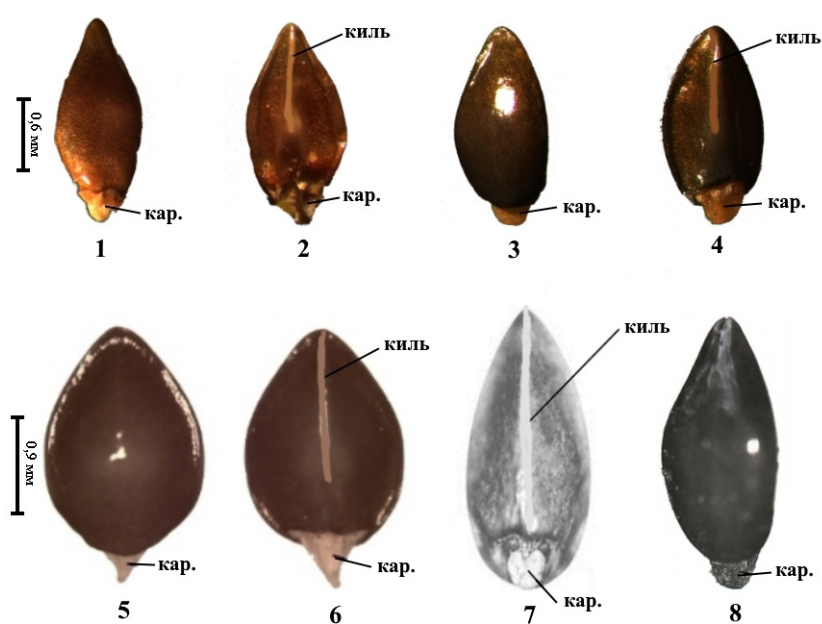


Рис. 4. Морфологические особенности эремов у некоторых видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum*: 1, 2 – *S. propinquum*; 3, 4 – *S. pseudopropinquum*; 5, 6 – *S. sparsiflorum*; 7, 8 – *T. involuclatum*. 1, 3, 5, 7 – вид со спинной стороны; 2, 4, 6, 8 – вид с брюшной стороны.

Условные обозначения: кар. – карункула; киль – киль. Масштабная линейка – на рисунке

Fig. 4. Erem's morphological features in some species of the genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum*: 1, 2 – *S. propinquum*; 3, 4 – *S. pseudopropinquum*; 5, 6 – *S. sparsiflorum*; 7, 8 – *T. involuclatum*. Symbols: кар. – caruncula; киль – carina. The scale bar is shown in the figure

Морфология соцветия у однолетних видов. Для видов трибы *Myosotideae* характерно цимозное соцветие – дихазий, состоящий из многочисленных монохазиев [2]. В начале цветения монохазии находятся в плотных улиткозакрученных завитках, по мере отцветания и на фазе плодоношения ветви сильно удлиняются, распрямляются, соцветие становится рыхлым. Данный тип соцветия можно назвать плейотрис из монохазиев [12; 13].

Отсутствие листьев на цветonoсном побеге, а также у основания монохазиев и дихазиев (необлиственное соцветие) – характерная особенность многолетних видов родов *Myosotis* и *Strophostoma*. Однако у однолетних видов рода *Strophostoma* наблюдается изменение формы соцветия в сторону его облиственности. Так, у многолетника *S. amoenum* соцветие – верхушечное, обособленное, более или менее рыхлое, безлистное (необлиственное), цветки расположены по оси соцветия, в числе 10–15. У перенирующегося вида *S. propinquum* соцветие также является необлиственным, но более рыхлым, цветки – в числе до 10, которые рас-

положены по оси соцветия. У *S. pseudopropinqua* верхняя часть соцветия – необлиственная, а в основании имеются листочки. Изменение формы соцветия в направлении облиственности наиболее выражено у *S. sparsiflorum*: у данного вида всё соцветие – облиственное, фрондозного типа, цветки выходят из пазух листьев и распределяются по всей поверхности побега, что характерно для соцветия фрондозного кистевидного тирса.

Облиственное соцветие характерно для видов восточноазиатско-гималайского рода *Trigonotis* Stev., у которого немногочисленные цветки рыхло расположены на оси соцветия и как бы выходят из пазух листьев (а на самом деле обычно вне их пазух).

Особенно наглядно в роде *Strophostoma* проявляется изменчивость структуры побеговой системы. Например, у многолетних видов стебли – прямостоячие и крепкие, соцветие – верхушечное, в пазухах нижних листьев не формируются дополнительные цветоносные и вегетативные побеги. У однолетних видов стебли – слабые, часто полегающие, из пазух даже верхних листьев выходят вегетативные побеги, на которых в дальнейшем формируются кисти, отчего растение становится кустистым. У *S. sparsiflorum* на дополнительных боковых побегах формируются облиственные соцветия, а цветки расположены рыхло и на очень длинных (до 2 см дл.), дуговидно изогнутых и горизонтально отклоненных цветоножках. У многолетних видов плодоножки – 0,8–1 см дл., косо вверх направленные.

Особенности опушения листьев. Все виды рода *Strophostoma* являются мезофитными лесными растениями, у которых листья – теневые, тонко перепончатые и зелёные, в разной степени опушенные. По своей экологии они являются типичными мезофитами, обитающими в горных лесах, в зарослях кустарников вблизи ручьёв. Выявлена следующая закономерность: у многолетних видов листья с обеих сторон слабо опушены мягкими, редкими, прижатыми волосками. У однолетних видов листовая поверхность – более густо опушенная, а волоски являются более короткими и щетинистыми (рис. 5).

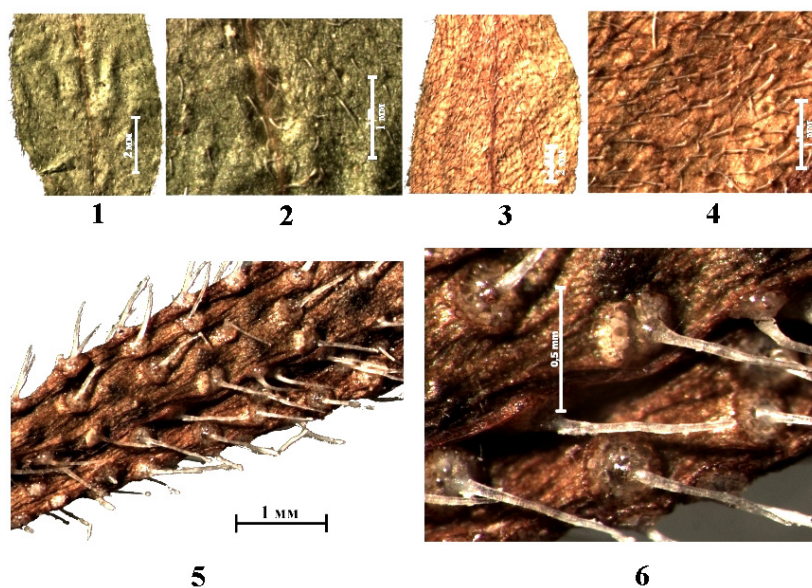


Рис. 5. Особенности опушения листовой пластинки у видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum*: 1, 2 – *S. amoenum*; 3, 4 – *S. sparsiflorum*; 5, 6 – *T. involucreatum*

Fig. 5. Features of pubescence of the leaf blade in species of the genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum*: 1, 2 – *S. amoenum*; 3, 4 – *S. sparsiflorum*; 5, 6 – *T. involucreatum*

Рассмотрим основные проявления соматической редукции у монотипного рода *Trigonocaryum* Tratv., который включает однолетний эндемичный вид Кавказа – *T. involucreatum* (Stev.) Kusn. По морфологическим признакам эремов, особенно наличию карункулы, *T. involucreatum* близко родственен видам рода *Strophostoma*. Приведём морфологическое описание вида. Ветвистый однолетник, 2–10 см высоты. Из пазух нижних стеблевых листьев выходят боковые вегетативные и цветоносные побеги. Листья – лопатчато-линейные, на верхушке – тупые, 1–1,5 см длины, опушенные длинными оттопыренными щетинистыми волосками, сидящими

на утолщённых стекловидных белых бугорках. Соцветия – облиственные, рыхлые и немногочетковые. Венчик – мелкий, 2–3 мм диам., скрученный в почкосложении, едва выставляется из чашечки, брахиморфный, со сводиками в зеве, с короткой трубкой, не выставляющейся из чашечки, и плоским сине-фиолетовым отгибом. Чашечка – около 2 мм дл., со сросшимися почти наполовину долями, опушенная, особенно по краям долей, щетинистыми волосками, свободные доли (зубцы) – треугольно-ланцетные. Эремы – прямые, эллиптические, 2,0–2,5 мм дл., при созревании сильно выставляются из чашечки, в сечении нерезко трёхгранные, с округлой спинкой и выраженным, особенно на верхушке, брюшным килем, голые, блестящие, вначале матово-белые, к концу созревания темнеющие, с хрупким перикарпием, к гинобазису прикрепляются с помощью мясистой карункулы.

Распространён в центральной и восточной частях Большого Кавказа, небольшая часть ареала заходит на южный макросклон в пределах Азербайджана и Восточной Грузии [1]. Растёт на галечниках и осыпях, в трещинах известковых скал, реже на щебенистых и каменистых склонах в субальпийском и альпийском поясах, иногда в среднем поясе на высоте 600–1200 м над уровнем моря.

В трибе *Myosotideae* соматическая редукция венчика, чашечки, эремов, опушения листьев в наиболее полной мере проявилась у однолетнего вида *T. involucreatum*.

T. involucreatum является карликовым растением, 2–10 см выс., как у всех однолетников, цветок – мелкий, 2–3 мм диам., венчик едва выставляется из чашечки, которая имеет около 2 мм дл. (рис. 1, 2). В то время как у многолетних видов, близких родов *Myosotis* и *Strophostoma* венчик обычно составляет 5–7 мм дл.

У *T. involucreatum* эремы – крупные, 2,0–2,5 мм дл., в сечении нерезко трёхгранные. В родах *Myosotis* и *Strophostoma* эремы многолетних видов обычно составляют 1,4–1,5 мм дл., с брюшной стороны являются лишь слегка килеватыми. Гипертрофированная килеватость эремов у *T. involucreatum* показывает, что предковыми видами данного таксона были виды с выраженной трёхгранной структурой плода.

Пыльники у *T. involucreatum* – мелкие, около 0,4 мм дл., а пыльцевые зёрна по сравнению с многолетними видами рода *Strophostoma* – более крупные (длина полярной оси (6,2)7–7,8 мкм), а у *S. amoenum* длина полярной оси составляет 5,2–5,8 мкм. При этом у *T. involucreatum* сужение в области экватора пыльцевого зерна является более выраженным [6]. Как видно, редукция пыльников и размеров пыльцевых зерен в роде *Trigonocaryum* была сходной с однолетними видами родов *Myosotis* [10] и *Strophostoma*.

Выявлено, что облиственное соцветие у *T. involucreatum* морфологически сходно с соцветием однолетника *Strophostoma sparsiflorum*. Стебли у обоих видов – полегающие, из пазух нижних листьев выходят многочисленные боковые вегетативные и цветonoсные побеги.

Кроме того, у *T. involucreatum* наблюдается наибольшая гипертрофия формы волосков в сторону их жёсткости: они длинные, щетинистые, расположены на белых стекловидных бугорках (рис. 5).

В заключение следует отметить, что в процессе эволюции деспециализация морфологических признаков венчика, чашечки, эремов и соцветий однолетних видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum* имела сходный вектор с видами рода *Myosotis* [11]. Это подтверждает точку зрения М. Г. Попова об общих закономерностях филогении таксонов семейства *Boraginaceae* и их гибридном происхождении.

Благодарности

Рисунки выполнены с использованием фотографий, полученных в центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН с помощью стереомикроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V.12. Выражаем благодарность А. А. Красникову, ответственному за оборудование центра.

Список литературы

1. Галушко А. И. Семейство *Boraginaceae* Juss. // Флора Северного Кавказа (Определитель). Ростов, 1980. С. 310–329.
2. Кузнецова Т. В., Прягина Н. И., Яковлев Г. П. Соцветия. Морфологическая классификация. СПб.: Хим.-фарм. ин-т, 1992. 126 с.
3. Никифорова О. Д. Бореальные секции рода *Myosotis* L. и их генезис // *Turczaninowia*. 2000. Т. 3, вып. 1. С. 5–24.
4. Никифорова О. Д. К систематике подтрибы *Myosotidinae* трибы *Myosotideae* (*Boraginaceae*) // Флора и растительность Алтая. 2001б. Т. 6, № 1. С. 27–31.

5. Никифорова О. Д. Система рода *Myosotis* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2001. Т. 86, № 12. С. 77–86.
6. Никифорова О. Д. Палиноморфологическое исследование рода *Myosotis* (*Boraginaceae*) и некоторых родственных ему родов // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 3. С. 44–53.
7. Никифорова О. Д. Особенности ультраскульптуры поверхности эремов родов *Myosotis*, *Trigonotis*, *Trigonocaryum* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2006. Т. 91, № 9. С. 77–81.
8. Никифорова О. Д. Морфологические особенности плодов в трибах *Myosotideae* и *Trigonotideae* (семейство *Boraginaceae*) // Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений, посвященной памяти Р. Е. Левиной: материалы междунар. конф. Ульяновск, 2008. С. 172–179.
9. Никифорова О. Д. Ключи для определения родов семейства *Boraginaceae* Алтайской горной страны по признакам цветка и плода // Раст. мир Азиат. России. 2014. № 1. С. 9–18.
10. Никифорова О. Д. Морфологические особенности однолетних в семействе *Boraginaceae* на примере видов рода *Myosotis* L. // Ученые записки ЗабГУ. 2016а. № 1. С. 6–16.
11. Никифорова О. Д. Древнесредиземноморские элементы в секции *Alpestres* рода *Myosotis* L. (*Boraginaceae* Juss.) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. ст. по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 23–26 мая 2016 г.). Барнаул. 2016б. С. 338–344.
12. Овчинникова С. В. Структурные типы соцветий и возможные направления их эволюции в трибе *Eritrchieae* (*Boraginaceae*) // Мат. конф. по морфологии и систематике раст., посв. 300-летию со дня рождения Карла Линнея. М., 2007а. С. 189–191.
13. Овчинникова С. В. Триба *Eritrchieae* (*Boraginaceae*) во флоре внетропической Евразии: систематика, карпология, эволюция: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05. Новосибирск, 2007б. 32 с.
14. Попов М. Г. Семейство *Boraginaceae* Juss. Флора СССР. М.; Л., 1953. Т. 19. С. 97–691.
15. Попов М. Г. Основы флорогенетики. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 135 с.
16. Попов М. Г. Филогения. Флорогенетика. Флорография. Систематика. Избр. тр.: в 2 ч. Киев: Наукова думка, 1983. Ч. 2. 477 с.

References

1. Galushko A. I. Semeistvo *Boraginaceae* Juss. // Flora Severnogo Kavkaza (Opredelitel'). Rostov, 1980. S. 310–329.
2. Kuznetsova T. V., Pryakhina N. I., Yakovlev G. P. Sotsvetiya. Morfologicheskaya klassifikatsiya. SPb.: Khim.-farm. in-t, 1992. 126 s.
3. Nikiforova O. D. Boreal'nye seksii roda *Myosotis* L. i ikh genezis // Turczaninowia. 2000. Т. 3, вып. 1. С. 5–24.
4. Nikiforova O. D. K sistematike podtriby *Myosotidinae* triby *Myosotideae* (*Boraginaceae*) // Flora i rastitel'nost' Altaya. 2001b. Т. 6, № 1. С. 27–31.
5. Nikiforova O. D. Sistema roda *Myosotis* (*Boraginaceae*) // Bot. zhurn. 2001. Т. 86, № 12. С. 77–86.
6. Nikiforova O. D. Palinomorfologicheskoe issledovanie roda *Myosotis* (*Boraginaceae*) i nekotorykh rodstvennykh emu rodov // Bot. zhurn. 2002. Т. 87, № 3. С. 44–53.
7. Nikiforova O. D. Osobennosti ul'traskul'ptury poverkhnosti eremov rodov *Myosotis*, *Trigonotis*, *Trigonocaryum* (*Boraginaceae*) // Bot. zhurn. 2006. Т. 91, № 9. С. 77–81.
8. Nikiforova O. D. Morfologicheskie osobennosti plodov v tribakh *Myosotideae* i *Trigonotideae* (semeistvo *Boraginaceae*) // Sovremennye problemy morfologii i reproductivnoi biologii semennykh rastenii, posvyashchennoi pamyati R. E. Levinoi: materialy mezhdunar. konf. Ul'yanovsk, 2008. S. 172–179.
9. Nikiforova O. D. Klyuchi dlya opredeleniya rodov semeistva *Boraginaceae* Altaiskoi gornoj strany po priznakam tsvetka i ploda // Rast. mir Aziat. Rossii. 2014. № 1. С. 9–18.
10. Nikiforova O. D. Morfologicheskie osobennosti odnoletnikov v semeistve *Boraginaceae* na primere vidov roda *Myosotis* L. // Uchenye zapiski ZabGU. 2016a. № 1. С. 6–16.
11. Nikiforova O. D. Drevnesredizemnomorskie elementy v seksii *Alpestres* roda *Myosotis* L. (*Boraginaceae* Juss.) // Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii: sb. nauch. st. po materialam XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 23–26 maya 2016 g.). Barnaul. 2016b. S. 338–344.
12. Ovchinnikova S. V. Strukturnye tipy sotsvetii i vozmozhnye napravleniya ikh evolyutsii v tribe *Eritrchieae* (*Boraginaceae*) // Mat. konf. po morfologii i sistematike rast., posv. 300-letiyu so dnya rozhdeniya Karla Linneya. M., 2007a. S. 189–191.
13. Ovchinnikova S. V. Triba *Eritrchieae* (*Boraginaceae*) vo flore vnetropicheskoi Evrazii: sistematika, karpologiya, evolyutsiya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.05. Novosibirsk, 2007b. 32 s.
14. Popov M. G. Semeistvo *Boraginaceae* Juss. Flora SSSR. M.; L., 1953. Т. 19. С. 97–691.
15. Popov M. G. Osnovy flороgenetiki. M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. 135 s.
16. Popov M. G. Filogeniya. Florogenetika. Florografiya. Sistematika. Izbr. tr.: v 2 ch. Kiev: Naukova dumka, 1983. Ch. 2. 477 s.

Статья поступила в редакцию 29.11.2016; принята к публикации 15.12.2016

Received: November 29, 2016; accepted for publication: December 15, 2016

Библиографическое описание статьи

Никифорова О. Д. Морфологические особенности однолетних видов родов *Strophostoma* и *Trigonocaryum* (триба *Myosotideae*, *Boraginaceae*) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 80–87.

Reference to the article

Nikiforova O. D. Morphological Features of Annuals in the Genera *Strophostoma* and *Trigonocaryum* (Tribe *Myosotideae*, *Boraginaceae*) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 80–87.

УДК 581.9.576.316.7 (470)

Нина Сергеевна Пробатова¹,
доктор биологических наук,
Федеральный научный центр
по биоразнообразию наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(690022, Россия, г. Владивосток, пр-т Столетия, 159),
e-mail: probatova@ibss.dvo.ru

Вячеслав Юрьевич Баркалов²,
доктор биологических наук,
Федеральный научный центр по биоразнообразию наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(690022, Россия, г. Владивосток, пр-т Столетия, 159),
e-mail: barkalov@ibss.dvo.ru

Александр Викторович Агафонов³,
доктор биологических наук,
Центральный Сибирский ботанический сад
Сибирского отделения Российской академии наук
(630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101),
e-mail: agalex@mail.ru

Числа хромосом некоторых видов злаков (*Poaceae*) флоры России⁴

Злаки (семейство *Poaceae*) находятся в нашей стране на первом месте среди других групп сосудистой флоры по изученности чисел хромосом. Эти исследования продолжает уже несколько десятилетий первый (основной) автор, регулярно дополняя кариологическую изученность злаков флоры России. В статье представлены новые определения чисел хромосом у 20 впервые исследованных, малоисследованных или редких таксонов, сопровождаемые краткими ареалогическими и эколого-фитоценологическими характеристиками видов, комментариями по степени их изученности в России и указанием основных (базовых) чисел хромосом (x). Впервые исследованы *Bromopsis alpina*, *B. probatovae*, *B. simaczevae*, *Elymus ircutensis*, *E. komarovii*, *E. uralensis*, *E. viridiglumis*, *Festuca amurensis*, *Leymus jennisseiensis*, *Neomolinia koryoensis*. Новые (не известные ранее) числа хромосом установлены у *Elymus schrenkianus* и *Poa pseudoattenuata*, последний (преимущественно, сахалинский) вид впервые исследован в континентальной части ареала. Подтверждается переменная плоидность у *Poa pseudoattenuata*, у которого установлена новая – декаплоидная ($10x$) – раса. Впервые для Сахалина указывается вид и исследовано на Сахалине число хромосом у *Deschampsia gulariantzii*, впервые для Хабаровского края исследован *Macrohystrix komarovii*, а *Poa tanfiljewii* – впервые для Республики Бурятия. Число хромосом у *Agrostis mongolica* исследовано впервые для России. Обсуждается значение полученных данных.

Ключевые слова: числа хромосом, злаки, *Poaceae*, сосудистые растения, флора, Российская Федерация

¹ Н. С. Пробатова отобрала материал для публикации, верифицировала определения злаков, осуществила проращивание семян образцов и провела фиксирование и обработку материала для определения чисел хромосом, составила краткие характеристики видов, провела обсуждение полученных данных и оформила статью.

² В. Ю. Баркалов провёл полевые работы в составе экспедиции на Баджальский хребет (Хабаровский край), где собрал гербарный материал; осуществил лабораторное исследование гербария по его идентификации.

³ А. В. Агафонов организовал экспедиции на Урал, в Республики Алтай и Бурятию для изучения редких и малоизвестных видов пырейника в целях генетического исследования. Выполнил определения собранных видов и передал в наше распоряжение семенной материал для проращивания и определения чисел хромосом.

⁴ Исследование частично поддержано Российским фондом фундаментальных исследований – РФФИ (проекты №№ 07-04-00610, 11-04-00240, для Н. С. Пробатовой)

Nina S. Probatova¹,

Doctor of Biology,

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,

Far East Branch, Russian Academy of Sciences

(159 pr. Stoletiya, Vladivostok, 690022, Russia),

e-mail: probatova@ibss.dvo.ru

Vyacheslav Yu. Barkalov²,

Doctor of Biology,

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,

Far East Branch, Russian Academy of Sciences

(159 pr. Stoletiya, Vladivostok, 690022, Russia),

e-mail: barkalov@ibss.dvo.ru

Alexandr V. Agafonov³,

Doctor of Biology,

Central Siberian Botanical Garden,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

(101 Zolotodolinskaya st., Novosibirsk, 630090, Russia),

e-mail: agalex@mail.ru

Chromosome Numbers in Some Poaceae Species from Russia⁴

The Family *Poaceae* is on the first place in Russia as to chromosome studies. As continuation of chromosome studies on the *Poaceae*, the new data on chromosome numbers in 20 species from Russia are presented. The geographic area, ecology, basic chromosome numbers as well as investigation status of these species are shown. First chromosome data are obtained for 10 species – *Bromopsis alpina*, *B. probatovae*, *B. simaczevae*, *Elymus ircuitensis*, *E. komarovii*, *E. uralensis*, *E. viridiglumis*, *Festuca amurensis*, *Leymus jennisseiensis*, *Neomolinia koryoensis*, new chromosome numbers – in *Elymus schrenkianus* and *Poa pseudoattenuata*; the last species that has variable ploidy, shows a new, decaploid cytotype (10 x) in continental part of its geographical range. *Deschampsia gulariantzii* is reported and studied for the first time from Sakhalin, *Macrohystrix komarovii* firstly studied from Khabarovskii Krai, *Poa tanfiljewii* – from Republic of Buryatia. *Agrostis mongolica* from West Siberia is studied for the first time in Russia. The significance of the data obtained is discussed.

Keywords: chromosome numbers, *Poaceae*, flora, Russian Federation

Введение. Н. С. Пробатова, продолжая научное направление инициатора карео-флористических исследований в нашей стране, доцента Ленинградского университета А. П. Соколовской, в течение нескольких десятков лет исследовала числа хромосом, преимущественно, злаков (*Poaceae*), во флоре СССР, а ныне – России. Многочисленные данные, начиная с 1968 г., регулярно публиковались в «Ботаническом журнале», с 2008 г. по настоящее время публикуются в международном журнале «Тахон», и с 2012 г. – в англоязычном журнале «Botanica Pacifica», который, в сущности, также является международным (ныне включён в Scopus).

В последнее время изучение чисел хромосом у злаков флоры России особенно активизировалось в связи с подготовкой монографии Н. Н. Цвелёва и Н. С. Пробатовой «Злаки России». Авторы стремились максимально возможно охватить исследованиями эту группу расте-

¹ V. Yu. Barkalov carried out field works in the frame of expedition to the Badzhalsky mountain range (Khabarovskii Krai), where he collected herbarium material and made the identification of plants.

² A. V. Agafonov organized expeditions to the Urals, Altai and Buryatia republics in order to collect some of the rare and poorly known *Elymus* species for genetic studies. He identified the species collected and gave seed samples for germination and chromosome number studies.

³ N. S. Probatova selected species for publication, verified determinations of the grasses; germinated samples, made fixation and processing of the seedlings for chromosome counting; compiled notes to the species and discussed the data obtained, as well as she arranged the text of the paper.

⁴ The study was partly financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects 07-04-00610, 11-04-00240 to N. S. Probatova).

ний на территории Российской Федерации, обращали внимание на ещё не исследованные или слабо исследованные виды [3, 12–21].

Далее публикуются дополнения и некоторые исправления, полученные при дальнейших исследованиях злаков флоры России. При характеристиках распространения видов Н. С. Пробатова частично использовала сведения из рукописи монографии «Злаки России», в которую также включена информация об исследованных (в основном, в России) и опубликованных ранее числах хромосом (подготовлено к печати Н. Н. Цвелёвым и Н. С. Пробатовой).

Материалы и методы исследования. Основной коллектор исследованных природных образцов растений – соавтор В. Ю. Баркалов, здесь же помещены данные по материалам, предоставленным известным исследователем рода *Elymus*, генетиком А. В. Агафоновым. Числа хромосом определяли по общепринятой методике, на давленных препаратах из кончиков корешков проростков, зафиксированных в растворе Карнуа, с окраской железным гематоксилином. Числа хромосом исследованы при участии Э. Г. Рудыка. Семена для проращивания в чашках Петри были взяты с гербарных образцов. Документирующие гербарные образцы с номерами, указанными в далее приведённых этикетках, хранятся в Гербарии (VLA) Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток, а по роду *Elymus* – в Гербарии Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН (NSK), г. Новосибирск.

Впервые исследованные виды отмечены значком (!), новые числа для видов – звёздочкой (*).

Сообщение со всеми комментариями подготовила Н. С. Пробатова.

Результаты и их обсуждение.

POACEAE.

1. *Agrostis canina* L., **2n = 14**. Новгородская обл., Чудовский р-н, между ж. д. станциями Чудово и Малая Вишера, правый берег реки Волхов в 5 км ниже ж. д. моста, пойменный луг, 3. VII. 1976, № 4354, Н. С. Пробатова; Тюменская обл., окр. аэропорта Тюмень, луговина, 1 VII 1975, № 4046, Н. С. Пробатова. Европейский вид, очевидно, заносный в Тюмени, как и в Воркуте и, вероятно, в Сев. Америке. В естественном состоянии обитает на болотах, болотистых лугах и лесных полянах, в разреженных лесах, у дорог. Диплоид (2x). Ранее в России он был исследован в Ленинградской обл.

2. *Agrostis mongolica* Roshev., **2n = 28**. Новосибирская обл., окр. г. Новосибирск, в районе пос. Ельцовка, остепнённые песчаные участки в пойме реки Обь, 11. IX. 1989, № 6917, М. В. Олонова и Н. С. Пробатова. Сибирско-центральноазиатский вид, описан из Монголии; встречается на солонцеватых лугах, по берегам водоёмов. Это – первое достоверное определение числа хромосом у вида в России. Тетраплоид (4x).

3. (!) *Bromopsis alpina* (Malyshev) Peschkova, **2n = 56**. Республика Бурятия, Восточный Саян, Окинский р-н, верховье р. Ока, правый берег, выс. 1631 м над ур. моря, злаково-разнотравный луг, 29. VIII. 2010, № 11849, С. Г. Казановский. Эндемик Байкальской Сибири. Встречается на лужайках и каменистых склонах, на лесных опушках и галечниках речных долин; в среднем и верхнем горных поясах. Описан с Восточного Саяна. Октоплоид (8x). Число хромосом для *B. alpina* приводится впервые. Ранее оно было ошибочно отнесено к *B. altaica* Peschkova [3], но для алтайского вида указывается $2n = 28$ во «Флоре Сибири» [6]: Республика Алтай, а в Восточном Саяне *B. altaica* не встречается.

4. (!) *Bromopsis probatovae* Tzvelev, **2n = 56**. Приморский край, Партизанский р-н, гора Сенькина Шапка, северо-восточный склон, осыпи у подножья склона, 20. VII. 2015, № 13070, С. В. Прокопенко. Оригинальный вид, эндемик восточного макросклона Сихотэ-Алиня; пока известен только в Партизанском р-не Приморского края, где встречается на каменистых склонах, осыпях и галечниках; в нижнем и среднем горных поясах. Число хромосом у вида исследовано впервые. Октоплоид (8x).

5. (!) *Bromopsis simaczvae* (Tzvelev) Tzvelev, **2n = 56**. Иркутская обл., Бодайбинский р-н, Витимский заповедник, оз. Орон, в районе кордона, заболоченный берег озера, 17. VI. 2016, № 13071, И. В. Енущенко. Восточноевропейско-сибирский вид. Эндемик. Встречается на известняковых обнажениях, осыпях, приречных галечниках. Описан с притока р. Пинеги (бассейн р. Северной Двины, Архангельская обл.), а недавно он был обнаружен первым автором статьи в материалах из Витимского заповедника, Иркутская обл. (Северное Забайкалье).

Примечательно, что именно здесь – у оз. Орон был недавно найден *Poa pinegensis* Roshev. [2], также описанный из бассейна р. Пинеги. Число хромосом у *B. simaczevae* исследовано впервые. Октоплоид (8x).

6. *Deschampsia beringensis* Hultén, **2n = 26**. Камчатка, Елизовский р-н, вулкан Мутновский, слабозадернованный склон, выше участка гейзеров «Дачный», 20. VIII. 2004, № 9670, А. Н. Беркутенко, М. А. Полежаева. (Определение Н. Н. Цвелёва). Северопацифический вид; встречается на лугах, песках и галечниках, в тундрах близ морского побережья. Описан с о. Беринга. Ранее число хромосом у *D. beringensis* было исследовано только на Командорских о-вах (о. Беринга), а указанный выше камчатский образец был ошибочно отнесён к *D. romarovii* V.Vassil. [17].

7. *Deschampsia gulariantzii* Tzvelev et Prob., **2n = 26**. Сахалин, окр. пос. Москальво, у озера, VIII 2001, № 8601, В. Ю. Баркалов. (Определение Н. Н. Цвелёва). Обычно крупные рыхловато-дернистые растения со слабоокрашенными многоколосковыми метелками и нижними цветковыми чешуями 2,5–3 мм дл. со слегка изогнутыми остями, превышающими на 0,8–2 мм верхушку чешуи. Нижние междоузлия иногда бывают удлинены корневищеобразно. Вид был описан в 2015 г. из Приморского края: Дальнегорский р-н, Мономахово, но указанный ранее dsit образец был до этого уже отнесён к *D. paramushirensis* Honda [15]. *D. gulariantzii* – эндемик, который встречается по берегам ручьёв и речек в Дальнегорском и Тернейском р-нах Приморья, а ныне он впервые указывается здесь для Сахалина.

8. *Digitaria asiatica* Tzvelev (*D. ischaemum* subsp. *asiaticum* (Tzvelev) Tzvelev), **2n = 18**. Амурская обл., Бурейский р-н, окр. с. Домикан, р. Бурей, о. Прямой, 5. VIII. 2013, № 12709, В. М. Старченко, Г. Ф. Дарман; Приморский край: п-ов Муравьева-Амурского, Уссурийский залив, хребет Океанский, в 5 км к ССЗ от пос. Лазурного, 312 м над ур. моря, юго-восточный склон, у дороги, 21. X. 2004, № 9657, Н. С. Пробатова, В. П. Селедец; Партизанский р-н, побережье залива Восток, русло р. Волчанки, на отмели, 25. IX. 2004, № 9755, В. А. Нечаев; Шкотовский р-н, с. Анисимовка, сорное в огороде у пади Широкой, 29. IX. 2014, № 12816, Е. А. Чубарь; залив Петра Великого, о. Аскольд, северная бухта, морская терраса, на камнях у ручья, 14. IX. 2014, № 12718, Б. А. Семкин, А. Г. Киселева. Этот вид близок к *D. ischaemum* (Schreb.) Muehl. (от которого он даже не всегда легко отличим), однако он является преимущественно азиатской расой. В Приморье и в Приамурье (Амурская обл., Хабаровский край) у росички очень часто встречается $2n = 18$ [3, 10, 12, 13, 18, 20]. *D. asiatica* – отмельный и полусорный вид, обычный в континентальной части юга РДВ. Ожидаются его находки и в Забайкальском крае. Встречается *D. asiatica* на приречных песках и галечниках, у дорог, в населенных пунктах. Антропофит. По мере продолжения исследований все больше и больше выясняется, что диплоидное число хромосом у *D. asiatica* ($2n = 18$) константно, и он в этом отношении хорошо отличается от заносного на РДВ тетраплоидного (4x) *D. ischaemum*, у которого $2n = 36$ [4]. Однако долгое время для *D. asiatica* существовало лишь единственное указание числа хромосом – $2n = 36$, из Туркмении [8], вероятно - ошибка в определении вида.

9. (!) *Elymus ircutensis* Peschkova, **2n = 28**. Республика Алтай, Майминский р-н, 117-й км Чуйского тракта, галечник р. Катунь, 8. VII. 1977, № 4702, Н. С. Пробатова, В. П. Селедец. Южносибирский вид, едва заходящий на РДВ (на хр. Тукурингра в Амурской обл.). Эндемик. Встречается в мелколиственных, смешанных и лиственничных лесах, на лесных полянах и опушках; до среднего горного пояса. Описан из Республики Бурятия. Вид исследован впервые. Ранее этот образец был отнесен к *E. jacutensis* (Drobow) Tzvelev [5]. Однако возможно, что наш образец с Алтая представляет особый вид, с многочисленными вегетативными побегами и очень узкими вдоль свернутыми пластинками листьев.

10. (!) *Elymus komarovii* (Nevski) Tzvelev, **2n = 28**. Республика Бурятия, Окинский р-н, авто-трасса на пос. Орлик, галечник у р. Гарган, выс. 1610 м, 4. IX. 2005, № 13055, А. В. Агафонов, Д. Герус. Южносибирско-центральноазиатский опушечно-лесной вид. Описан с Восточного Саяна. Встречается на лужайках, каменистых склонах, галечниках, лесных полянах, среди кустарников, в мелколиственных и лиственничных лесах; до среднего горного пояса. Число хромосом у вида исследовано впервые.

11. *Elymus schrenkianus* (Fisch. et C. A. Mey.) Tzvelev, (*) **2n = 28**. Республика Алтай, плато Уюк, перевал Теплый ключ, альпийский луг с крупнощепнистыми осыпями, выс. 2916 м, 12 VIII 2013, № 13056, С. Соловьев, А. Самдан. Южносибирско-центральноазиатский скально-о-

сыпной вид, с сильно поникающими часто извилистыми колосьями, на которых располагаются по 1-2 многочисленные сильно расставленные длинноостистые колоски. Описан из Тарбагатая. Встречается на лужайках, каменистых склонах, осыпях, галечниках; в среднем и верхнем горных поясах. Для *E. schrenkianus* было указано в литературе другое число хромосом – $2n = 42$ [9], но оно, скорее всего, относится к какому-то другому виду пырейника.

12. (!) *Elymus uralensis* (Nevski) Tzvelev, $2n = 28$. Республика Башкортостан, Белорецкий р-н, окр. пос. Новоабзаково, березовое редколесье, выс. 497 м, 30. VIII. 2016, № 13054, А. В. Агафонов, С. Асбаганов. Уральский эндемик, встречается в основном на Южном Урале, откуда он и был описан. Обитает на лугах, лесных полянах, среди кустарников; до нижнего горного пояса. Число хромосом у него исследовано впервые.

13. (!) *Elymus viridiglumis* (Nevski) Czerep., $2n = 28$. Республика Башкортостан, Белорецкий р-н, окр. пос. Новоабзаково, гора Куркак, сухая поляна в смешанном березово-сосновом лесу, выс. 618 м, 28. VIII. 2016, № 13086, А. В. Агафонов, С. Асбаганов. Эндемичный уральско-западносибирский вид, из родства *E. uralensis*. Обитает в разреженных лесах, на лесных полянах, лужайках, галечниках, среди кустарников; до нижнего горного пояса. Описан из Башкортостана. Число хромосом у вида определено впервые.

14. (!) *Festuca amurensis* E. В. Alexeev, $2n = 42$. Хабаровский край, Комсомольский р-н, левый берег р. Амур [р-н г. Комсомольска-на-Амуре], склон ж.д. насыпи близ моста, 2. VII. 2012, № 12813, А. В. Ермошкин. Амурский эндемик, пока известен только из Комсомольского заповедника (близ г. Комсомольска-на-Амуре), откуда он и был описан. Встречается на каменистых склонах и скалах. Число хромосом исследовано впервые. Гексаплоид (6 х).

15. (!) *Leymus jensseiensis* (Turcz.) Tzvelev, $2n = 28$. Республика Бурятия, Прибайкальский р-н, р. Селенга, левый берег, паромная переправа в с. Татаурово, рудеральное сообщество, 22. VII. 2011, № 12294, Д. А. Кривенко. Южносибирский вид, эндемик. Встречается в песчаных степях, на приречных песках и галечниках. Описан из окрестностей г. Красноярска. Исследован в кариологическом отношении впервые. Прежде этот образец был ошибочно определен как *Leymus paboanus* [11].

16. *Macrohystrix komarovii* (Roshev.) Tzvelev et Prob. (= *Hystrix komarovii* (Roshev.) Ohwi), $2n = 28$. Хабаровский край, Верхнебуреинский р-н, Баджальский хребет, пойма р. Ярап в 12 км ниже слияния Левого и Правого Ярапа, в лиственнично-еловом лесу между основным руслом и протокой, редко, 11 VIII 2016, № 13052, В.Ю. Баркалов. Небольшой род (3–4 вида), распространенный в умеренно теплых районах Восточной Азии и Северной Америки, а также в Гималаях. В России (на РДВ – Амур, Приморье, Сахалин) – единственный вид, прежде включавшийся в состав бывшего рода *Hystrix* Moench. К роду *Macrohystrix* принадлежат крупные лесные злаки с очень широкими листьями. *M. komarovii* описан из Хабаровского края, он встречается в лесах, среди кустарников; до нижнего горного пояса. Тетраплоидное число хромосом ($2n = 28$) было известно из Приморского края [1], а в Хабаровском крае этот вид исследован впервые.

17. (!) *Neomolinia koryoensis* (Honda) Nakai, $2n = 38$. Приморский край, Чугуевский р-н, национальный парк «Зов тигра», окрестности кордона «Уссури», лес, 30. VII. 2015, № 12903, Н.И. Нестерова. Лесной род *Neomolinia* Honda распространен в умеренно теплых и субтропических странах Восточной Азии, в России он представлен только на юге РДВ, где встречаются 4 его вида, все – диплоиды (2 х, при $x = 19$). Малоизвестный вид *N. koryoensis* был описан с п-ва Корея; он встречается в континентальной части юга РДВ, где обитает в смешанных и лиственных лесах, на лесных полянах и опушках; до нижнего горного пояса. Число хромосом у него исследовано впервые. Возможно, *N. koryoensis* происходит от гибридизации *N. mandshurica* (Maxim.) Honda x *N. fauriei* (Hack.) Honda.

18. *Poa arsenjevii* Prob., $2n = 56$. Хабаровский край, Верхнебуреинский р-н, Баджальский хребет, пойма р. Ярап в 12 км ниже слияния Левого и Правого Ярапа, в чозенике, по берегу протоки, 10. VIII. 2016, № 13051, В. Ю. Баркалов. Восточноазиатский лесной вид, редкий и слабоизученный. Описан из бассейна р. Рудной (Дальнегорский р-н Приморского края). Пока известен из Приморья и Хабаровского края, заходит в Северо-Восточный Китай (гора Чанбайшань, около горячих источников Вэньцюань, на выс. 1710 м). Обитает по лесным ручьям, иногда встречается на выходах известняков; до среднего горного пояса. Вид принадлежит к секции *Stenopoa*, но уклоняется к секции *Homalopoa* (влагалища листьев высоко замкнутые,

стебли мягкие, слабые, шероховатые); возможно, происходит от древней гибридизации *P. aggr. nemoralis* L. с *P. ussuriensis* Roshev. Аналогичное происхождение – с участием *P. nemoralis* и видов *Homalopoa* – также предполагал Н. Н. Цвелёв [7] для *P. austrouralensis* Tzvelev, описанного им с Южного Урала. *P. arsenjevii* исследован впервые для Хабаровского края, где, как и в Приморье [1], у него установлено октоплоидное (8 х) число хромосом $2n = 56$.

19. *Poa pseudoattenuata* Prob., $2n = 42$. Приморский край, Тернейский р-н, окр. пос. Пластун, послелесный луг близ аэропорта, 8. VIII. 1979, № 5553, Н.С. Пробатова. (*) $2n = 70$. Хабаровский край, Ульчский р-н, окр. пос. Де-Кастри, гора Давыдова, 20. VIII. 2004, № 9756, А. В. Ермошкин. Дальневосточный вид, наиболее характерный для Сахалина, но распространен и по Амуру. Указывается и для Байкальской Сибири, но образцов оттуда мы не видели. Описан с восточного побережья Сахалина (Макаровский р-н, Заозерное). Обитает на каменистых и глинисто-щебнистых склонах и скалах, сухих галечниках рек, реже — на лугах по склонам морских террас; до среднего горного пояса. Вид полиморфный, с переменной плоидностью: для него были известны числа хромосом $2n = 28, 42, 56$ с Сахалина и о-ва Монерон, но $2n = 70$ указывается нами здесь впервые. Более того, это – первые определения хромосом у него в континентальной части РДВ, а также в Приморском и Хабаровском краях.

20. *Poa tanfiljewii* Roshev., $2n = 28$. Республика Бурятия, восточный берег оз. Байкал, губа Иринда, на берегу Байкала, 28. IX. 2016, № 13058, И. В. Енущенко. Североевропейско-сибирский вид, незначительно заходит и на РДВ; обитает на луговинах, приречных песках и галечниках, каменистых обнажениях; до верхнего горного пояса. Описан с низовьев р. Печоры. Довольно полиморфный и еще недостаточно изученный вид, нередко смешиваемый с *P. nemoralis* или с *P. palustris* L. Некоторые популяции *P. tanfiljewii* значительно приближаются к *P. nemoralis*, однако габитуально и по экологии вид в целом более близок к *P. palustris*. Занимает промежуточное положение между *P. palustris* и *P. nemoralis*. Вид полиморфный и в кариологическом отношении, с переменной плоидностью: для него уже были известны $2n = 28, 35, 42$ (из Республики Коми и Иркутской обл.). Число хромосом у вида в Республике Бурятия исследовано впервые.

Таким образом, из исследованных 20 видов злаков флоры РФ 10 видов изучены в кариологическом отношении впервые, а для двух видов установлены новые значения чисел хромосом. Некоторые виды или их числа хромосом приводятся впервые для России в целом, а также для Сибири, Республики Бурятия, российского Дальнего Востока, Хабаровского края, Приморского края, Сахалина.

Благодарности

Авторы признательны И. В. Енущенко, С. Г. Казановскому, А. А. Красникову, Д. А. Кривенко, Н. И. Нестеровой, В. А. Нечаеву, С. В. Прокопенко, В. М. Старченко за дополнительный материал для нашего исследования. Особая благодарность Э. Г. Рудыка за участие в определении чисел хромосом.

Список литературы

1. Пробатова Н. С. Хромосомные числа сосудистых растений Приморского края (Дальний Восток России). Владивосток: Дальнаука, 2014. 343 с.
2. Пробатова Н. С., Енущенко И. В. Заметка о *Poa pinegensis* Roshev. (*Poaceae*) // Новости систематики высших растений. 2015. Т. 46. СПб. С. 66–70.
3. Пробатова Н. С., Казановский С. Г., Баркалов В. Ю., Рудыка Э. Г., Селедец В. П. Числа хромосом сосудистых растений из разных регионов России // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 2. С. 255–268.
4. Пробатова Н. С., Кожевникова З. В., Кожевников А. Е., Рудыка Э. Г. Числа хромосом некоторых видов сосудистых растений из бассейна Амура и из Приморья (российский Дальний Восток) // Бот. журн. 2012. Т. 97, № 1. С. 111–125.
5. Пробатова Н. С., Соколовская А. П. К кариотаксономическому изучению злаков Горного Алтая // Бот. журн. 1980. Т. 65, № 4. С. 509–520.
6. Флора Сибири. *Poaceae* (*Gramineae*) / Г. А. Пешкова, О. Д. Никифорова, М. Н. Ломоносова [и др.]. Новосибирск, 1990. Т. 2. 361 с.
7. Цвелёв Н. Н. О видах секции *Stenopoa* Dumort. рода мятлик (*Poa* L., *Poaceae*) в Восточной Европе // Новости систематики высших растений. 2009. Т. 41. М.; СПб. С. 18–52.
8. Чопанов П. Ч., Юрцев В. Н. Хромосомные числа некоторых злаков Туркмении. II // Бот. журн. 1976. Т. 61, № 9. С. 1240–1244.

9. Index to plant chromosome numbers 1988-1989 / ed. by Goldblatt P. and Johnson D. E. // Monogr. Syst. Bot., Missouri Botanical Garden, USA. 1991. Vol. 40. 238 p.
10. Probatova N. S., Barkalov V. Yu., Rudyka E. G., Chubar E. A., Tzyrenova D. Yu., Seledets V. P. IAPT/IOPB chromosome data 15 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013. Vol. 62, № 5. PP. 1079–1080, E 21–23.
11. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Barkalov V. Yu., Rudyka E. G., Shatokhina A. V. IAPT/IOPB chromosome data 20 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2015. Vol. 64, № 6. PP. 1348–1349, E30-32.
12. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G., Gnutikov A. A., Verkhovina A. V. IAPT/IOPB chromosome data 15 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013 a. Vol. 62, № 5. PP. 1080–1081, E 23–26.
13. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G., Seledets V. P., Ovchinnikova S. V. IAPT/IOPB chromosome data 16 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013 b. Vol. 62, № 6. P. 1359–1360, E 10–13.
14. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G. IAPT/IOPB chromosome data 17 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 5. PP. 1153–1154, E 23–24.
15. Probatova N. S., Rudyka E. G., Krivenko D. A., Verkhovina A. V., Nechaev V. A. IAPT/IOPB chromosome data 20 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2015. Vol. 64, № 6. PP. 1349–1350, E32–34.
16. Probatova N. S., Rudyka E. G., Seledets V. P., Motorykina T. N. Chromosome numbers in vascular plants from the Russian Far East: Amurskaya Oblast', Khabarovskii Krai, Primorskii Krai // Botanica Pacifica. 2014. V. 3, n 2. PP. 129–134.
17. Probatova N. S., Seledets V. P., Barkalov V. Yu. Chromosome numbers in some species of *Poaceae* from Russia // Botanica Pacifica. 2015. Vol. 4. № 1. PP. 59–67.
18. Probatova N. S., Seledets V. P., Chernyagina O. A. Chromosome numbers in some species of *Poaceae* from Russia: further studies // Botanica Pacifica. 2016. Vol. 5, № 2. PP. 59–65.
19. Probatova N. S., Seledets V. P., Rudyka E. G. IAPT/IOPB chromosome data 18 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 6. PP. 1391–1392, E 27–30.
20. Probatova N. S., Tzyrenova D. Yu., Rudyka E. G., Barkalov V. Yu., Nechaev V. A. IAPT/IOPB chromosome data 17 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 5. PP. 1154–1155, E 24–26.
21. Probatova N. S., Verkhovina A. V., Rudyka E. G., Krivenko D. A. IAPT/IOPB chromosome data 16 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013. Vol. 62, № 6. PP. 1360–1361, E 13–14.

References

1. Probatova N. S. Khromosomnye chisla sosudytykh rastenii Primorskogo kraia (Dal'nii Vostok Rossii). Vladivostok: Dal'nauka, 2014. 343 s.
2. Probatova N. S., Enushchenko I. V. Zаметка о *Poa pinegensis* Roshev. (*Poaceae*) // Novosti sistematiki vysshikh rastenii. 2015. T. 46. SPb. S. 66–70.
3. Probatova N. S., Kazanovskii S. G., Barkalov V. Yu., Rudyka E. G., Seledets V. P. Chisla khromosom sosudytykh rastenii iz raznykh regionov Rossii // Bot. zhurn. 2013. T. 98. № 2. S. 255–268.
4. Probatova N. S., Kozhevnikova Z. V., Kozhevnikov A. E., Rudyka E. G. Chisla khromosom nekotorykh vidov sosudytykh rastenii iz basseina Amura i iz Primor'ya (rossiiskii Dal'nii Vostok) // Bot. zhurn. 2012. T. 97, № 1. C. 111–125.
5. Probatova N. S., Sokolovskaya A. P. K karyotaksonomicheskomu izucheniyu zlakov Gornogo Altaya // Bot. zhurn. 1980. T. 65, № 4. S. 509–520.
6. Flora Sibiri. *Poaceae* (*Gramineae*) / G. A. Peshkova, O. D. Nikiforova, M. N. Lomonosova [i dr.]. Novosibirsk, 1990. T. 2. 361 s.
7. Tselëv N. N. O vidakh sektsii *Stenopoa Dumort.* roda myatlik (*Poa* L., *Poaceae*) v Vostochnoi Evrope // Novosti sistematiki vysshikh rastenii. 2009. T. 41. M.; SPb. S. 18–52.
8. Chopanov P. Ch., Yurtsev V. N. Khromosomnye chisla nekotorykh zlakov Turkmenii. II // Bot. zhurn. 1976. T. 61, № 9. S. 1240–1244.
9. Index to plant chromosome numbers 1988–1989 / ed. by Goldblatt P. and Johnson D. E. // Monogr. Syst. Bot., Missouri Botanical Garden, USA. 1991. Vol. 40. 238 p.
10. Probatova N. S., Barkalov V. Yu., Rudyka E. G., Chubar E. A., Tzyrenova D. Yu., Seledets V. P. IAPT/IOPB chromosome data 15 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013. Vol. 62, № 5. PP. 1079–1080, E 21–23.
11. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Barkalov V. Yu., Rudyka E. G., Shatokhina A. V. IAPT/IOPB chromosome data 20 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2015. Vol. 64, № 6. PP. 1348–1349, E30-32.
12. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G., Gnutikov A. A., Verkhovina A. V. IAPT/IOPB chromosome data 15 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013 a. Vol. 62, № 5. PP. 1080–1081, E 23–26.
13. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G., Seledets V. P., Ovchinnikova S. V. IAPT/IOPB chromosome data 16 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013 b. Vol. 62, № 6. P. 1359–1360, E 10–13.
14. Probatova N. S., Kazanovsky S. G., Rudyka E. G. IAPT/IOPB chromosome data 17 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 5. PP. 1153–1154, E 23–24.
15. Probatova N. S., Rudyka E. G., Krivenko D. A., Verkhovina A. V., Nechaev V. A. IAPT/IOPB chromosome data 20 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2015. Vol. 64, № 6. PP. 1349–1350, E32–34.
16. Probatova N. S., Rudyka E. G., Seledets V. P., Motorykina T. N. Chromosome numbers in vascular plants from the Russian Far East: Amurskaya Oblast', Khabarovskii Krai, Primorskii Krai // Botanica Pacifica. 2014. V. 3, n 2. PP. 129–134.
17. Probatova N. S., Seledets V. P., Barkalov V. Yu. Chromosome numbers in some species of *Poaceae* from Russia // Botanica Pacifica. 2015. Vol. 4. № 1. PP. 59–67.
18. Probatova N. S., Seledets V. P., Chernyagina O. A. Chromosome numbers in some species of *Poaceae* from Russia: further studies // Botanica Pacifica. 2016. Vol. 5, № 2. PP. 59–65.
19. Probatova N. S., Seledets V. P., Rudyka E. G. IAPT/IOPB chromosome data 18 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 6. PP. 1391–1392, E 27–30.
20. Probatova N. S., Tzyrenova D. Yu., Rudyka E. G., Barkalov V. Yu., Nechaev V. A. IAPT/IOPB chromosome data 17 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2014. Vol. 63, № 5. PP. 1154–1155, E 24–26.

21. Probatova N. S., Verkhovina A. V., Rudyka E. G., Krivenko D. A. IAPT/IOPB chromosome data 16 (K. Marhold, ed.) // Taxon. 2013. Vol. 62, № 6. PP. 1360–1361, E 13–14.

Статья поступила в редакцию 25.12.2016; принята к публикации 12.01.2017

Received: December 25, 2016; accepted for publication: January 12, 2017

Библиографическое описание статьи

Пробатова Н. С., Баркалов В. Ю., Агафонов А. В. Числа хромосом некоторых видов злаков (*Poaceae*) флоры России // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 88–95.

Reference to the article

Probatova N. S., Barkalov V. Y., Agafonov A. V. Chromosome Numbers in Some *Poaceae* Species from Russia // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 88–95.

УДК 581.5:57.063 (571.6)

Виталий Павлович Селедец¹,

доктор биологических наук,

Тихоокеанский институт географии

Дальневосточного отделения Российской академии наук

(690041, Россия, г. Владивосток, ул. Радио, 7),

e-mail: seledets@pgi.dvo.ru

Нина Сергеевна Пробатова,

доктор биологических наук,

Федеральный научный центр по биоразнообразию Наземной биоты Восточной Азии

Дальневосточного отделения Российской академии наук

(690022, Россия, г. Владивосток, пр-т Столетия, 159),

e-mail: probatova@ibss.dvo.ru

Сравнительная характеристика экологических ареалов у индигенных и адвентивных видов злаков (*Poaceae*) на Дальнем Востоке России²

На примерах 14 индигенных и 15 адвентивных видов злаков (*Poaceae*) флоры Дальнего Востока России проведён анализ экологических ареалов у видов в составе природных экосистем. Выявлены тенденции изменения комплекса признаков экоареалов у видов на различных стадиях освоения видами экологического пространства. Проанализированы особенности адаптации у видов различных эколого-фитоценологических групп к природным условиям этого региона. Установлено, что адвентивные виды в большинстве своём не достигают высоких степеней экологической адаптации, в то время как среди индигенных преобладают высокоадаптированные виды. Из результатов наших исследований выяснилось, что для оценки степени экологической адаптации видов наиболее предпочтительными являются величина экоареала и дистанция – расстояние между экологическим оптимумом (центром ценоэкоареала) и центром голоэкоареала. Использование этих параметров экоареала – наименее трудоёмкий способ получения данных, необходимых для количественной оценки степени экологической адаптации видов. Количественная оценка степени экологической адаптации позволяет предложить типологию степеней адаптации видов к совокупности экологических факторов. Предлагаемая типология степеней адаптации видов апробирована на различных эколого-фитоценологических группах видов на ДВР.

Ключевые слова: экологическая адаптация, экологический ареал, флора, злаки, *Poaceae*, индигенные виды, адвентивные виды, Дальний Восток России

¹ В. П. Селедец – основной автор, совместно с Н. С. Пробатовой разрабатывает концепцию экоареала вида на основе теории Л. Г. Раменского об экологической индивидуальности видов растений.

² Исследование частично поддержано Российским фондом фундаментальных исследований – РФФИ, (проекты №№ 01-04-49430, 04-04-49750, 07-04-00610).

Vitaly P. Seledets¹,

*Doctor of Biology,
Pacific Geographical Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences
(7 Radio st., Vladivostok, 690041, Russia),
e-mail: seledets@tig.dvo.ru*

Nina S. Probatova,

*Doctor of Biology,
Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences
(159 pr. Stoletiya, Vladivostok, 690022, Russia),
e-mail: probatova@ibss.dvo.ru*

Comparative Study of Ecological Ranges of Indigenous and Alien Poaceae Species in the Russian Far East²

On the examples of 14 indigenous and 15 alien *Poaceae* species of the Russian Far East flora the ecological ranges in natural ecosystems were studied. The trends of changing of combinations of ecological ranges' features in different stages of ecological adaptation were revealed. The special features of adaptation of alien and indigenous *Poaceae* species in the environment of the Russian Far East were studied. It was revealed that the most of alien species are in low level of ecological adaptation while indigenous species are highly adapted. Our studies showed that the size of ecological ranges and the distance between optimum and the center of ecological range is the most preferable way for evaluation of the degree of ecological adaptation of the species. The use of these parameters of ecological range gives advantage to obtain data which are necessary for quantitative evaluation of degree of the species ecological adaptation. It permits to elaborate a typology of degrees of species adaptation to the combination of ecological factors.

Keywords: ecological adaptation, ecological range, *Poaceae*, indigenous species, alien species, Russian Far East

Введение. Выявление закономерностей экологической адаптации видов растений в различных биоклиматических зонах на пределе географического распространения вида – одна из наиболее актуальных проблем современной биогеографии. Экологическая адаптация видов флоры Дальнего Востока России (ДВР) в связи с особенностями структуры и динамики экосистем требует новых подходов. Один из них содержится в разрабатываемой нами концепции экологического ареала (экоареала) вида у растений [15–22; 27; 28]. Исследование экоареалов и закономерностей экологической адаптации индигенных и адвентивных видов флоры ДВР проведено нами впервые.

Материалы и методы исследования. Описание и экологическая оценка территории по растительному покрову произведены по методике Л. Г. Раменского [8] с учётом «Методических указаний...» [9], анализ экоареалов – по нашей методике [15; 18; 20–28]. Названия видов растений приведены по «Флоре российского Дальнего Востока» [23; 24], распространение видов дано по Н. С. Пробатовой [3].

В анализ вовлечены две группы видов – индигенные и адвентивные виды.

Индигенные виды

Arctopoa eminens (J. Presl) Prob. Распространение на ДВР: Чукотский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Охотский, Камчатский, Командорский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Амгунский, Уссурийский, Южно-Сахалинский и Южно-Курильский флористические районы. На сырых приморских лугах, засоленных приморских болотах, а также на галечниках и песках морского берега и в устьях рек. Общее распространение: Японо-Китайская флористическая область (о-в Хоккайдо), Северная Америка.

Calamagrostis purpurascens R. Br. Распространение на ДВР: Чукотский, Анюйский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Колымский и Камчатский флористические районы. На каме-

¹ V. P. Seledets is the main author, in collaboration with N. S. Probatova he conceptualizes the species ecological range based on L. G. Ramensky's theory on ecological individuality of species.

² The study was partly financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects No. 01-04-49430, 04-04-49750, 07-04-00610).

нистых, щебнистых и глинистых склонах, скалах, часто на карбонатных породах, в составе травостоя остепнённых лугов и в разреженных лиственничниках. Общее распространение: Восточная Сибирь и Северная Америка.

Calamagrostis sesquiflora (Trin.) Tzvelev. Распространение на ДВР: Чукотский (восточная часть), Корякский, Камчатский, Командорский и Северо-Курильский флористические районы. В горных каменистых и лишайниковых тундрах, а также по гребням гор и на скалах. Общее распространение: Северная Америка (Алеутские о-ва).

Danthonia riabushinskii (Kom.) Kom. Распространение на ДВР: Охотский (бассейны рек Омчук и Сивуч) и Камчатский флористические районы, на сухих лугах и лесных полянах; в нижнем и среднем горных поясах. Эндемик.

Elymus confusus (Roshev.) Tzvelev. Распространение на ДВР: все районы, кроме Командорского, Северо-Курильского и Южно-Курильского. На щебнистых склонах и скалах (иногда на склонах морских террас), приречных песках и галечниках, реже – на лесных опушках и среди кустарников. Общее распространение: Восточная Сибирь, Монголия, Японо-Китайская флористическая область (Северо-Восточный Китай).

Hierochloë alpina (Sw. ex Willd.) Roem. et Schult. Распространение на ДВР: все районы, кроме Нюкжинского, Нижне-Зейского и, предположительно, Южно-Курильского. Лишайниковые, щебнистые и каменистые тундры, каменистые склоны и россыпи у вершин; в Арктике и на гольцах. Общее распространение: Восточная Европа (север), Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Скандинавия, Монголия, Японо-Китайская флористическая область (север) и Северная Америка.

Leymus mollis (Trin.) Pilg. Распространение на ДВР: Анадырско-Пенжинский, Корякский, Охотский, Камчатский, Командорский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Буреинский (заносный близ г. Комсомольска-на Амуре и ниже по Амуре), Амгунский, Уссурийский, Южно-Сахалинский и Южно-Курильский флористические районы. На приморских береговых валах, песках и галечниках, на приморских лугах, а также на склонах морских террас. Общее распространение: Японо-Китайская флористическая область (север) и Северная Америка (северо-запад).

Leymus villosissimus (Scribn.) Tzvelev. Распространение на ДВР: Чукотский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Камчатский и Командорский флористические районы. Приморские луга, пески и галечники морского побережья и в устьях крупных рек. Общее распространение: Восточная Сибирь (Арктика) и Северная Америка (север).

Poa glauca Vahl. Распространение на ДВР: Чукотский, Ано́йский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Колымский, Охотский, Камчатский (редко), Верхне-Зейский, Буреинский, Амгунский, Уссурийский (высокогорья) флористические районы, указывался для Северо-Сахалинского флористического района. В каменистых тундрах, на склонах, скалах, осыпях, сухих галечниках; в Арктике и на гольцах. Общее распространение: Восточная Европа (север), Кавказ, Западная Сибирь (Алтай), Восточная Сибирь, Центральная Азия, Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Японо-Китайская флористическая область (п-ов Корея), Северная Америка.

Poa kamczatensis Prob. Распространение на ДВР: Охотский (Ольский р-н, пос. Марчекан), Камчатский; указывался для Ано́йского флористического района (среднее течение р. Еропол). На щебнистых склонах, скалах и осыпях небольших, обычно приморских сопков. Эндемик.

Poa malacantha Kom. Распространение на ДВР: Чукотский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Колымский, Охотский, Камчатский, Командорский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Уссурийский (высокогорья) флористические районы, указывался для Южно-Сахалинского флористического района. В каменистых и щебнистых тундрах, на горных лужайках, каменистых склонах, осыпях и галечниках, на вулканических шлаках; в Арктике и на гольцах. Общее распространение: Северная Америка (Аляска и Алеутские о-ва).

Poa neosachalinensis Prob. Распространение на ДВР: Северо-Сахалинский (г. Александровск-Сахалинский и верховья р. Набиль), Южно-Сахалинский (обычен). На эродированных склонах, осыпях, откосах и по галечникам ручьёв. Эндемик.

Trisetum molle Kunth. Распространение на ДВР: Чукотский, Ано́йский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Колымский, Охотский, Камчатский, Командорский, Амгунский, Уссурийский (высокогорья) и Южно-Курильский флористические районы. На каменистых склонах,

песчано-галечных отмелях, на лужайках в долинах рек, среди разреженных кустарников; в верхнем и среднем горных поясах. Общее распространение: Восточная Сибирь, Японо-Китайская флористическая область (Япония), Северная Америка.

Trisetum spicatum (L.) K. Richt. Распространение на ДВР: Чукотский, Анадырско-Пенжинский, Корякский, Охотский, Камчатский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Верхне-Зейский, Южно-Сахалинский и Южно-Курильский флористические районы. В щебнистых тундрах, на каменистых склонах, галечных отмелях. Общее распространение: Скандинавия, Восточная Европа (север), Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Северная Америка.

Адвентивные виды

Agrostis capillaris L. (*A. tenuis* Sibth.). Распространение на ДВР: Камчатский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Сибирь, Средиземье, Малая Азия, Северный Иран, Центральная Азия.

Agrostis gigantea Roth. Распространение на ДВР: Анадырско-Пенжинский, Охотский, Алданский, Камчатский, Командорский (о-в Беринга), Северо-Сахалинский, Северо-Курильский (о-в Парамушир), Нижне-Зейский, Амгунский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. На залежах с богатыми почвами, на нарушенных лугах, приречных песках и галечниках, у дорог. Общее распространение: Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Иран, Джунгаро-Кашгария, Гималаи, Монголия, Японо-Китайская флористическая область.

Alopecurus arundinaceus Poir. Распространение на ДВР: Охотский, Алданский, Даурский, Нижне-Зейский, Буреинский, Амгунский, Уссурийский, Южно-Курильский (о-в Уруп) флористические районы. Заносное или одичавшее из культуры. На влажных, иногда солонцеватых вторичных лугах, по дренажным канавам, у дорог и близ жилья. Общее распространение: Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Средиземье, Малая Азия, Иран, Джунгаро-Кашгария, Гималаи, Монголия, Северная Африка.

Alopecurus pratensis L. Распространение на ДВР: Чукотский (пос. Анадырь), Анадырско-Пенжинский (Марково), Охотский (пос. Ола), Даурский, Камчатский, Северо-Сахалинский, Верхне-Зейский, Нижне-Зейский, Уссурийский, Южно-Сахалинский флористические районы. На вторичных лугах, у берегов водоёмов, среди кустарников, по канавам, у дорог, в населённых пунктах. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Иран, Джунгаро-Кашгария, Гималаи, Монголия, Японо-Китайская флористическая область (в Японии и Китае – заносное), Северная Америка (заносное), Северная Африка (заносное).

Anthoxanthum odoratum L. Распространение на ДВР: Северо-Сахалинский, Северо-Курильский (о-ва Итуруп и Кунашир) флористические районы, указывался для Южно-Сахалинского флористического района. На приречных песках и галечниках, на пустырях и у дорог. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Средиземье, Малая Азия; заносное в Японо-Китайской флористической области, Северной Америке и Австралии.

Arctopoa subfastigiata (Trin.) Prob. Распространение на ДВР: Чукотский (заносное), Колымский, Охотский (предположительно, заносное), Алданский, Нюкжинский, Даурский, Верхне-Зейский, Нижне-Зейский, Буреинский, Уссурийский (заносное) флористические районы. На солонцеватых сырых лугах, в кюветах дорог, в населённых пунктах. Общее распространение: Западная Сибирь (Восточный Алтай), Восточная Сибирь (кроме Арктики), Монголия, Северо-Восточный Китай.

Bromopsis inermis (Leyss.) Holub. Распространение на ДВР: Чукотский, Охотский, Даурский, Камчатский (юг), Нижне-Зейский, Буреинский, Уссурийский, Южно-Сахалинский флористические районы. У дорог, на пустырях и на залежах, редко на лугах (большой частью нарушенных). Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточ-

ная Европа, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия; Джунгаро-Кашгария, Монголия, Японо-Китайская флористическая область.

Calamagrostis epigeios (L.) Roth. Распространение на ДВР: Нижне-Зейский, Буреинский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. На вырубках, песках и галечниках, у дорог, по железнодорожным насыпям. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Джунгаро-Кашгария, Монголия, Гималаи, Японо-Китайская флористическая область, Северная Америка (заносное в США).

Dactylis glomerata L. Распространение на ДВР: Охотский, Камчатский, Командорский (о-в Медный), Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. У дорог, на пустырях, в населённых пунктах. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа (кроме Арктики), Кавказ, Западная Сибирь (кроме Арктики), Восточная Сибирь (южная часть), Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия; Иран (северо-запад), Джунгаро-Кашгария (север), Монголия (северо-запад); в Японии, Северной Америке и Австралии – заносное или одичавшее.

Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv. Распространение на ДВР: Камчатский (юг), Северо-Сахалинский, Северо-Курильский (?), Буреинский, Амгунский, Уссурийский, Южно-Сахалинский флористические районы. На пустырях, заброшенных сеяных лугах, у берегов водоёмов, у дорог, в населённых пунктах. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная Сибирь, Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия; Иран, Джунгаро-Кашгария, Монголия, Северная Америка.

Leymus chinensis (Trin.) Tzvelev. Распространение на ДВР: Даурский, Верхне-Зейский, Нижне-Зейский, Буреинский, Уссурийский флористические районы. Остепнённые склоны, солонцеватые луга, прирусловые валы и галечники, у дорог и на насыпях. Общее распространение: Западная Сибирь (Алтай), Восточная Сибирь, Джунгаро-Кашгария, Монголия, Японо-Китайская флористическая область (запад).

Phleum pratense L. Распространение на ДВР: Корякский (пос. Верхняя Пахача), Охотский, Камчатский, Командорский (о-в Беринга), Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Верхне-Зейский, Нижне-Зейский, Буреинский, Амгунский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. Заносное или одичавшее из культуры. На залежах, у дорог, на полях и плантациях, в населённых пунктах. Общее распространение: Атлантическая и Центральная Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Японо-Китайская флористическая область, Северная Африка, Северная Америка, Австралия (заносное или одичавшее).

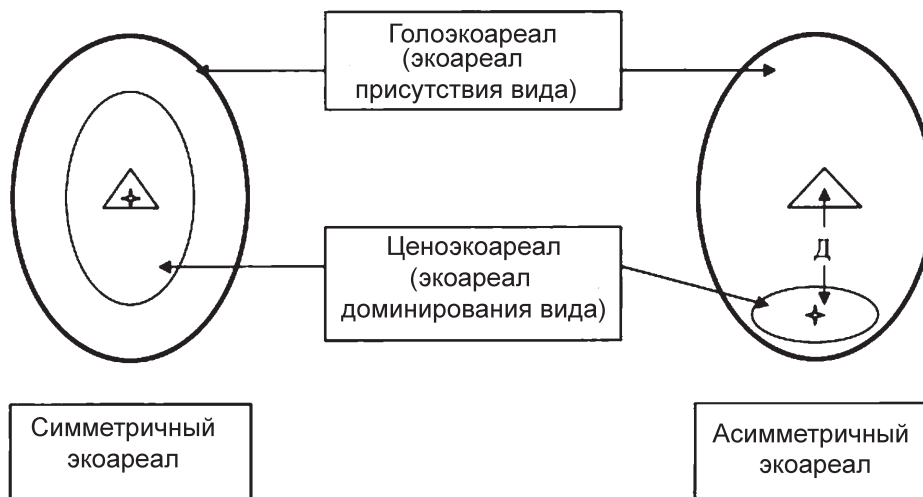
Poa annua L. Распространение на ДВР: все флористические районы ДВР, кроме Чукотского, Анойского, Анадырско-Пенжинского, Корякского, Колымского (несомненно – в Даурском, возможно – в Алданском и Верхне-Зейском флористических районах). У дорог, в населённых пунктах, сорное в огородах, на выгонах и залежах, по берегам водоёмов, на приморских и приречных песках и галечниках, у горячих ключей. Общее распространение: Европа, Кавказ, Западная Сибирь, Центральная Азия; почти космополит (преимущественно, в умеренной зоне).

Poa trivialis L. Распространение на ДВР: Чукотский (зал. Провидения), Камчатский, Северо-Сахалинский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский (о-в Шикотан) флористические районы. Заносное. У дорог, на влажных лугах, в придорожных канавах, близ населённых пунктов, по сорным местам, у берегов водоёмов. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Иран, Гималаи (запад); заносное в Японо-Китайской флористической области, Северной Америке, Австралии, Африке.

Schedonorus pratensis (Huds.) P. Beauv. (*Festuca pratensis* Huds.). Распространение на ДВР: Охотский (близ Магадана), Камчатский, Северо-Сахалинский, Северо-Курильский, Буреинский, Уссурийский, Южно-Сахалинский, Южно-Курильский флористические районы. На залежах, у дорог, в населённых пунктах, в садах и парках. Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая и Средняя Европа, Восточная Европа, Кавказ, Западная Сибирь (кроме Арктики), Восточная Сибирь (юг), Центральная Азия, Средиземье, Малая Азия, Иран, заносное или одичавшее в Японо-Китайской флористической области и в Северной Америке.

Далее приводим основные положения нашей концепции экологического ареала (экоареала) вида, на основе которой нами были описаны и проанализированы экоареалы перечисленных ранее видов.

Экоареал (рисунок) – это часть гиперпространства экологических факторов, занимаемая ценопопуляциями данного вида. Экоареал – явление историческое, которое отражает эволюцию, родственные связи видов и взаимоотношения видов в растительном покрове, а также тенденции расселения вида в постоянно изменяющейся экологической обстановке. Экоареал – важная составляющая комплексной характеристики вида, в которой отражаются не только систематическое положение данного вида и эволюционные тенденции соответствующей таксономической группы, но и особенности географического распространения и процесс адаптации вида к условиям произрастания.



Условные обозначения:

- граница экоареала присутствия (голозоареала) вида
- △ — центр экоареала присутствия вида
- граница экоареала доминирования (ценозоареала) вида
- ✦ — экооптимум (центр ценозоареала)
- Д — дистанция – расстояние в ступенях экологических шкал между экооптимумом и центром голозоареала

Рисунок. Структура экоареала вида

Figure. Structure of ecological range of species

Экоареал – не только неотъемлемый признак вида, но один из важнейших среди них. При его обосновании и описании за основу нами была принята индивидуалистическая концепция вида Л. Г. Раменского, использовались экологические шкалы, разработанные на основе этой концепции [8]. Они позволяют дать балльную оценку по каждому экологическому фактору и изобразить экоареал локальных совокупностей ценопопуляций вида графически или представить их в виде системы цифровых обозначений [20]. Изучение экоареалов локальных совокупностей ценопопуляций включало следующие этапы: выявление параметров экоареала по результатам анализа факторов среды обитания вида; построение экоареалов видов; анализ экоареалов; выявление закономерностей изменения экологических характеристик ценопопуляций при освоении видом территории в различных биоклиматических зонах. Метод анализа экоареалов основан на том, что у каждого вида – неповторимый экоареал, который, тем не менее, изменяется на протяжении географического ареала вида. Особенно это заметно при переходе из континентальных регионов Восточной Азии к Тихоокеанскому побережью России [16; 20].

Экоареал характеризует комплекс признаков: положение в поле экологических факторов, величина, конфигурация, область присутствия и область доминирования вида, соотношение

между ними, соотношение центров этих областей, гармоничность или дисгармоничность экоареала, расстояние между экологическим оптимумом и центром экоареала, которое мы называем здесь «дистанция».

По аналогии с географическим ареалом [1; 2] в экоареале область присутствия вида рассматривается нами как голоэкоареал, а область доминирования – как ценоэкоареал. Эти характеристики экоареала могут служить индикаторами различных способов и различных стадий адаптации видов к условиям произрастания. Так, например, смещение экологического оптимума относительно центра голоэкоареала можно рассматривать как вектор экологической адаптации. Более подробно параметры экоареалов локальных совокупностей ценопопуляций вида и их индикационное значение рассмотрены в ряде наших публикаций [15; 16; 18; 20].

Индикационное значение различных характеристик экоареала состоит в следующем.

Величина экоареала вычисляется путём умножения диапазона одного фактора на диапазон другого фактора (в степенях экологических шкал). В качестве первого фактора мы приняли увлажнение (120 ступеней), в качестве второго – богатство и засоленность почвы (30 ступеней шкал Л. Г. Раменского). Величина экоареала свидетельствует об истории развития таксона и о его принадлежности к эволюционно продвинутой или угасающей группе (для продвинутых групп обычно характерны более крупные экоареалы).

Положение экоареала в поле экологических факторов показывает область наиболее активной экологической адаптации таксонов.

Конфигурация экоареала выявляет преобладающую тенденцию экологической адаптации таксона.

Голоэкоареал показывает способность таксона существовать при определённых сочетаниях экологических факторов.

Ценоэкоареал даёт представление о том, при каких сочетаниях экологических факторов вид способен доминировать в растительных сообществах.

Экологический оптимум – это центр ценоэкоареала вида, где наблюдается наиболее благоприятное для этого вида сочетание экологических факторов.

Центр голоэкоареала – это теоретически наиболее вероятный оптимум при отсутствии взаимодействий с другими видами. Ценоэкоэкологические взаимодействия видов приводят к разделению экологического оптимума и центра голоэкоареала вида, и это расхождение тем больше, чем напряжённее конкуренция в растительном сообществе. Этот показатель может служить основой при разработке шкалы для оценки способности вида доминировать в растительном сообществе.

Реализованность экоареала – это показатель степени экологической адаптированности вида. Смещение экологического оптимума относительно центра голоэкоареала – мера дисгармоничности экоареала, показатель возможностей вида в освоении территории.

Анализ экоареалов – один из способов оценки перспектив развития вида: изменение характеристик экоареала является индикатором эволюционных процессов. Эти процессы специфичны для различных филогенетических линий (прогрессирующих и угасающих). У гибридогенных таксонов экоареалы нередко значительно шире, чем у возможных исходных форм [4–6]. Сравнительное изучение экоареалов видов во внутриконтинентальных регионах Азии и на Тихоокеанском побережье России имеет большое значение для выявления закономерностей формо- и видообразования, структуры и функционирования экосистем [7; 10–12; 26–28]. Данные об экологии злаков флоры ДВР накапливаются у нас на протяжении ряда лет [10–22; 26–28]. Было выявлено, что злаки (*Poaceae*) могут использоваться для оценки экологических режимов в различных природных зонах и горных поясах [16–18]. Представители этого семейства распространены во всех природных зонах, в самых разных ландшафтах и растительных сообществах. Имеются все основания считать эту таксономическую группу модельной для флоры ДВР и всей умеренной Восточной Азии. Материалом для анализа экоареалов послужили результаты полевых исследований авторов на ДВР. По результатам обработки 3000 геоботанических описаний по методу Л. Г. Раменского [8; 9] были составлены региональные экологические шкалы [13; 14], на основании которых нами были построены и проанализированы экоареалы видов флоры ДВР.

Разработка экологических шкал, построение и анализ экоареалов субрегиональных совокупностей ценопопуляций позволяют выйти на количественные оценки эколого-фитоценологических позиций видов в динамике, в постоянном изменении их роли в среде обитания.

Метод экологических шкал, широко используемый для экологической оценки территории и решения практических задач (выбор территории для того или иного типа природопользования) был нами преобразован в метод анализа экоареалов видов растений и субрегиональных совокупностей ценопопуляций для решения фундаментальных проблем. В данном случае речь идёт о выявлении закономерностей трансформации экоареалов видов в экотоне глобального масштаба – переходной зоне «материк-океан».

Результаты и их обсуждение. Предлагаемый нами метод определения степени экологической адаптации видов позволяет оценить эколого-фитоценотические позиции видов, различных в биогеографическом и экологическом отношениях. Мы провели испытание нашего метода на двух группах видов – индигенных (табл. 1) и адвентивных (табл. 2).

Таблица 1

Экоареалы индигенных видов *Poaceae* на Дальнем Востоке России

Вид	Величина экоареала	Дистанция
<i>Arctopoa eminens</i>	600	6
<i>Calamagrostis purpurascens</i>	154	3
<i>Calamagrostis sesquiflora</i>	153	6
<i>Danthonia riabushinskii</i>	611	0
<i>Elymus confusus</i>	300	0
<i>Hierochloë alpina</i>	200	7
<i>Leymus mollis</i>	288	3
<i>Leymus villosissimus</i>	84	0
<i>Poa glauca</i>	273	0
<i>Poa kamczatensis</i>	144	1
<i>Poa malacantha</i>	264	2
<i>Poa neosachalinensis</i>	264	2
<i>Trisetum molle</i>	585	1
<i>T. spicatum</i>	250	0

Таблица 2

Экоареалы видов *Poaceae*, адвентивных на Дальнем Востоке России

Вид	Величина экоареала	Дистанция
<i>Agrostis capillaris</i>	28	12
<i>Agrostis gigantea</i>	440	2
<i>Alopecurus arundinaceus</i>	503	8
<i>Alopecurus pratensis</i>	390	5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	125	11
<i>Arctopoa subfastigiata</i>	84	3
<i>Bromopsis inermis</i>	360	6
<i>Calamagrostis epigeios</i>	116	0
<i>Dactylis glomerata</i>	160	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	224	3
<i>Leymus chinensis</i>	78	1
<i>Phleum pratense</i>	408	0
<i>Poa annua</i>	854	0
<i>Poa trivialis</i>	156	6
<i>Schedonorus pratensis</i>	162	8

Основные характеристики экоареалов индигенных и адвентивных злаков флоры ДВР приведены в табл. 1 и 2, стадии экологической адаптации видов – в табл. 3, распределение видов соответственно степени их экологической адаптации – в табл. 4.

Таблица 3

Типология стадий экологической адаптации видов

Дистанция	Величина экоареала	
	> 400	до 400
> 4	Первая стадия: очень низкая степень экологической адаптации	Вторая стадия: низкая степень экологической адаптации
0–4	Третья стадия: средняя степень экологической адаптации	Четвёртая стадия: высокая степень экологической адаптации

Оценка экологической адаптации восточноазиатских видов *Roaseae* по результатам анализа их экоареалов показала, что важнейшее значение имеют величина экоареала и дистанция (расстояние между экологическим оптимумом вида и центром экоареала).

На основе учёта взаимодействия этих факторов нами выделены четыре стадии экологической адаптации (табл. 3 и 4): первая (очень низкая степень экологической адаптации) – вид осваивает обширный экоареал (более 400 условных единиц) при значительной дистанции (более четырёх ступеней); вторая (низкая) – при менее обширном экоареале (менее 400 условных единиц) дистанция остаётся значительной; третья (средняя) – величина экоареала менее 400 условных единиц, дистанция – менее четырёх ступеней; четвёртая (высокая степень экологической адаптации) – при экоареале менее 400 условных единиц дистанция – менее четырёх ступеней.

Таблица 4

Распределение видов по категориям экологической адаптации, %

Степень экологической адаптации	Адвентивные виды	Индигенные виды
1. Очень низкая	20,0	6,7
2. Низкая	60,0	20,0
3. Средняя	20,0	13,3
4. Высокая	00,0	60,0
Итого	100,0	100,0

В группе видов *Roaseae*, адвентивных на ДВР, преобладали (60 % от общего списка видов) виды второй (низкой) стадии экологической адаптации; виды с очень низкой и средней степенью экологической адаптации занимали второстепенное положение, а виды с высокой степенью экологической адаптации (четвёртая стадия) отсутствовали.

Анализ экоареалов индигенных видов показал другие результаты: явно преобладали (61,0 %) виды с высокой степенью экологической адаптации (четвёртая стадия), виды со средней и низкой степенями адаптации (вторая и третья стадии) занимали второстепенные позиции, а виды с очень низкой степенью экологической адаптации (первая стадия) составили всего 6,7 %.

Метод, оказавшийся применимым к анализу различных эколого-фитоценологических групп видов, может быть использован при решении широкого круга проблем, где необходимо оценить степень экологической адаптации видов. Это может иметь особое значение для экологического мониторинга и прогнозирования состояния растительного покрова.

Заключение. Таким образом, величина экоареала и дистанция – расстояние между экологическим оптимумом (центром ценоэкоареала) и центром голоэкоареала – являются наиболее предпочтительными для оценки степени экологической адаптации видов. Использование этих параметров экоареала – наименее трудоёмкий способ получения данных, необходимых для количественной оценки степени экологической адаптации видов. Количественная оценка степени экологической адаптации видов сделала возможной типологию степеней адаптации видов к совокупности экологических факторов.

Список литературы

1. Куваев В. Б. Понятия голо- и ценоареала на примере некоторых лекарственных растений // Бот. журн. 1965. Т. 50, № 8. С. 1121–1126.
2. Куваев В. Б. Природные сырьевые ресурсы для производства пеллецидина // Растительные ресурсы. 1966. Т. 2, вып. 2. С. 223–230.
3. Пробатова Н. С. Мятликовые – *Roaseae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С. С. Харкевич. Л.: Наука, 1985. Т. 1. С. 89–382.
4. Пробатова Н. С. Хромосомные числа в семействе *Roaseae* и их значение для систематики, филогении и фитогеографии (на примере злаков Дальнего Востока России) // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2007. Вып. 55. С. 9–103.
5. Пробатова Н. С., Селедец В. П. Сосудистые растения в зоне взаимодействия суши и океана: проблемы прибрежной ботаники на Дальнем Востоке России // Растения в муссонном климате: матер. междунар. конф., посвящ. 50-летию Ботан. сада-института ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 51–54.
6. Пробатова Н. С., Селедец В. П. Сосудистые растения в контактной зоне «континент-океан» // Вестн. ДВО РАН. 1999. № 3. С. 80–92.
7. Пробатова Н. С., Селедец В. П., Соколовская А. П. Галофильные растения морских побережий советского Дальнего Востока: числа хромосом и экология // Комаровские чтения. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. Вып. 31. С. 89–116.

8. Раменский Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 335 с.
9. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков А. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 474 с.
10. Селедец В. П. Экология злаков морских побережий Дальнего Востока // Экология. 1976а. № 2. С. 19–23.
11. Селедец В. П. Применение метода экологических шкал на советском Дальнем Востоке // Комаровские чтения. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976б. Вып. 24. С. 62–76.
12. Селедец В. П. Экологическая характеристика растительных сообществ морских побережий Дальнего Востока // Природная флора Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 18–33.
13. Селедец В. П. Экологические таблицы травянистых растений Приморья и Приамурья, перспективных для фитомелиорации // Рациональное использование и охрана земельных ресурсов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 160–170.
14. Селедец В. П. Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2000. 248 с.
15. Селедец В. П. Концепция экологического ареала вида // Ботанические исследования в Азиатской России: материалы XI съезда Рус. ботан. об-ва. Барнаул: АзБука, 2003. Т. 2. С. 444–445.
16. Селедец В. П. Экологические ареалы растений на Тихоокеанском побережье России в сравнении с внутриконтинентальными регионами // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2006. Вып. 53. С. 54–100.
17. Селедец В. П. Экологическая оценка территории Дальнего Востока России по растительному покрову. Владивосток: Дальнаука, 2011. 388 с.
18. Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экологические шкалы как источник информации об экологии биоразнообразия (на примере злаков Дальнего Востока России) // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2003. Вып. 49. С. 172–212.
19. Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экологический ареал вида у растений: кариологический аспект // Кариология, кариосистематика и молекулярная систематика растений: тез. докл. и стенд. сообщ. V Междунар. совещ. и школы молодых учёных по кариологии, кариосистематике и молекулярной систематике растений, Санкт-Петербург (12–15 октября 2005 г.). СПб., 2005. С. 95–97.
20. Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экологический ареал вида у растений. Владивосток: Дальнаука, 2007. 98 с.
21. Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экологические ниши двух видов мятлики – *Poa sichotensis* и *P. skvortzovii* (секция *Stenopoa*) в Приморском крае // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2015. Вып. 63. С. 99–126.
22. Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экологические ниши и экоареалы видов злаков (*Poaceae*) на полуострове Камчатка (Дальний Восток России) // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2016. Вып. 64. С. 10–46.
23. Флора российского Дальнего Востока: Алфавитные указатели к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8 (1985–1996 гг.) / под ред. А. Е. Кожевникова и Н. С. Пробатовой. Владивосток: Дальнаука, 2002. 180 с.
24. Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8 (1985–1996 гг.) / отв. ред. А. Е. Кожевников и Н. С. Пробатова. Владивосток: Дальнаука, 2006. 456 с.
25. Цаценкин И. А., Савченко И. В., Дмитриева С. И. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. М.: ВНИИ кормов, 1978. 302 с.
26. Probatova N. S., Seledets V. P. Ecological differentiation of the Grass species (*Poaceae*) in the Russian Far East // Evolution, genetics, ecology and biodiversity: International conference. Abstracts. Vladivostok, 2001. PP. 95.
27. Seledets V. P., Probatova N. S. Ecological range and some problems of differentiation in the Grass Family (*Poaceae*) in the Russian Far East // Problems of evolution. Vol. 5. Collected papers. Vladivostok: Dalnauka, 2003. PP. 213–220.
28. Seledets V. P., Probatova N. S. Ecological ranges and ecological niches of plant problems of plant species in monsoon zone of Pacific Russia. New York: Nova Science Publishers, Inc. 2012. 154 p.

References

1. Kuvaev V. B. Ponyatiya golo- i tsenoareala na primere nekotorykh lekarstvennykh rastenii // Bot. zhurn. 1965. Т. 50, № 8. С. 1121–1126.
2. Kuvaev V. B. Prirodnye syr'evye resursy dlya proizvodstva peutsedanina // Rastitel'nye resursy. 1966. Т. 2, вып. 2. С. 223–230.
3. Probatova N. S. Myatlikovye – *Poaceae* // Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka / отв. ред. S. S. Kharkevich. L.: Nauka, 1985. Т. 1. С. 89–382.
4. Probatova N. S. Khromosomnye chisla v semeistve *Poaceae* i ikh znachenie dlya sistematiки, filogenii i fitogeografii (na primere zlakov Dal'nego Vostoka Rossii) // Komarovskie chteniya. Vladivostok: Dal'nauka, 2007. Vyp. 55. С. 9–103.
5. Probatova N. S., Seledets V. P. Sosudistye rasteniya v zone vzaimodeistviya sushi i okeana: problemy pribrezhnomorskoj botaniki na Dal'nem Vostoke Rossii // Rasteniya v mussonnom klimate: mater. mezhdunar. konf., posvyashch. 50-letiyu Botan. sada-instituta DVO RAN. Vladivostok: Dal'nauka, 1998. С. 51–54.
6. Probatova N. S., Seledets V. P. Sosudistye rasteniya v kontaktnoi zone «kontinent-okean» // Vestn. DVO RAN. 1999. № 3. С. 80–92.
7. Probatova N. S., Seledets V. P., Sokolovskaya A. P. Galofil'nye rasteniya morskikh poberezhii sovetskogo Dal'nego Vostoka: chisla khromosom i ekologiya // Komarovskie chteniya. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1984. Vyp. 31. С. 89–116.
8. Ramenskii L. G. Izbrannye raboty. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova. L.: Nauka, 1971. 335 s.
9. Ramenskii L. G., Tsatsenkin I. A., Chizhikov A. N., Antipin N. A. Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitel'nomu pokrovu. M.: Sel'khozgiz, 1956. 474 s.
10. Seledets V. P. Ekologiya zlakov morskikh poberezhii Dal'nego Vostoka // Ekologiya. 1976a. № 2. С. 19–23.
11. Seledets V. P. Primenenie metoda ekologicheskikh shkal na sovetskom Dal'nem Vostoke // Komarovskie chteniya. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1976b. Vyp. 24. С. 62–76.

12. Seledets V. P. Ekologicheskaya kharakteristika rastitel'nykh soobshchestv morskikh poberezhii Dal'nego Vostoka // Prirodnaya flora Dal'nego Vostoka. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1977. S. 18–33.
13. Seledets V. P. Ekologicheskie tablitsy travyanistykh rastenii Primor'ya i Priamur'ya, perspektivnykh dlya fitomeliioratsii // Ratsional'noe ispol'zovanie i okhrana zemel'nykh resursov Dal'nego Vostoka. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1980. S. 160–170.
14. Seledets V. P. Metod ekologicheskikh shkal v botanicheskikh issledovaniyakh na Dal'nem Vostoke Rossii. Vladivostok: Izd-vo DVGAEU, 2000. 248 s.
15. Seledets V. P. Kontseptsiya ekologicheskogo areala vida // Botanicheskie issledovaniya v Aziatskoi Rossii: materialy XI s'ezda Rus. botan. ob-va. Barnaul: AzBuka, 2003. T. 2. S. 444–445.
16. Seledets V. P. Ekologicheskie arealy rastenii na Tikhookeanskom poberezh'e Rossii v sravnenii s vnutrikontinental'nymi regionami // Komarovskie chteniya. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. Vyp. 53. S. 54–100.
17. Seledets V. P. Ekologicheskaya otsenka territorii Dal'nego Vostoka Rossii po rastitel'nomu pokrovu. Vladivostok: Dal'nauka, 2011. 388 s.
18. Seledets V. P., Probatova N. S. Ekologicheskie shkaly kak istochnik informatsii ob ekologii bioraznoobraziya (na primere zlakov Dal'nego Vostoka Rossii) // Komarovskie chteniya. Vladivostok: Dal'nauka, 2003. Vyp. 49. S. 172–212.
19. Seledets V. P., Probatova N. S. Ekologicheskii areal vida u rastenii: kariologicheskii aspekt // Kariologiya, kariosistematika i molekulyarnaya sistematika rastenii: tez. dokl. i stend. soobshch. V Mezhdunar. soveshch. i shkoly molodykh uchennykh po kariologii, kariosistematike i molekulyarnoi sistematike rastenii, Sankt-Peterburg (12–15 oktyabrya 2005 g.). SPB., 2005. S. 95–97.
20. Seledets V. P., Probatova N. S. Ekologicheskii areal vida u rastenii. Vladivostok: Dal'nauka, 2007. 98 s.
21. Seledets V. P., Probatova N. S. Ekologicheskie nishi dvukh vidov myatlika – *Poa sichotensis* i *P. skvortzovii* (seksiya *Stenopoa*) v Primorskom krae // Komarovskie chteniya. Vladivostok: Dal'nauka, 2015. Vyp. 63. S. 99–126.
22. Seledets V. P., Probatova N. S. Ekologicheskie nishi i ekoarealy vidov zlakov (*Poaceae*) na poluostrove Kamchatka (Dal'nii Vostok Rossii) // Komarovskie chteniya. Vladivostok: Dal'nauka, 2016. Vyp. 64. S. 10–46.
23. Flora Rossiiskogo Dal'nego Vostoka: Alfavitnye ukazateli k izdaniyu «Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dal'nego Vostoka». T. 1–8 (1985–1996 gg.) / pod red. A. E. Kozhevnikov i N. S. Probatovoi. Vladivostok: Dal'nauka, 2002. 180 s.
24. Flora Rossiiskogo Dal'nego Vostoka: Dopolneniya i izmeneniya k izdaniyu «Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dal'nego Vostoka». T. 1–8 (1985–1996 gg.) / otv. red. A. E. Kozhevnikova i N. S. Probatova. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. 456 s.
25. Tsatsenkin I. A., Savchenko I. V., Dmitrieva S. I. Metodicheskie ukazaniya po ekologicheskoi otsenke kormovykh ugodii tundrovoy i lesnoy zon Sibiri i Dal'nego Vostoka po rastitel'nomu pokrovu. M.: VNIi kormov, 1978. 302 s.
26. Probatova N. S., Seledets V. P. Ecological differentiation of the Grass species (*Poaceae*) in the Russian Far East // Evolution, genetics, ecology and biodiversity: International conference. Abstracts. Vladivostok, 2001. PP. 95.
27. Seledets V. P., Probatova N. S. Ecological range and some problems of differentiation in the Grass Family (*Poaceae*) in the Russian Far East // Problems of evolution. Vol. 5. Collected papers. Vladivostok: Dalnauka, 2003. PP. 213–220.
28. Seledets V. P., Probatova N. S. Ecological ranges and ecological niches of plant problems of plant species in monsoon zone of Pacific Russia. New York: Nova Science Publishers, Inc. 2012. 154 p.

Статья поступила в редакцию 07.12.2016; принята к публикации 28.12.2016

Received: December 07, 2016; accepted for publication: December 28, 2016

Библиографическое описание статьи

Сеledgeц В. П., Пробатова Н. С. Сравнительная характеристика экологических ареалов у индигенных и адвентивных видов злаков (*Poaceae*) на Дальнем Востоке России // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 96–106.

Reference to the article

Seledets V. P., Probatova N. S. Comparative Study of Ecological Ranges of Indigenous and Alien *Poaceae* Species in the Russian Far East // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 96–106.

УДК 581.48:582.475(571.55)

Елизавета Сергеевна Снежевская,
аспирант,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: sneg.liza@bk.ru

Изменчивость морфологических признаков шишек и семян у *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae)

В статье обсуждается вопрос о морфологических отличиях в строении шишек и семян у особей *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae), собранных в разных частях ареала. Целью проведенного исследования было выявление отличительных признаков между *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, и *P. sylvestris*, произрастающей на территории Цасучейского бора (Забайкальский край). Л. П. Сергиевская, Е. Н. Кондратюк основной деревообразующей породой Цасучейского бора считали вид *P. Krylovii* Serg. et Kondr., который отличался от *P. sylvestris* более крупными шишками и анатомическим строением хвои. Л. Ф. Правдин полагал, что между этими видами имеются существенные отличия, связанные со строением шишек и семян. В последних изданиях *P. Krylovii* не рассматривается в качестве самостоятельного вида. Проведенное исследование биометрических параметров женских шишек и семян, собранных с *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита и на территории Цасучейского бора, позволило выявить наличие между ними существенных отличительных морфологических признаков. Они заключаются в том, что вес шишек у *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, тяжелее на 82 %, масса 1000 шт. семян на 57 % больше, толщина семени увеличена на 63 %. Кроме того, у 70 % шишек апофиз имеют форму f.reflexa.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, морфологические признаки, шишки, семена, Цасучейский бор, Забайкальский край

Elizaveta S. Snezhevskaya,
Postgraduate Student,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, Russia, 672039),
e-mail: sneg.liza@bk.ru

Variability of Morphological Characteristics in *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) Cones and Seeds

The present study investigates the issue of morphological differences in cone and seed structure of *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) gathered in different natural habitat parts. The aim of the study was to determine distinguishing characteristics of *P. sylvestris* grown near the city of Chita and *P. sylvestris* grown on the territory of Tsasuchey pine forest (Transbaikal Territory). L. P. Sergievskaya, E. N. Kondratyuk considered *P. Krylovii* Serg. et Kondr species to be the main breed of Tsasuchey pine forest, and it differed from *P. sylvestris* by bigger cones and anatomical needle structure. L. F. Pravdin thought that these two species have considerable differences connected with the cone and seed structure. *P. Krylovii* is not considered to be a separate species in the latest works. The study of biometric parameters of the female cones and seeds of *P. sylvestris* grown near the city of Chita and on the territory of Tsasuchey pine forest provides evidence that they have some considerable distinguishing morphological characteristics. They are the following: *P. sylvestris* cone weight grown in Tsasuchey pine forest is 82 % more, the mass of 1000 seeds is 57 % more, they also have a 63 % increase in the seed thickness, 70 % of cones have f.reflexa-shaped apophysis.

Keywords: *Pinus sylvestris*, morphological characters, cones, seeds, Tsasuchey pine forest, Zabaikalsky Krai

Введение. Род *Pinus* L., семейство *Pinaceae*, включает около 110 видов [14]. В России встречаются 16 аборигенных видов (некоторые из них представлены несколькими подвидами) и 73 интродуцированных вида сосен [8].

В Восточном Забайкалье встречается 3 вида рода *Pinus*: *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* Du Tour, *P. pumila* (Pall.) Regel [13]. По данным исследователей, в разных частях ареала у *P. sylvestris* выделены разновидности, а также экотипы, которые характерны для определённых районов произрастания. В настоящее время рассматриваются 3 действительных подвида сосны обыкновенной. *P. sylvestris* var. *hamata* Steven растёт на Балканском полуострове, в северной Турции и Закавказье на высоте 500–2600 м над уровнем моря. *P. sylvestris* var. *lapponica* Fritsche растёт в Норвегии, Швеции, Финляндии и примыкающих территориях России севернее 65° северной широты (север Карелии и Мурманская область). На Соловецких островах в Белом море её рост составляет до 30 м. *P. sylvestris* var. *mongolica* Litv. растёт в Монголии, северо-западном Китае и южной Сибири на высоте 300–2000 м над уровнем моря [4]. По мнению Д. И. Литвинова, вид занимает значительные площади на территории степей Забайкалья, где предпочитает сухие и песчаные почвы (Цасучейский бор).

Согласно исследованиям Л. П. Сергиевской, Е. Н. Кондратюк, основной деревообразующей породой Цасучейского бора являлся вид *P. Krylovii* Serg. et Kondr. [10], который отличался от *P. sylvestris* более крупными шишками и анатомическим строением хвои. Этот вид позднее стали считать неясно отграниченным видом или подвидом *Pinus sylvestris*. Существуют разные мнения относительно видовой принадлежности *Pinus sylvestris* subsp. *Krylovii* (Serg. et Kondr.) Busik comb. nova. Например, Л. И. Милютин полагал, что *Pinus sylvestris* subsp. *Krylovii* мало чем отличается от *P. sylvestris* [7]. Тогда как Л. Ф. Правдин [9] и Л. В. Орлова [8] считали, что между ними имеются существенные отличия. Л. В. Орлова [8] выделяет признаки, по которым сосна, произрастающая на территории Цасучейского бора, отличается от *P. sylvestris*: 9–10 брахибластов на 1 см и некоторые особенности строения влагалищ брахибластов, некоторые детали морфологического строения хвоинок, микроспорофиллов и зрелых стробилов. Л. Ф. Правдин [9] при выделении подвида *P. Krylovii* указывает лишь на два признака – размеры шишек и продолжительность жизни хвои.

Важнейшими признаками при изучении систематики и изменчивости хвойных пород являются размеры и форма шишек. В. Н. Сукачев [10] отмечал, что особенности строения репродуктивных органов характеризуются высокой степенью наследуемости, следовательно, требуется детальное изучение изменчивости морфологического строения шишек *P. sylvestris*.

Материалы и методы исследования. В проведённом исследовании использовалась общепринятая методика изучения изменчивости древесных растений [6] и «Методика изучения внутривидовой изменчивости древесных пород» [2]. Отбор деревьев для сбора шишки проводился с учётом возрастной структуры насаждения и типов леса. Для сравнения были выбраны насаждения на территории Цасучейского бора (Ононский район) и окрестностях г. Чита, годы сбора – 2011–2013 г. Согласно таксационным описаниям полнота исследуемых насаждений составляла 0,6–0,7, класс возраста – 40–60 лет.

В числе признаков, характеризующих морфологию шишек, были взяты следующие показатели: длина и ширина шишки, число семенных чешуй, окраска шишки. Длина и ширина шишки определялись измерением штангенциркулем. Определение отношения длины к ширине характеризует форму шишки. Наибольшая ширина обычно бывает на расстоянии 1/4 общей длины шишки от основания, отношение длины к ширине показывает продолговатую форму – 2,5–3,0, широкую – 2,0–2,5, яйцевидную – 1,5–2,0, круглую – 1–1,5 [9]. Число семенных чешуй определялось подсчитыванием. В общую сумму входили чешуи всех размеров, включая и самые маленькие у основания шишки.

В числе признаков, характеризующих морфологию семян и их физические свойства, рассматривались размеры семени – длина, толщина и ширина, масса 1 тыс. семян и цвет кожуры. Методические указания Л. Ф. Правдина [9] и В. Л. Черепнина [12] мы использовали для оценки окраски семян.

Согласно ГОСТ 13056.6-97¹, проводилось определение энергии прорастания и всхожести семян. По результатам проращивания определён класс качества семян по ГОСТ 14164-86² для зоны, в которую входит территория исследований.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований было выявлено, что исследуемые нами популяции *P. sylvestris*, произрастающие как в Цасучейском бору, так и в окрестностях г. Чита, имеют четыре разные формы женских шишек (табл. 1). В обеих исследованных популяциях значительно преобладают шишки, имеющие широкую и яйцевидную форму. При-

¹ ГОСТ 13056.4-67. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.

² ГОСТ 14164-86. Государственный комитет СССР по стандартам. Москва.

чём если шишек с широкой формой в обеих исследованных популяциях наблюдается примерно равное количество, то у *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, шишек с яйцевидной формой значительно больше (41 %), чем у *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях города (31 %).

Таким образом, по форме шишек *P. sylvestris* имеют недостоверные отличия. Средние значения коэффициента формы шишек (отношение ширины шишки к её длине) составляют 2,0–2,5.

Таблица 1

Форма шишек *P. sylvestris*, собранных в 2011–2013 гг.

Форма шишки	<i>P. sylvestris</i> (Цасучейский бор), шт.	%	<i>P. sylvestris</i> (окрестности г. Чита), шт.	%
1–1,5 (круглая)	8	3	35	11
1,5–2,0 (яйцевидная)	129	41	97	31
2,0–2,5 (широкая)	163	51	165	52
2,5–3,0 (продолговатая)	17	5	20	6
	317	100	317	100

Согласно нашим данным (табл. 2), шишки *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, имеют среднюю длину 3,97 мм, ширину – 2,03 мм, преобладающей формой этих шишек является широкая. Изменчивость линейных размеров – на низком уровне – 11–13 %. Коэффициент вариации веса шишек *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, имеет высокий уровень – 23 %, а средний вес шишки – 5,40 г. Число чешуй в среднем составляет 62 шт., а уровень изменчивость – низкий – 10 %.

У шишек *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, также проводились измерения линейных размеров: средняя длина шишки – 4,69 мм, ширина – 2,31 мм, соответственно, в среднем шишки имеют широкую форму. Коэффициенты вариации показателей длины, ширины и числа чешуй – на низком уровне – 8–12 %. Количество чешуй не превышает в среднем 72 шт. Вес шишки – 9,84 г, уровень изменчивости – высокий – 23 %.

При сравнении показателей длины, ширины, веса и числа чешуй шишек *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, и шишек *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, высокий показатель коэффициента вариации имеют данные веса шишек. Средний вес шишки *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, – 9,84 г, что говорит о том, что они на 82 % тяжелее шишки *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита.

Таблица 2

Морфометрические показатели женских шишек *P. sylvestris*

Название вида	Длина, мм	Сv, %	Ширина, мм	Сv, %	Вес шишки, г	Сv, %	Число чешуй, шт.	Сv, %
<i>P. sylvestris</i> (окрестности г. Чита)	3,97±0,04	11	2,03±0,017	13	5,40±0,13	23	61,89±0,47	10
<i>P. sylvestris</i> (Цасучейский бор)	4,69±0,035	12	2,31±0,014	10	9,84±0,14	23	71,95±0,42	8

При проведении анализа шишек по признаку формы апофиза мы использовали классификацию Энглера (Engler, 1913) [14], в которой были выделены три формы:

- 1) с гладкой поверхностью семенной чешуи (*f. plana* Engler)
- 2) с поверхностью семенной чешуи в виде пирамиды (*f. gibba* Engler)
- 3) с поверхностью семенной чешуи в виде крючка, загнутого к основанию шишки (*f. reflexa* Engler).

По результатам изучения формы апофиза (рис. 1) мы можем сделать вывод, что из всего количества шишек, собранных с *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, 50 % имеют форму апофиза *f. plana*, 30 % – *f. gibba* и только 20 % – форму апофиза *f. reflexa*. Тогда как у шишек, собранных с *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, 70 % имеют форму апофиза *f. reflexa*, 25 % – *f. gibba* и только 5 % форму *f. plana*.

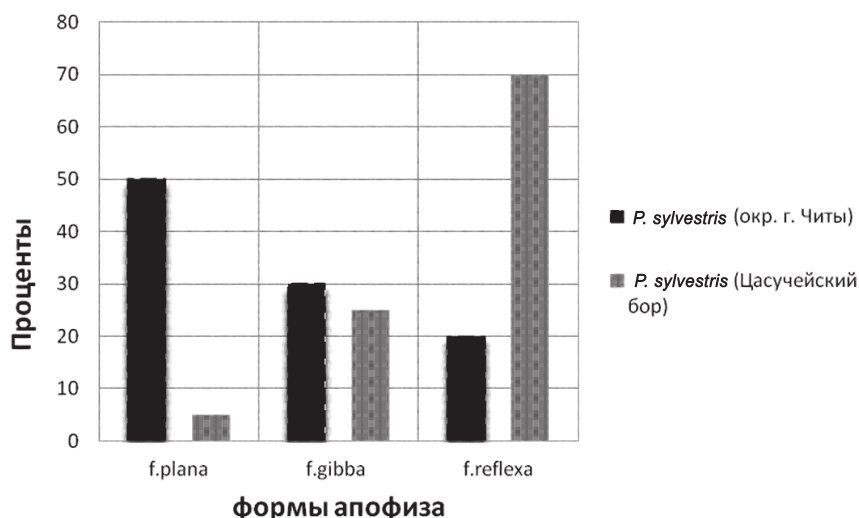


Рис. 1. Форма апофизов семенных чешуй шишек *P. sylvestris*

Fig.1. Form of apophysis of *P. sylvestris* seed scales

При изучении внутривидовой изменчивости *P. sylvestris* цвету семян всегда уделялось большое внимание. По данному признаку С. З. Курдиани [3] выделил формы сосен, которые были описаны Д. И. Литвиновым [4]: форма сосны с чёрными семенами [var. *melanosperma* Litv.], с жёлтыми [var. *leucosperma* Litv.], с пятнистыми или пёстрыми [var. *baliosperma* Litv.] и с коричневыми [var. *Phoeosperma* Litv.]. Форма сосны с семенами бежевого цвета [*f. cinamomeosperma Pravdin*] была описана Л. Ф. Правдиным [9]. Эти разновидности и формы встречаются в различных сочетаниях в пределах всего ареала *P. sylvestris* и потому их вряд ли стоит считать внутривидовыми таксонами.

Семена *P. sylvestris*, собранные со всех исследованных участков, имели, преимущественно, светло-коричневую и коричневую окраску кожуры. У *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, 51 % семян имеют коричневую окраску, 36 % – чёрную, 17 % – светло-коричневую. У *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, 77 % семян имеют, преимущественно, светло-коричневую окраску, 29 % – чёрную, только 3 % – коричневую окраску. По данным В. Л. Черепнина [12], преобладание светлоокрашенных семян связано с малым количеством годовых осадков и низким классом бонитета. Это подтверждено корреляционным анализом, который для условий Сибири показал высокую обратную связь светлой окраски с осадками за год ($r = -0,747$). Поскольку исследуемые насаждения произрастают в зоне недостаточного увлажнения и представлены III классом бонитета, светлая окраска семян обусловлена, очевидно, экологическими условиями и отражает ксероморфный облик растений.

Средние показатели линейных размеров семян *P. sylvestris* и их изменчивость по участкам определены согласно градации С. А. Мамаева [6]. Все показатели варьируют, но уровень изменчивости их различный – от низкого (6 %) до высокого (32 %). Отмечается увеличение толщины семян в Цасучейском бору (табл. 3–4).

Таблица 3

Среднее значение (мм) и коэффициент вариации линейных размеров семян *P. sylvestris*

Участок	Длина		Ширина		Толщина	
	$x \pm m$	Cv, %	$x \pm m$	Cv, %	$x \pm m$	Cv, %
Цасучейский бор	0,47±0,02	6	0,28±0,02	10	0,18±0,04	32
Окрестности г. Чита	0,37±0,01	7	0,20±0,01	12	0,11±0,01	14

Примечание: $x \pm m$ – среднее значение и его ошибка; Cv – коэффициент вариации

Таблица 4

Уровни изменчивости длины, ширины и толщины семян *P. sylvestris* по участкам [6]

Признак	Очень низкий, C<7 %	Низкий, C=8–12 %	Средний, C=13–20 %	Повышенный, C=21–30 %	Высокий, C=31–40 %	Очень высокий, C>40 %
Длина	Цасучейский бор, окрестности г. Чита	–	–	–	–	–
Ширина	–	Цасучейский бор, окрестности г. Чита	–	–	–	–
Толщина	–	–	Окрестности г. Чита	–	Цасучейский бор	–

Данные измерений семян показывают, что длина и ширина семени на обоих участках имеют невысокий уровень изменчивости, однако толщина семени в Цасучейском бору значительно отличается.

В. Л. Черепнин [12] отмечал также такие важные в лесном хозяйстве признаки, как вес семян, их всхожесть и энергию прорастания. В числе признаков, определяющих качество семян, на первом месте стоит вес семян – один из признаков, определяющих сортность семян (ГОСТ 13056.4-67)¹.

На точность веса семян, который определяется для 1000 шт., влияет, прежде всего, наличие в навеске пустых семян. Отделить пустые семена от полных семян практически не всегда возможно.

Наши исследования показывают, что масса 1000 шт. семян *P. sylvestris*, произрастающей на территории Цасучейского бора, составляет 8,35–8,65, что на 57 % больше массы 1000 шт. семян *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита (рис. 2).

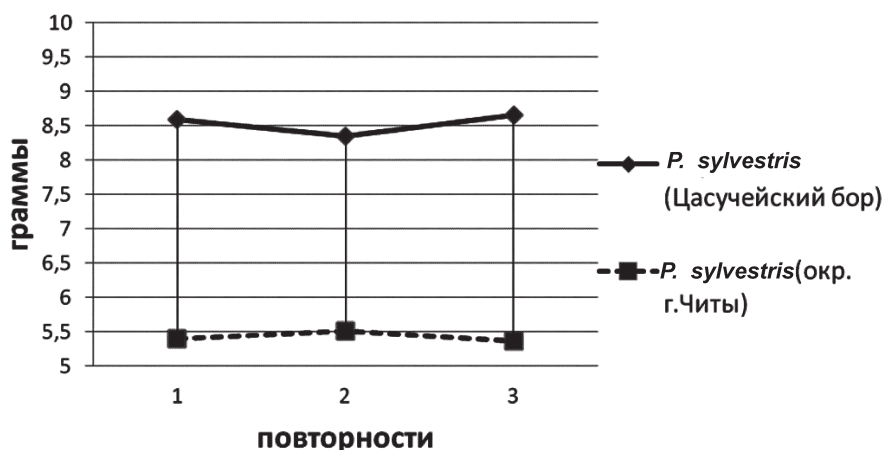


Рис. 2. Вес 1000 шт. семян *P. sylvestris*

Fig. 2. The weight of 1000 seeds of *P. sylvestris*

В лабораторных условиях были определены важнейшие показатели всхожести семян: энергия прорастания (на 7-е сутки от начала проращивания) и техническая всхожесть (на 15-е сутки) (ГОСТ 13056.6-97) [17]. Всхожесть – основной показатель качества семян и их сортности. Для территории Забайкалья, по данным В. Л. Черепнина [12], этот показатель составляет 65–81 %. Исследования В. П. Бобринева [1] показали, что всхожесть семян *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, составляет 96 % (95,6 ± 2,9 %). Согласно нашим исследованиям, всхожесть семян составила: у *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, – 97 %, а у *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, – 96 %. Энергия прорастания на

¹ ГОСТ 13056.4-67. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.

7-й день составила: у *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, – 92 %, у *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита, – 90 %. Всего 3 % – загнившие и ненормально проросшие семена (рис. 3). Хорошо прослеживается изменение данных показателей. Расхождение между повторностями было в пределах допустимого.

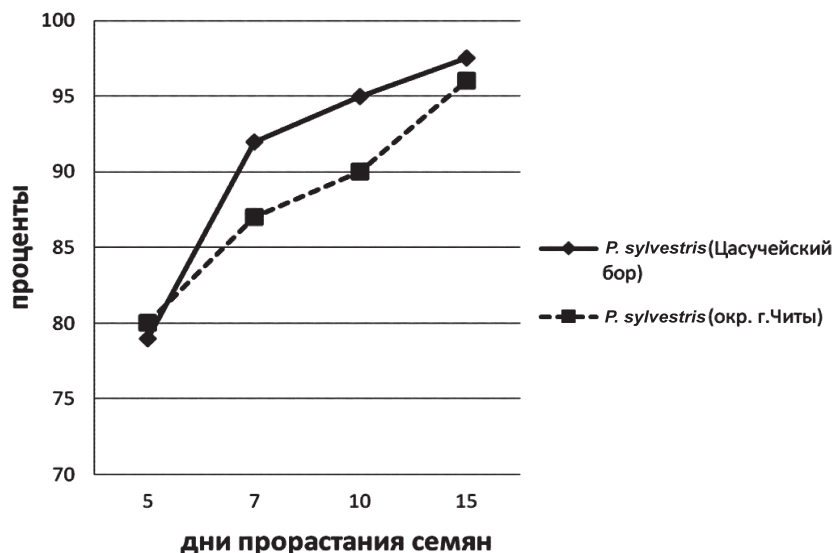


Рис. 3. Прорастание семян *P. sylvestris*

Fig. 3. Seed germination of *P. sylvestris*

По результатам проращивания, согласно ГОСТ 14164–86¹, проводилось определение качества семян. Семена *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору и в окрестностях г. Чита, имеют семена 1-го класса качества.

Таким образом, проведённое сравнительное исследование морфологических признаков *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору и в окрестностях г. Чита, позволяет сделать вывод о том, что *P. sylvestris*, произрастающая в Цасучейском бору, имеет отличительные признаки от *P. sylvestris*, произрастающей в окрестностях г. Чита. Они заключаются в том, что вес шишки *P. sylvestris*, произрастающей в Цасучейском бору, тяжелее на 82 %, масса 1000 шт. семян на 57 % больше, 70 % шишек имеют форму апофиза *f. reflexa*, а также у них наблюдается увеличение толщины семени на 63 %.

Список литературы

1. Бобринёв В. П. Семяношение сосны и лиственницы в Восточном Забайкалье // Лесоведение. 1985. № 4. С. 62–65.
2. Ирошников А. И. Методика изучения внутривидовой изменчивости древесных пород. М., 1973. 31 с.
3. Курдиани С.З. О расах обыкновенной сосны. М.: И. Н. Кушнерев и К, 1913. С. 1–9.
4. Литвинов Д. И. Schedae ad herb, florum rossicae. 1905. Т. 5. 170 с.
5. Малеев В. П. Род *Pinus* L. // Деревья и кустарники СССР. М., 1949. Т. 1. С. 185–266.
6. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1972. 284 с.
7. Милютин Л. И. Кузьмин С. Р., Кузьмина Н. А., Новикова Т. Н. О внутривидовой систематике *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) // Бот. журн. 2010. Т. 95. С. 1755–1782.
8. Орлова Л. В., Покровская Ю. В. Коллекция сосен (*Pinus* L., *Pinaceae*) в Дендрологическом саду Санкт-Петербургской лесотехнической академии // Бот. журн. 1999. Т. 84, № 9. С. 99–107.
9. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная (изменчивость, внутривидовая систематика и селекция). М.: Наука, 1964. 189 с.
10. Сергиевская Л. П., Кондратюк Е. Н. Сосновый остров в Агинской степи // Бот. журн., АН УССР. 1953. Т. 10, № 1. С. 37–42.
11. Сукачев С. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л.: Гослестехиздат, 1934. 614 с.
12. Черепнин В. Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1980. 180 с.

¹ ГОСТ 14164-86. Государственный комитет СССР по стандартам. Москва.

13. Ханминчун В. М. Семейство *Pinaceae* – *Сосновые* // Флора Сибири. Т. 1. *Lycopodiaceae* – *Hydrocharitaceae*. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. С. 76–81.
14. Engler A. Der heutigen Stand der forstlichen Samenprovenienzfrage. Naturwiss. Z. Forst und Landwirtschaft, 11. 1913.
15. Farjon A., Page C. N. Conifers: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN: SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1999. 121 p.

References

1. Bobrinev V. P. Semyanoshenie sosny i listvennitsy v Vostochnom Zabaikal'e // Lesovedenie. 1985. № 4. S. 62–65.
2. Iroshnikov A. I. Metodika izucheniya vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh porod. M., 1973. 31 s.
3. Kurdiani S.3. O rasakh obyknovnoy sosny. M.: I. N. Kushnerev i K, 1913. S. 1–9.
4. Litvinov D. I. Schedae ad herb, florum rossicae. 1905. T. 5. 170 s.
5. Maleev V. P. Rod *Pinus* L. // Derev'ya i kustarniki SSSR. M., 1949. T. 1. S. 185–266.
6. Mamaev S. A. Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii (na primere semeistva *Pinaceae* na Urale). M.: Nauka, 1972. 284 s.
7. Milyutin L. I. Kuz'min S. R., Kuz'mina N. A., Novikova T. N. O vnutrividovoi sistematike *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) // Bot. zhurn. 2010. T. 95. S. 1755–1782.
8. Orlova L. V., Pokrovskaya Yu. V. Kolleksiya sosny (*Pinus* L., *Pinaceae*) v Dendrologicheskom sadu Sankt-Petersburgskoi lesotekhnicheskoi akademii // Bot. zhurn. 1999. T. 84, № 9. S. 99–107.
9. Pravdin L. F. Sosna obyknovennaya (izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya). M.: Nauka, 1964. 189 s.
10. Sergievskaya L. P., Kondratyuk E. N. Sosnovyi ostrov v Aginskoi stepi // Bot. zhurn., AN USSR. 1953. T. 10, № 1. S. 37–42.
11. Sukachev S. N. Dendrologiya s osnovami lesnoi geobotaniki. L.: Goslestekhizdat, 1934. 614 s.
12. Cherepnin V. L. Izmenchivost' semyan sosny obyknovnoy. Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1980. 180 s.
13. Khanminchun V. M. Semeistvo *Pinaceae* – *Sosnovye* // Flora Sibiri. T. 1. *Lycopodiaceae* – *Hydrocharitaceae*. Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1988. S. 76–81.
14. Engler A. Der heutigen Stand der forstlichen Samenprovenienzfrage. Naturwiss. Z. Forst und Landwirtschaft, 11. 1913.
15. Farjon A., Page C. N. Conifers: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN: SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1999. 121 p.

Статья поступила в редакцию 15.12.2016; принята к публикации 25.01.2017

Received: December 15, 2016; accepted for publication: January 25, 2017

Библиографическое описание статьи

Снежевская Е. С. Изменчивость морфологических признаков шишек и семян у *Pinus sylvestris* L. (*Pinaceae*) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 107–113.

Reference to the article

Snezhevskaya E. S. Variability of Morphological Characteristics in *Pinus sylvestris* L. (*Pinaceae*) Cones and Seeds // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 107–113.

УДК 581.5 (571.6)

Валентина Михайловна Старченко¹,
доктор биологических наук, доцент,
Амурский филиал Ботанического сада-института
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(675000, Россия, Амурская область, г. Благовещенск,
2 км Игнатьевского шоссе),
e-mail: starchenkoamur@mail.ru

Наталья Алексеевна Тимченко²,
кандидат биологических наук, доцент,
Дальневосточный государственный аграрный университет
(675006, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 180),
e-mail: timchenko-nat@mail.ru

Виктор Федорович Бобенко³,
доцент,
Дальневосточный государственный аграрный университет
(675006, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 180),
e-mail: victor_bobenko@mail.ru

**О натурализации *Hipporhaë rhamnoides* L. в окрестностях г. Благовещенск
(Амурская область)**

Приводятся общая характеристика облепихи крушиновой, сведения о её появлении и натурализации на территории Амурской области, включая окрестности Благовещенска. Наиболее активно вид натурализуется на нарушенных участках, для которых характерна ослабленная межвидовая конкуренция, высокая инсоляция, повышенная засоленность почв и (часто) наличие различных водоёмов. Подробно рассматривается видовой состав растений, отмеченных в зарослях *Hipporhaë rhamnoides* и на незначительном удалении от них. Составлен конспект, насчитывающий 93 вида высших сосудистых растений (включая 11 адвентивных) из 32 семейств и 72 родов. Самыми крупными по численности видов являются семейства *Asteraceae* (18в.), *Rosaceae* (13в.), *Fabaceae* (10в) и роды *Artemisia* (4в), *Salix* (4в), *Equisetum* (3в), *Calamagrostis* (3в), *Potentilla* (3в). Эколого-ценотический анализ выявил преобладание лесных и лугово-пойменных видов с заметным участием видов степного флористического комплекса. Отмечено широкое участие евразийских и циркумполярных видов. Эколого-географический анализ видов, связанных с облепихой, указывает на специфичность мест натурализации *H. rhamnoides*, близких по ряду признаков к природным местообитаниям данного вида, но отличающихся в условиях Благовещенска высоким содержанием восточноазиатских видов.

Ключевые слова: облепиха, инвазия растений, Дальний Восток России, эколого-географический анализ, флористический аспект

¹ В. М. Старченко – организация и осуществление полевых исследований, сбор материала, определение гербария, систематизация и анализ полученных материалов, формулирование выводов, написание и оформление статьи.

² Н. А. Тимченко – организация и осуществление полевых исследований, сбор материала, определение гербария, участие в написании и оформлении статьи.

³ В. Ф. Бобенко – организация и осуществление полевых исследований, сбор материала, участие в оформлении статьи.

Valentina M. Starchenko¹,
Doctor of Biology, Professor,
Amur Branch of Botanical Garden-Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences
(2 km Ignatyevskoye sch., Blagoveshchensk, 675000, Russia),
e-mail: starchenkoamur@mail.ru

Natalia A. Timchenko²,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Far East Agricultural University
(180 Lenina st., Blagoveshchensk, 675006, Russia),
e-mail: timchenko-nat@mail.ru

Viktor F. Bobenko³,
Associate Professor,
Far East Agricultural University
(180 Lenina st., Blagoveshchensk, 675006, Russia),
e-mail: victor_bobenko@mail.ru

About Naturalization of *Hippophaë rhamnoides* L. in the Surroundings of Blagoveshchensk (Amur Oblast)

Brief general description of *Hippophaë rhamnoides* and the information about the appearance and naturalization of this species in the Amur region, including the neighborhood of Blagoveshchensk, are given. This species is most actively naturalized in disturbed areas, which are characterized by weakened interspecific competition, high insolation, increased soil salinity, and (often) the presence of various bodies of water. Species composition of plants in the bushes of *Hippophaë rhamnoides* and little distance from them is discussed in detail. The List of 93 species of vascular plants (including 11 adventitious) from 32 families and 72 genera is given. The families *Asteraceae* (18c.), *Rosaceae* (13c.), *Fabaceae* (10b) occupy the first three places on the number of species. Most genera *Artemisia* (4c), *Salix* (4c), *Equisetum* (3c), *Calamagrostis* (3c), *Potentilla* (3c) are the largest in number. Ecological and coenotic analysis revealed a predominance of forest, meadow and riparian species with prominent part of the species of steppe floristic complex. These habitats are close on a number of features to the natural habitat of this species, but distinct the high percent of East Asian species in neighborhood of Blagoveshchensk.

Keywords: sea-buckthorn, plant invasion, Far East of Russia, ecological and geographical analysis, floral aspect

Введение. Род *Облепиха* (*Hippophaë*) включает три вида, указанных для Европы и умеренной Азии [1]. *Облепиха крушиновая* (*Hippophaë rhamnoides*) произрастает на западе европейской части России, Кавказе, юге Сибири, в Средней Азии, а за пределами РФ – в Западной Европе, Малой Азии, Иране, Гималаях, Тибете, Монголии [1; 8]. Растение светолюбиво, достаточно засухоустойчиво, малотребовательно к почвам, выносит некоторое засоление, встречается по берегам морей, озёр, рек, чаще всего на галечниках и песках. *H. rhamnoides* имеет большое хозяйственное значение: листья, кора, плоды, семена используются в медицине. Плоды используются для приготовления различных пищевых продуктов и являются сырьём для виноделия. В зелёном строительстве *облепиха* используется для посадки одиночными кустами и группами для создания живых изгородей, закрепления склонов.

В Амурскую область *H. rhamnoides* была завезена в 1948 г. [6]. Первые посадки проводились в плодопитомнике г. Благовещенск и лесной опытной станции г. Свободный, но в конце XX – начале XXI вв. растение широко распространилось по территории области [5].

В настоящее время вблизи населённых пунктов осталось множество брошенных дачных участков, на которых уход за насаждениями не ведётся, а посадки культурных растений, включая *H. rhamnoides*, дичают, вырождаются или начинают натурализоваться. Натурализация

¹ V. M. Starchenko – organization and implementation of field research, collection of material, the herbarium definition, systematization and analysis of the obtained materials, formulation of conclusions, writing and design of article.

² N. A. Timchenko – organization and implementation of field research, collection of material, the herbarium definition, participation in the writing and design of article.

³ V. F. Bobenko – organization and implementation of field research, collection of material, participation in the design of article.

H. rhamnoides успешно осуществляется как вегетативным способом – корневыми отпрысками, так и разносом семян различными животными и птицами. Корневая система у растения – разветвлённая, располагается на глубине 4–6 см. При благоприятных условиях происходит быстрое зарастание местности *H. rhamnoides*.

Многолетние наблюдения показывают, что натурализация происходит на участках, близких по условиям тем, что характерны для естественных местообитаний *H. rhamnoides* (наличие водотоков или водоёмов, песчаные или обеднённые почвы, достаточно высокая инсоляция). В местах натурализации наблюдается активное внедрение растений *H. rhamnoides* в виде зарослей или отдельных деревьев в естественные ценозы, а также проникновение аборигенных и адвентивных видов в заросли *облепихи*. В местах массового произрастания *H. rhamnoides* наблюдаются цветение и плодоношение особей растения, а также усиленный рост молодых растений.

Материалы и методы исследования. При обследовании окрестностей Благовещенска в 2012–2015 гг. нами было выявлено значительное скопление (массив) растений *H. rhamnoides* на участке примерно 1–1,5 га (рис. 1), который является частью холмисто-увалистой высокой расчленённой равнины на юге Амуро-Зейского междуречья. Значительную часть растительности составляют посадки *Pinus sylvestris* L. 35–40-летнего возраста, в которые происходит активное проникновение аборигенных видов окружающих ценозов. Эти ценозы представлены мелколиственными лесами из *Betula davurica* Pall., *Betula platyphylla* Sukacz., *Populus tremula* L., видов *Salix* и различных кустарников. Большие участки заняты различными лугами, часто закустаренными, отдельные представители которых также проникают в посадки *P. sylvestris* и заросли *H. rhamnoides*.

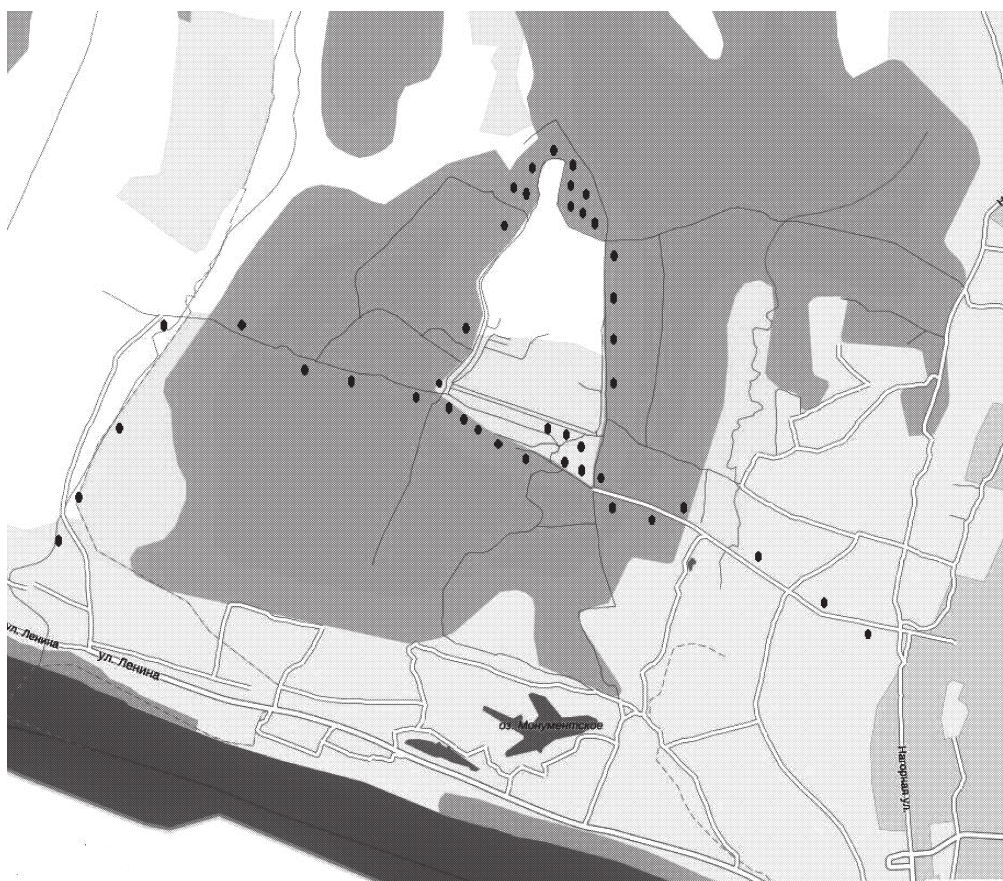


Рис. 1. Наличие *H. rhamnoides* в окрестностях Благовещенска (золоотвал и подъездные дороги)

Fig. 1. Presence of *H. rhamnoides* in neighbourhood of Blagoveshchensk (ash disposal area and access roads)

В районе массового произрастания *H. rhamnoides* находится золоотвал ТЭЦ, что определяет некоторое микроклиматическое своеобразие территории (усиленная инсоляция, повышенное содержание солей в почве). Золоотвал является гидротехническим сооружением, предназначенным для складирования в нём золы, полученной в результате технологических процессов ТЭЦ. Чаша золоотвала (630000 м²) образована грунтовой дамбой. Длина центральной части ограждающей дамбы – 850 м. Плотные заросли *H. rhamnoides* наблюдаются по периметру золоотвала, особенно в его северной и южной частях, более разреженные заросли – при подъездах к этому участку (рис. 1).

Наблюдение в течение вегетационного периода за местами произрастания *H. rhamnoides*, фиксация и определение видового состава растений проводились стандартными методами. В результате камеральной обработки полученных материалов (гербарные сборы, фототека) был выявлен видовой состав высших растений в местах массового произрастания *облепихи крушиновидной* и составлен конспект видов. Семейства, а также роды и виды в семействе расположены в алфавитном порядке. Названия видов приведены по сводке С. К. Черепанова [7]. Для каждого вида указаны эколого-ценотическая группа и географический элемент, принимаемые в трактовке Л. И. Малышева и Г. А. Пешковой [3], В. М. Старченко [4] (таблица).

Таблица

Расшифровка обозначений, принятых в тексте и рисунках

Эколого-ценотическая группа	Географический элемент
ЛЕ – общая лесная	АА – азиатско-американский
ЛЕ-НМ – неморальная	ВА – восточноазиатский
ЛЕ-СХ – светлохвойная	ВА-СА/СА-ВА – восточноазиатско-североазиатский
ЛП – лугово-пойменная	ВА-ЗП – восточноазиатско-западноазиатский
ЛП-ВБ – водно-болотная	ВА-ЮС – восточноазиатско-южно-сибирский
ЛП-ЛГ – луговая	ЕА – евразийский
ЛП-ПР – прирусловая	ОА – общеазиатский
СТ – общая степная	ЦА – центральноазиатский
СТ-ГС – горностепная	ЦА-ВА – центральноазиатско-восточноазиатский
СТ-ЛС – лесостепная	ЦП – циркумполярный

Обсуждение результатов. Таксономический анализ конспекта показал, что в его состав входят 93 вида (включая 11 адвентивных) из 32 семейств и 72 родов. Достаточно высокий (12 %) уровень адвентизации и присутствие рудеральных или склонных к рудеральности видов указывают на нарушенность территории. При этом следует отметить наличие двух видов: *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Vitis amurensis* Rupr., включённых в Красную книгу Амурской области [2] (рис. 2).



Рис. 2. *Vitis amurensis* в зарослях *H. rhamnoides*

Fig. 2. *Vitis amurensis* in the bush *H. rhamnoides*

Первое место по численности видов занимает семейство *Asteraceae* (18в.), второе – *Rosaceae* (13в.), третье – *Fabaceae* (10в.). Два семейства насчитывают по 6 видов (*Poaceae*, *Salicaceae*), остальные семейства включают 1–3 вида. Самые крупные роды насчитывают 3–4 вида: *Artemisia* (4в), *Salix* (4в), *Equisetum* (3в), *Calamagrostis* (3в), *Potentilla* (3в). Семейственно-видовой и родовой спектры указывают, в первую очередь, на небольшую площадь рассматриваемой территории (низкое число видов в семействах и родах) и преобладание видов лесных (*Salix*) и лугово-пойменных ценозов (*Calamagrostis*, *Equisetum*).

Эколого-географический анализ выявил наличие 10 эколого-ценотических групп и 10 географических элементов (рис. 3).

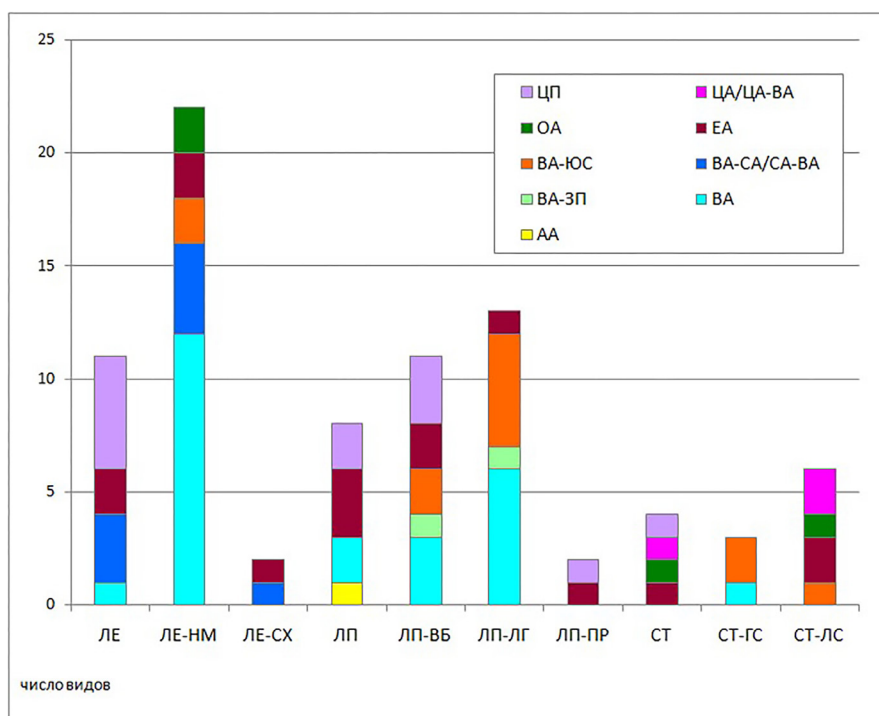


Рис. 3. Эколого-географический спектр видов, отмеченных в окружении *Hippophaë rhamnoides*

Fig. 3. Ecological and geographical range of the species mentioned in the surroundings of *Hippophaë rhamnoides*

Эколого-ценотический спектр показал очень близкие по величине значения лесных (35в/42,7 %) и лугово-пойменных видов (34в/41,5 %) при заметном участии степных видов (13в/15,8 %). Ареалогический анализ обнаружил преобладание восточноазиатских (ВА) видов (25в/30,5 %), особенно среди лесных неморальных и луговых видов (рис. 3). Среди видов, входящих в окружение *H. rhamnoides*, хорошо представлены евразийские (15в/18,3 %), циркумполярные (12в/14,6 %), а также южно-сибирские (ВА-ЮС) виды (12в/14,6 %).

Заключение. Натурализация *H. rhamnoides* в окрестностях Благовещенска происходит на нарушенных участках, для которых характерна ослабленная межвидовая конкуренция, высокая инсоляция, повышенная засоленность почв и (часто) наличие различных водоёмов. Она осуществляется как за счёт проникновения растений *H. rhamnoides* в окружающие ценозы, так и за счёт проникновения других видов в практически чистые заросли *облепихи крушиновидной*. На анализируемом участке отмечено 93 вида высших растений, включая *H. rhamnoides*.

Эколого-ценотический анализ видов из окружения *H. rhamnoides* показал близкие по величине значения лесных и лугово-пойменных видов при заметном участии степных видов. Ареалогический анализ выявил преобладание восточноазиатских видов и высокий процент евразийских, циркумполярных и южно-сибирских видов.

Эколого-географический анализ подтверждает, что, в первую очередь, в заросли *облепихи* проникают и адаптируются высшие растения тех эколого-ценотических групп и географи-

ческих элементов, которые близки по этим показателям природному окружению *H. rhamnoides* с учётом особенностей территории натурализации. В данном случае такой особенностью является повышенное содержание восточноазиатских видов как в узком (ВА), так и широком смысле (ВА-СА/СА-ВА, ВА-ЗП, ВА-ЮС, ЦА-ВА) (таблица).

Конспект видов высших сосудистых растений

- Aceraceae.** *Acer ginnala* Maxim. ЛЕ-НМ; ВА.
- Asclepiadaceae.** *Metaplexis japonica* (Thunb.) Makino. ЛЕ-НМ; ВА.
- Asteraceae.** *Achillea asiatica* Serg. ЛЕ, РУ; ЕА. *Artemisia desertorum* Spreng. СТ-ГС, ЛП; ВА-ЮС. *Artemisia dubia* Wall. ЛП-ЛГ, РУ; ВА-ЮС. *Artemisia rubripes* Nakai. ЛП, РУ; ВА. *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. ЛП, РУ; ЕА. *Aster tataricus* L. fil. ЛП-ЛГ; ВА-ЮС. *Cirsium pendulum* Fisch. ex DC. ЛП-ЛГ, РУ; ВА-ЗП. *Conyza canadensis* (L.) Cronq. РУ; ЦП. *Crepis tectorum* L. РУ, ЛП; ЕА. *Hieracium umbellatum* L. ЛЕ, ЛП, РУ; ЦП. *Kalimeris integrifolia* Turcz. ЛП-ЛГ, РУ; ВА. *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. ЛП-ЛГ; ВА-ЮС. *Saussurea amurensis* Turcz. ЛП-ВБ; ВА-ЮС. *Scorzonera albicaulis* Bunge. ЛП-ЛГ; ВА. *Senecio vulgaris* L. АД. *Sonchus arvensis* L. АД-РУ; ЦП. *Sonchus asper* (L.) Hill. ЛП-ПР, РУ; ЦП. *Tephrosia flammea* (DC.) Holub. ЛП-ЛГ; ВА-ЮС.
- Betulaceae.** *Betula davurica* Pall. ЛЕ-НМ; ВА. *Betula platyphylla* Sukacz. ЛЕ-НМ; ОА.
- Brassicaceae.** *Berteroa incana* (L.) DC. АД-РУ; *Lepidium virginicum* L. АД-РУ.
- Campanulaceae.** *Adenophora pereskiifolia* (Fisch. ex Schult.) G. Don fil. ЛЕ-НМ; ВА. *Campanula punctata* Lam. ЛЕ-НМ; ВА-СА.
- Caryophyllaceae.** *Melandrium album* (Mill.) Garcke. ЛП-ЛГ, РУ; ЕА.
- Chenopodiaceae.** *Chenopodium album* L. РУ; ЦП.
- Convallariaceae.** *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce. ЛЕ, СТ; ЕА.
- Crassulaceae.** *Sedum aizoon* L. СТ, РУ; ОА.
- Cyperaceae.** *Carex neurocarpa* Maxim. ЛП-ЛГ; ВА. *Scirpus hippolyti* V. Krecz. ЛП-ВБ; ЕА.
- Elaeagnaceae.** *Hippophae rhamnoides* L. К, АД-РУ.
- Equisetaceae.** *Equisetum fluviatile* L. ЛП-ВБ; ЦП. *Equisetum palustre* L. ЛП-ВБ; ЦП. *Equisetum pratense* Ehrh. ЛЕ, ЛП; ЦП.
- Fabaceae.** *Amoria hybrida* (L.) C. Presl АД-РУ. *Kummerovia stipulacea* (Maxim.) Makino. ЛП-ЛГ, ПР; ВА. *Lespedeza bicolor* Turcz. ЛЕ-НМ; ВА. *Lespedeza juncea* (L. fil.) Pers. СТ-ГС; ВА-ЮС. *Lupinaster pentaphyllus* Moench. СТ-ЛС, РУ; ЕА. *Medicago falcata* L. СТ, РУ; ЕА. *Medicago sativa* L. АД-РУ. *Melilotus suaveolens* Ledeb. СТ, РУ; ЦА. *Vicia amoena* Fisch. СТ-ЛС; ОА. *Vicia woroschilovii* N. S. Pavlova. ЛЕ-НМ; ВА.
- Geraniaceae.** *Geranium sibiricum* L. ЛП, РУ; ЕА.
- Hypericaceae.** *Hypericum ascyron* L. ЛП, РУ; АА.
- Juncaceae.** *Juncus gracillimus* (Buchenau) V. Krecz. et Gontsch. ЛП-ВБ; ВА-ЮС.
- Lamiaceae.** *Lycopus maackianus* (Maxim.) Makino. ЛП-ВБ; ВА.
- Onagraceae.** *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. ЛЕ, РУ; ЦП.
- Papaveraceae.** *Chelidonium asiaticum* (Hara) Krachulkova. ЛЕ, РУ; ВА.
- Poaceae.** *Agrostis gigantea* Roth. ЛП-ПР; ЕА. *Calamagrostis angustifolia* Kom. ЛП-ВБ, ЛГ; ВА-ЗП. *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. СТ-ЛС; ЕА. *Calamagrostis extremiorientalis* (Tzvel.) Probat. ЛП; ВА. *Elymus sibiricus* L. ЛЕ, ЛП; ЦП. *Elytrigia repens* (L.) Nevski. ЛП, РУ; ЦП.
- Pinaceae.** *Pinus sylvestris* L. ЛЕ-СХ; ЕА.
- Polygonaceae.** *Rumex pseudonatronatus* (Borb.) Borb. ex Murb. ЛП, РУ; ЕА.
- Ranunculaceae.** *Aconitum macrorhynchum* Turcz. ex Ledeb. ЛП-ВБ; ВА. *Thalictrum amurense* Maxim. ЛП-ЛГ; ВА.
- Rosaceae.** *Agrimonia pilosa* Ledeb. ЛП, РУ; ЦП. *Crataegus dahurica* Koehne et Schneid. ЛЕ-НМ; ВА. *Geum aleppicum* Jacq. РУ; ЦП. *Malus baccata* (L.) Borkh. ЛЕ-НМ; ВА-ЮС. *Padus asiatica* Kom. ЛЕ-НМ; ВА. *Potentilla chinensis* Ser. СТ-ГС; ВА. *Potentilla fragarioides* L. ЛЕ-СХ, НМ; ВА-СА. *Potentilla longifolia* Willd. ex Schlecht. СТ-ЛС; ЦА-ВА. *Rosa davurica* Pall. ЛЕ, ЛП-ЛГ; ВА-СА. *Rubus saxatilis* L. ЛЕ; ЦП. *Sanguisorba officinalis* L. ЛП-ВБ; ЦП. *Sanguisorba parviflora* (Maxim.) Takeda. ЛП-ВБ; ВА. *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. ЛЕ-НМ; СА-ВА.
- Rubiaceae.** *Galium verum* L. СТ, ЛП; ЦП. *Rubia cordifolia* L. СТ-ЛС; ВА-ЮС.
- Salicaceae.** *Populus suaveolens* Fisch. ЛЕ-НМ; СА-ВА. *Populus tremula* L. ЛЕ-НМ; ЕА. *Salix abscondita* Laksch. ЛЕ-НМ; ВА-СА. *Salix miyabeana* Seemen. ЛЕ-НМ; ВА-ЮС. *Salix pierotii* Miq. ЛЕ-НМ; ВА. *Salix pseudopentandra* (B. Floder.) B. Floder. ЛЕ-НМ, СХ; ОА.

- Schisandraceae.** **Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. ЛЕ-НМ; ВА.
Srophulariaceae. *Pedicularis resupinata* L. ЛП-ВБ, ЛГ; ЕА.
Ulmaceae. *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg. ЛЕ-НМ; ВА. *Ulmus pumila* L. СТ-ЛС; ЦА-ВА.
Urticaceae. *Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem. ЛЕ, РУ; СА-ВА.
Valerianaceae. *Patrinia scabiosifolia* Fisch. ex Link. ЛП-ЛГ; ВА-ЮС. *Valeriana alternifolia* Ledeb. ЛЕ, ЛП; СА-ВА. *Valeriana amurensis* P.Smirn. ex Kom. ЛП-ЛГ, ВБ; ВА.
Violaceae. *Viola collina* Bess. ЛЕ-НМ; ЕА.
Vitaceae. **Vitis amurensis* Rupr. ЛЕ-НМ; ВА.

Список литературы

1. Горшкова С. Г. Сем. СХ. ЛОХОВЫЕ – *ELAEAGNACEAE* LINDL. // Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 515–525.
2. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официал. изд. Благовещенск: БГПУ, 2009. 446 с.
3. Малышев Л. И., Пешкова Г. А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 265 с.
4. Старченко В. М. Флора Амурской области и вопросы её охраны: Дальний Восток России. М.: Наука, 2008. 228 с.
5. Тимченко Н. А., Старченко В. М. Облепиха в Амурской области // Естественные и технические науки. 2009. № 3. С. 131–134.
6. Чашин Я. Т. Местные и инородные деревья и кустарники в озеленении населённых пунктов Амурской области: дис. ... канд. биол. наук. Свободный, 1971. 164 с.
7. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
8. Калущий К. К., Болотов Н. А., Михайленко Д. М. Древесные экзоты и их насаждения: справ. изд. М.: Агропромиздат, 1986. 271 с.

References

1. Gorshkova S. G. Sem. CX. LOKHOVYE – *ELAEAGNACEAE* LINDL. // Flora SSSR. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1949. S. 515–525.
2. Krasnaya kniga Amurskoi oblasti: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy zhivotnykh, rastenii i gribov: ofitsial. izd. Blagoveshchensk: BGPU, 2009. 446 s.
3. Malyshev L. I., Peshkova G. A. Osobennosti i genezis flory Sibiri (Predbaikal'e i Zabaikal'e). Novosibirsk: Nauka, 1984. 265 s.
4. Starchenko V. M. Flora Amurskoi oblasti i voprosy ee okhrany: Dal'nii Vostok Rossii. M.: Nauka, 2008. 228 s.
5. Timchenko N. A., Starchenko V. M. Oblepikha v Amurskoi oblasti // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2009. № 3. S. 131–134.
6. Chashchin Ya. T. Mestnye i inorodnye derev'ya i kustarniki v ozelenenii naselennykh punktov Amurskoi oblasti: dis. ... kand. biol. nauk. Svobodnyi, 1971. 164 s.
7. Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). SPb.: Mir i sem'ya, 1995. 992 s.
8. Kalutskii K. K., Bolotov N. A., Mikhailenko D. M. Drevesnye ekzoty i ikh nasazhdeniya: sprav. izd. M.: Agropromizdat, 1986. 271 s.

Статья поступила в редакцию 19.10.2016; принята к публикации 05.12.2016

Received: October 19, 2016; accepted for publication: December 05, 2016

Библиографическое описание статьи

Старченко В. М., Тимченко Н. А., Бобенко В. Ф. О натурализации *Hippophaë rhamnoides* L. в окрестностях г. Благовещенск (Амурская область) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 114–120.

Reference to the article

Starchenko V. M., Timchenko N. A., Bobenko V. F. About Naturalization of *Hippophaë rhamnoides* L. in the Surroundings of Blagoveshchensk (Amur Oblast) // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 114–120.

ЗООЛОГИЯ

ZOOLOGY

УДК 574.583

Екатерина Юрьевна Афонина¹,
кандидат биологических наук,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: katar@mail.ru

Мыдыгма Цыбекмитовна Итигилова²,
кандидат биологических наук, доцент,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: imts49@mail.ru

Зоопланктон малых пойменных озёр бассейна реки Иля³

Представлены результаты исследований зоопланктона в июле 2014 г. трёх мелководных озёр, расположенных на территории национального парка «Алханай», в долинах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка. Водотоки с полугорным характером течения являются притоками реки Иля. Обследованные водоёмы являются пресноводными (0,3–0,7 мг/л) с pH 6,5–8,5. При сборе и обработке зоопланктонных проб использовались стандартные гидробиологические методы. Видовое разнообразие малых пойменных озёр слагалось из 54 таксонов рангом ниже рода, относящиеся к 36 родам, 22 семействам, 8 отрядам. В составе Rotifera отмечено 36 таксонов, Cladocera – 13 видов, Copepoda – 5. Общими для всех озёр являлись виды: *Testudinella patina*, *Lecane luna*, *Mytilina ventralis*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus quadridentatus quadridentatus*, *Polyartra remata*, *Ploesoma truncatum*, *Scapholeberis mucronata*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus truncatus*. Основу видового состава зоопланктона формировали широко распространённые виды. По биотической приуроченности преобладали литоральные и фитофильные виды. Значения численности и биомассы зоопланктона колебались от 40,65 тыс. экз./м³ и 95,44 мг/м³ до 352,15 тыс. экз./м³ и 563,53 мг/м³. В летнем планктоне водоёмов развивался копеподный зооценоз с преобладанием младшевозрастных стадий циклопов. Представленные показатели структуры и разнообразия зоопланктона соответствовали мезо-эвтрофному типу водоёмов. Вода в озёрах по видам-индикаторам зоопланктона характеризовалась как чистая (II класс чистоты воды).

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, пойменные озёра, бассейн реки Иля

¹ Е. Ю. Афонина – основной автор: обработка, анализ и обобщение полученных данных.

² М. Ц. Итигилова – сбор полевого материала и обобщение данных.

³ Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX.137.1.1.

Ekaterina Yu. Afonina¹,

*Candidate of Biology,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: kataf@mail.ru*

Mydygma Ts. Itigilova²,

*Candidate of Biology, Associate Professor,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16z Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: imts49@mail.ru*

Zooplankton in Small Floodplain Lakes of the Ilya River Basin³

We present the results of zooplankton research in three shallow lakes located in the territory of national park "Alkhanay", in valleys of the Dybyksa, Nizhnyaya Tangaya and Slavyanka rivers. These streams have mountain flow and are tributaries of the Ilya river. The lakes studied are freshwater (mineralization ranged from 0.3 to 0.7 mg/l) and pH ranged from 6.5 to 8.5. Standard hydrobiological methods were used in the collection and processing of zooplankton samples. Species diversity of small floodplain lakes was composed of 54 taxa, belonging to 36 genera, 22 families, 8 orders. 36 taxa were noted among *Rotifera*, *Cladocera* – 13 species, Copepoda – 5. Common species for all lakes were: *Testudinella patina*, *Lecane luna*, *Mytilina ventralis*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus quadridentatus*, *Polyartra remata*, *Ploesoma truncatum*, *Scapholeberis mucronata*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus truncatus*. Widespread species formed the basis of zooplankton species composition. According to biotopical characteristics, the littoral and phytophilous species dominated. The values of abundance and biomass of zooplankton ranged from 40.65 10³ ind./m³ and 95.44 mg/m³ to 352.15 10³ ind./m³ and 563.53 mg/m³. The zoocenoses of copepods inhabited in the small lakes during sampling data, the Cyclops juvenile stages prevailed. Presented indicators of zooplankton structure and diversity corresponded to meso-eutrophic type of lakes. The water in the lakes for the indicator species of zooplankton was characterized as pure (II water purity class).

Keywords: zooplankton, species composition, number, biomass, floodplain lakes, the Ilya river basin

Введение. Изучение разнообразия планктоценозов является актуальным для понимания особенностей функционирования водных экосистем в различных природно-территориальных комплексах. Высокое видовое богатство планктонных сообществ вносит существенный вклад в биоразнообразие водных сообществ на региональном и глобальном уровнях [3; 16, с. 522]. В современной экологии континентальных водоёмов основное внимание уделяется в большей мере наиболее значимым в хозяйственном отношении объектам – крупным озёрам, рекам, водохранилищам. В то же время, гидробиологический режим небольших естественных водоёмов остаётся менее изученным, что связано, прежде всего, с их многочисленностью и разнообразием характеристик, что особенно затрудняет проведение мониторинговых исследований [7, с. 216]. Пойменные озёра являются важным элементом ландшафта. Неправильное управление природными ресурсами приводит к деградации и исчезновению этих экосистем, известных высоким уровнем биоразнообразия и экологической ценности [9; 17, с. 349]. Пойменные озёра играют существенную роль в системе реки. Они представляют собой геохимический барьер (уменьшение притока питательных веществ и загрязняющих веществ в реку) [18, с. 288], обеспечивают укрытие для животных после наводнений на реках [7, с. 216], представляют собой среду обитания для гидробионтов [19, с. 39].

Цель работы – выявление видового разнообразия и структуры планктонных беспозвоночных трёх пойменных озёр, расположенных в бассейне реки Илья (бассейн Верхнего Амура).

Материалы и методы исследования. Гидробиологические исследования проводились в июле 2014 г. на мелководных озёрах, расположенных на территории национального парка «Алханай», в долинах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка. Реки являются прито-

¹ E. Yu. Afonina is the main author: processing, analysis and generalization of the obtained data.

² M. Ts. Itigilova – field materials collection and generalization of the data.

³ The work was carried out under the project of Fundamental Research No. IX.137.1.1.

ками I порядка р. Иля или притоками II порядка р. Онон и относятся к водотокам Верхнеамурского бассейна Тихоокеанского стока. Реки характеризуются полугорным характером течения, их длина не превышает 12 км (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые гидрохимические параметры обследованных озёр

Озёра	Координаты	Т °С	pH	Σ _{ионов}
В пойме реки Дыбыкса	N 50°54'84" E 113°13'36"	21,5	8,47	0,695
В пойме реки Нижняя Тангая	N 50°55' 64" E 113° 09' 74"	21,3	7,45	0,326
В пойме реки Славянка	N 50°54' 06" E 113°09' 33"	20,7	6,46	0,350

Обследованные озёра представляют собой старичные водоёмы с заросшими водной растительностью берегами. Грунты – илистые с остатками перепревшей листвы и травы. Вода имеет коричневатый цвет. Отбор проб осуществлялся в литоральной зоне, на глубине до 1 м. При сборе материала использовали гидробиологический сачок из капронового сита диаметром ячеи 0,094 мм, через который процеживали 100 л воды. Камеральную обработку фиксированных 4 %-м формалином образцов проводили в лабораторных условиях с использованием стандартной методики [11]. Данные по биомассе зоопланктона получали путём определения индивидуальной массы организмов с учётом их размера [1, с. 169–172]. Идентификацию видов зоопланктона проводили по определителям [8; 14; 15]. По качественному составу зоопланктона определяли трофность озера [13]. Для оценки разнообразия, выявления структуры ценозов и обилия отдельных видов использовали индекс видового богатства Шеннона-Уивера по численности и индекс выравненности Пиелу [12, с. 41]. Коэффициент общности видового состава зоопланктона рассчитывали по индексу видового сходства Чекановского-Сьеренсена [2, с. 160]. При оценке экологического состояния водоёмов использовали метод Пантле-Бука в модификации Сладечека, оценивающийся по индикаторной значимости отдельных видов. Величины индикаторной значимости видов брали из работ [4, с. 477–479; 10].

Результаты и их обсуждение. Общий список видового состава планктонных беспозвоночных включал 54 таксона рангом ниже рода, относящиеся к 36 родам, 22 семействам, 8 отрядам (табл. 2, 3).

Таблица 2

Таксономическая структура зоопланктона пойменных озёр, расположенных в долинах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка (июль 2014 г.)

Таксоны	Класс	Отряд	Семейство	Род	Вид и подвид
<i>Rotifera</i>	2	5	16	20	36
<i>Copepoda</i>	1	1	1	4	5
<i>Cladocera</i>	1	2	5	12	13
Итого	4	8	22	36	54

Таблица 3

Таксономический состав и эколого-географическая характеристика зоопланктона пойменных озёр, расположенных в долинах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка (июль 2014 г.)

Таксон	Зоогеография	Экология	Сапробность	Озеро в пойме реки Дыбыкса	Озеро в пойме реки Нижняя Тангая	Озеро в пойме реки Славянка
Тип ROTIFERA Cuvier, 1798 Класс Archeorotatoria, Markevich, 1990 Отряд Bdelloida Hudson, 1884 gen. sp.	–	–	–	+	+	+
Семейство Philodinidae Ehrenberg, 1838 <i>Philodina</i> sp.	–	–	–	–	+	–

Таксон	Зоогеография	Экология	Сапробность	Озеро в пойме реки Дыбыкса	Озеро в пойме реки Нижняя Тангай	Озеро в пойме реки Славянка
Семейство Habrotrochidae Bryce, 1910 <i>Habrotrocha</i> sp.	–	–	–	+	–	+
Семейство Philodinidae Bryce, 1910 <i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	–	–	+	–	
Класс Eurotatoria Markevich, 1990 Отряд Protoramida Markevich, 1990 Семейство Testudinellidae Haring, 1913 <i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	К	Eut	β	+	+	+
Отряд Transversiramida Markevich, 1990 Семейство Lecanidae Remane, 1933 <i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	К	L, Ph	o-β	+	+	+
<i>L. quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	К	L, Ph	o-β	–	+	–
<i>L. unguolata</i> (Gosse, 1887)	К	L, Ph	o-β	–	–	+
<i>L. bulla</i> (Gosse, 1886)	К	L	o	–	+	+
Семейство Trichotriidae Haring, 1913 <i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1832)	Г	L	o	–	–	+
<i>T. similis</i> (Stenroos, 1898)	Г	L, Ph	o	–	–	+
Семейство Mytilinidae Haring, 1913 <i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	Г	L	o	+	+	+
<i>M. ventralis ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	Г	L	o	+	–	+
Семейство Euchlanidae Ehrenberg, 1838 <i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	К	L	o-β	+	–	–
<i>E. dilatata</i> Ehrenberg, 1832	К	Eut	o-β	+	+	+
<i>E. incisa</i> Carlin, 1939	К	L	o-β	–	–	+
<i>E. meneta</i> Myers, 1930	Г, П	L, Ph	o	+	–	–
Семейство Brachionidae Ehrenberg, 1838 <i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> Hermann, 1783	К	Eut	β	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	К	Eut	o-β	–	+	–
<i>K. cochlearis</i> (Gosse, 1851)	К	Eut	o	–	+	–
<i>K. serrulata curvicornis</i> Rylov, 1926	К	L	–	–	–	+
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	К	Pl	o	–	+	–
Отряд Saertiramida Markevich, 1990 Семейство Notommatidae Hudson et Gosse, 1886 <i>Notommata glyphura</i> Wulfert, 1935	К	L	–	–	–	+
<i>Cephalodella</i> sp.	–	–	–	–	–	+
Семейство Trichocercidae Haring, 1913 <i>Trichocerca rattus</i> (Müller, 1776)	Г	Eut	o-β	+	–	–
<i>T. capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	Г	L	o	–	+	–
<i>T. bidens</i> (Lucks, 1912)	Г	L	–	–	+	+
<i>T. multictinis</i> (Kellicott, 1897)	Г	Pl	–	–	+	–
Семейство Gastropodidae Haring, 1913 <i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	Г, О	Eut	o	–	+	–
Семейство Synchaetidae Hudson et Gosse, 1886 <i>Polyarthra euryptera</i> Wierzejski, 1891	Г	Eut	o	–	+	–
<i>P. major</i> Burckhardt, 1900	Г	Eut	o	–	+	–
<i>P. remata</i> Skorikov, 1896	Г	Eut	o	+	+	+
Семейство Dicranophoridae Haring, 1913 <i>Dicranophorus grandis</i> (Ehrenberg, 1832)	Г, О	L, Ph	o-β	–	–	+
<i>Dicranophorus</i> sp.	–	–	–	+	–	–
<i>Encentrum</i> sp.	–	–	–	+	+	–
Семейство Ploesomidae Markevich, 1990 <i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	Г	L	o	+	+	+

Отряд Saltiramida Markevich, 1989 Семейство Asplanchnidae Eckstein, 1883 <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	К	Eut	o	–	+	+
Тип ARTHROPODA Надкласс Crustacea Класс Branchiopoda Latreille, 1816 Надотряд Cladocera Отряд Stenopoda Sars, 1865 Семейство Sididae Baird, 1850 <i>Sida crystallina</i> (Müller, 1776)	П	Ph	o	–	–	+
Отряд Аноморода Sars, 1865 Семейство Daphniidae Straus, 1820 <i>Simoccephalus vetulus</i> (Müller, 1776)	П	L, Ph	o-β	+	–	–
<i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776)	П	L, Ph	β	+	+	+
Семейство Bosminidae Sars, 1865 <i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	К	Eut	o-β	–	+	+
Семейство Euryceridae Kurz, 1875 <i>Eurycerus lamellatus</i> (Müller, 1785)	Г, Э, Н	Bt, Ph	o	–	–	+
Семейство Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894 <i>Pleuroxus truncatus</i> (Müller, 1785)	П	L	o	+	+	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)	К	L, Ph	o	–	–	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	К	Eut	β	+	+	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	Г	L, Ph	o-β	–	+	+
<i>A. costata</i> Sars, 1862	К	L, Ph	o	–	–	+
<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862	К	Eut	o	+	–	+
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1843	К	L, Ph	o-β	–	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	К	L, Bt	–	–	–	+
Класс Maxillopoda Edwards, 1840 Подкласс Соперода Edwards, 1840 Надотряд Podoplea Giesbrecht, 1882 Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834 Семейство Cyclopidae Dana, 1853 <i>Macrocylops albidus</i> (Jurine, 1820)	П	Bt, L	β	–	–	+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	К	Eut	β	+	–	–
<i>E. denticulatus</i> Uljanin, 1875	П	Bt	–	–	–	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	П	Eut	o	–	–	+
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	К	Eut	–	–	+	–
Отряд Нагпacticoida Sars, 1903	–	–	–	+	–	–
Всего таксонов:				23	29	36
<p><i>Примечание:</i> знак «–» означает, что данных не обнаружено. Зоогеография: К – космополиты; Г – Голарктическая область; П – Палеарктическая область; О – Ориентальная область; Э – Эфиопская область; Н – Неотропическая область. Экология: Pl – планктонный; Bt – бентический; L – литоральный; Ph – фитофильный; Eut – эвритопный. Сапробность: o – олигосапробность; β – бетамезосапробность; o-β – олиго-бетамезосапробность</p>						

В составе зоопланктона по числу видов доминировали коловратки – 36 таксонов или 66,7 % от общего видового списка. Наибольшей видовой насыщенностью обладали семейства Brachionidae (5 видов и подвидов) и Lecanidae, Euchlanidae, Trichocercidae, содержащие по 4 вида. Такие коловратки, как *T. patina*, *L. luna*, *M. ventralis*, *E. dilatata*, *B. quadridentatus quadridentatus*, *P. remata*, *P. truncatum*, встречались во всех обследованных водоёмах. Следует отметить, что в озёрах разнообразно были представлены бделлоидные коловратки, предпочитающие заросшие водной растительностью береговые зоны. Фауна ветвистоусых ракообразных составляла 24,1 % от общего числа видов зоопланктона (13 видов). Самым многочисленным в видовом отношении являлось семейство Chydoridae, представленное 8 видами. К общим видам относились представители литоральных сообществ: *S. mucronata*, *Ch. sphaericus*, *P. truncatus*.

Среди веслоногих ракообразных определено 5 видов (9,2 %) из семейства Cyclopidae. Обитатели стоячих и малопотоковых водоёмов Calanoida не отмечались. Представители Нагпacticoida встречались только в озере реки Дыбыксы.

Общее число видов животных планктона в озёрах составляло 23–36. Зоопланктон малых водоёмов является достаточно видоспецифичным, что отражено в значениях индексов видового сходства Чекановского-Сьеренсена (0,46–0,50). Бóльшее значение данного индекса со-

ответствовало пойменным озёрам, расположенным в долинах рек Дыбыкса и Нижняя Тангая, меньшее – Дыбыкса и Славянка. Высокое видовое разнообразие зоопланктона обследованных водоёмов также характерно и для других пойменных озёр реки Иля [5].

Коэффициент трофии, рассчитанный по списку видов, соответствовал гипертрофному типу водоёма. Так, для пойменного озера р. Славянка значение коэффициента соответствовало 5, для озера реки Дыбыкса – 7, для озера реки Нижняя Тангая – 21. В зоогеографическом отношении зоопланктон озёр в большей мере представлен широко распространёнными видами (50 %), голаркты и палеаркты составляли, соответственно, 35 и 15 %. По биотопической приуроченности преобладали литоральные и фитофильные виды (55 %), к эврибионтам относились 35 %, доля планктонных и бентосных форм составляла 5 и 6 % соответственно. В составе зоопланктона отмечен 41 вид-индикатор различных зон сапробности. Из них 53 % относится к видам, развивающимся в олигосапробных условиях, 32 % – индикаторы переходной между олиго- и β-мезосапробной зоной, 15 % – β-мезосапробы.

Значения численности и биомассы зоопланктона составляли, соответственно, от 40,65 тыс. экз./м³ и 95,44 мг/м³ до 352,15 тыс. экз./м³ и 563,53 мг/м³ (табл. 4).

Таблица 4

Показатели структуры и разнообразия зоопланктона пойменных озёр, расположенных в долинах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка (июль 2014 г.)

Водоём		Озеро (река Дыбыкса)	Озеро (река Нижняя Тангая)	Озеро (река Славянка)
N, тыс. экз./м ³		105,05	352,15	40,65
B, мг/м ³		231,23	563,53	95,44
N%	<i>Rotifera</i>	30	11	11
	<i>Copepoda</i>	68	82	67
	<i>Cladocera</i>	2	7	22
B%	<i>Rotifera</i>	10	8	4
	<i>Copepoda</i>	87	56	36
	<i>Cladocera</i>	3	36	60
H _{бит}		2,12	1,34	2,07
e		0,46	0,29	0,45
Доминирующий состав		Cyclopidae, <i>E. dilatata</i> , <i>M. ventralis</i>	Cyclopidae, <i>B. longirostris</i>	Cyclopidae, <i>B. longirostris</i> , <i>Ch. sphaericus</i>

Примечание: N – численность; B – биомасса; H_{бит} – индекс Шеннона-Уивера по численности; e – индекс Пиелу

В период отбора проб в планктоне пойменных водоёмов доминировали младшевозрастные стадии циклопов, которым принадлежало 67–82 % всей численности и 36–87 % всей биомассы. Причём, во всех озёрах встречались разные виды веслоногих рачков: в озере долины реки Дыбыкса – *E. serrulatus*, в озере реки Славянка – *E. denticulatus*, *M. albidus*, *M. leuckarti*, в озере реки Нижняя Тангая – *T. crassus*. Сопутствующие виды также были разными: в озере реки Дыбыкса – коловратки *E. dilatata* (6 % суммарной численности) и *M. ventralis* (5 %); в озере реки Нижняя Тангая – ветвистоусый рачок *B. longirostris* (5 % по численности и 26 % по биомассе); в озере реки Славянка – ракообразные *B. longirostris* (9 % и 29 % соответственно) и *Ch. sphaericus* (9 % и 9 %).

Обследованные пойменные водоёмы, согласно индексу сапробности (1,24–1,40), соответствовали II классу (чистые воды).

Заключение. Исследования животных планктона трёх мелководных озёр, расположенных в поймах рек Дыбыкса, Нижняя Тангая и Славянка, показали, что в них в большей мере развивался озёрно-прудовый комплекс видов, приуроченный к тепловодному комплексу умеренных широт, характеризующийся большой экологической пластичностью и широким распространением. Общее число видов гидробионтов в озёрах равнялось, соответственно, 23, 29 и 36. Общая численность зоопланктона изменялась от 40,65 до 352,15 тыс. экз./м³, общая биомасса – от 95,44 до 563,53 мг/м³. Во всех озёрах отмечался копеподный тип зоопланктоценоза с преобладанием науплиальных и копеподитных стадий Cyclopidae. Второстепенными видами являлись литоральные виды коловраток (озеро реки Дыбыкса) и эвритопные клadoцеры (озёра рек Нижняя Тангая и Славянка).

Список литературы

1. Балушкина Е. Б., Винберг Г. Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1979. С. 169–172.
2. Вайнштейн Б. А. Об оценке сходства между биоценозами // Биология, морфология и систематика водных организмов. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 156–164.
3. Гиляров А. М. Связь биоразнообразия с продуктивностью – наука и политика // Природа. 2001. № 2. С. 20–24.
4. Ермолаева Н. И., Двуреченская С. Я. Региональные индексы индикаторной значимости зоопланктонных организмов в водоёмах юга Западной Сибири // Экология. 2013. № 6. С. 476–480.
5. Итигилова М. Ц., Афонина Е. Ю. Зоопланктон // Биологическое разнообразие национального парка «Алханай»: результаты современных исследований. Труды национального парка «Алханай». Чита: Экспресс-изд-во, 2009. Вып. 1. С. 168–172.
6. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
7. Крылов А. В. Межгодовые изменения летнего зоопланктона пойменных озёр р. Хопёр // Поволж. экол. журн. 2014. № 2. С. 216–226.
8. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. 744 с.
9. Лобуничева Е. В. Зоопланктон малых водоёмов разных ландшафтов Вологодской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.18. Борок, 2009. 19 с.
10. Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: Изд-во Зоологич. ин-та АН СССР, 1974. 60 с.
11. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 28 с.
12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 198 с.
13. Мяземтс Ф.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озёра. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С. Я. Цалолихина. Т. 2: Ракообразные. СПб.: Наука, СПб. отд-ние, 1995. С. 34–128.
15. Смирнов Н. Н. Chydoridae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1971. Т. 1, вып. 2. 531 с.
16. Duffy J. E., Cardinale B. J., France K. E., McIntyre P. B., Thebault E., Loreau M. The functional role of biodiversity in ecosystems: incorporating trophic complexity // Ecology Letters. 2007. Vol. 10. I. 6. PP. 522–538.
17. Hillbricht-Ilkowska A. Shallow lakes in lowland river systems: Role in transport and transformations of nutrients and in biological diversity // Hydrobiologia. 1999. 408/409. PP. 349–358.
18. Lake P. S., Bond N. R. Australian futures: freshwater ecosystems and human water usage // Futures. 2007. 39: 288–305.
19. Shiel R. J., Green J. D., Nielsen D. L. Floodplain biodiversity: why are there so many species? // Hydrobiologia. 1998. 387/388: 39–46.

References

1. Balushkina E. B., Vinberg G. G. Zavisimost' mezhdru massoi i dlinoi tela u planktonnykh zhyvotnykh // Obshchie osnovy izucheniya vodnykh ekosistem. L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1979. S. 169–172.
2. Vainshtein B. A. Ob otsenke skhodstva mezhdru biotsenozami // Biologiya, morfologiya i sistematika vodnykh organizmov. L.: ZIN AN SSSR, 1976. S. 156–164.
3. Gilyarov A. M. Svyaz' bioraznoobraziya s produktivnost'yu – nauka i politika // Priroda. 2001. № 2. S. 20–24.
4. Ermolaeva N. I., Dvurechenskaya S. Ya. Regional'nye indeksy indikatornoi znachimosti zooplanktonnykh organizmov v vodoemakh yuga Zapadnoi Sibiri // Ekologiya. 2013. № 6. S. 476–480.
5. Itigilova M. Ts., Afonina E. Yu. Zooplankton // Biologicheskoe raznoobrazie natsional'nogo parka «Alkhanai»: rezul'taty sovremennykh issledovaniy. Trudy natsional'nogo parka «Alkhanai». Chita: Ekspress-izd-vo, 2009. Vyp. 1. S. 168–172.
6. Kiselev I. A. Plankton morei i kontinental'nykh vodoemov. L.: Nauka, 1969. T. 1. 658 s.
7. Krylov A. V. Mezhhodovoye izmeneniya letnego zooplanktona poimennykh ozer r. Koper // Povolzh. ekol. zhurn. 2014. № 2. S. 216–226.
8. Kutikova L. A. Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria). L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1970. 744 s.
9. Lobunicheva E. V. Zooplankton malyykh vodoemov raznykh landshaftov Vologodskoi oblasti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16, 03.00.18. Borok, 2009. 19 s.
10. Makrushin A. V. Bibliograficheskii ukazatel' po teme «Biologicheskii analiz kachestva vod» s prilozheniem spiska organizmov-indikatorov zagryazneniya. L.: Izd-vo Zoologich. in-ta AN SSSR, 1974. 60 s.
11. Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh. L.: GosNIORKh, 1982. 28 s.
12. Megarran E. Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie. M.: Mir, 1992. 198 s.
13. Myaemets F. Kh. Izmeneniya zooplanktona // Antropogennoe vozdeistvie na malye ozera. L.: Nauka, 1980. S. 54–64.
14. Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii / pod red. S. Ya. Tsalolikhina. T. 2: Rakoobraznye. SPb.: Nauka, SPb. otd-nie, 1995. S. 34–128.
15. Smirnov N. N. Chydoridae fauny mira // Fauna SSSR. Rakoobraznye. L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1971. T. 1, vyp. 2. 531 s.
16. Duffy J. E., Cardinale B. J., France K. E., McIntyre P. B., Thebault E., Loreau M. The functional role of biodiversity in ecosystems: incorporating trophic complexity // Ecology Letters. 2007. Vol. 10. I. 6. PP. 522–538.
17. Hillbricht-Ilkowska A. Shallow lakes in lowland river systems: Role in transport and transformations of nutrients and in biological diversity // Hydrobiologia. 1999. 408/409. PP. 349–358.

18. Lake P. S., Bond N. R. Australian futures: freshwater ecosystems and human water usage // *Futures*. 2007. 39: 288–305.

19. Shiel R. J., Green J. D., Nielsen D. L. Floodplain biodiversity: why are there so many species? // *Hydrobiologia*. 1998. 387/388: 39–46.

Статья поступила в редакцию 15.12.2016; принята к публикации 14.01.2017

Received: December 15, 2016; accepted for publication: January 14, 2017

Библиографическое описание статьи

Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Зоопланктон малых пойменных озёр бассейна реки Иля // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 121–128.

Reference to the article

Afonina E. Yu., Itigilova M. Ts. Zooplankton in Small Floodplain Lakes of the Ilya River Basin // *Scholarly Notes of Transbaikalian State University. Series Biological sciences*. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 121–128.

УДК 576.8:639.3.09

Валерий Павлович Горлачев¹,
доктор педагогических наук, профессор,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: valeriigorlachev@mail.ru

Евгения Павловна Горлачева²,
научный сотрудник,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: gorl_ iht@mail.ru

Инвазии рыб Верхнеамурского бассейна³

Инвазии рыб – это проникновение рыб в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (обычно естественного) ареала. Инвазии могут приводить к глубокой перестройке ценозов и представлять угрозу устойчивости экосистем. Из 48 видов рыб, отмеченных в водоёмах Верхнеамурского бассейна, 11 видов являются инвазийными. Пелядь, омуль, белый и пёстрый толстолобики, белый амур и окунь расширили свой ареал на территории Забайкалья за счёт осознанного вмешательства человека. Амурская трегубка, ханкинский и маньчжурский пескари, пескарь-лень, ротан-головёшка расширили свой ареал самостоятельно или при внеплановом воздействии на этот процесс человека. Дана оценка основных направлений инвазии рыб, анализируются показатели их линейного и весового роста, характер питания, пищевые взаимоотношения, описаны последствия инвазии рыб для водоёмов Верхнеамурского бассейна. Выявлено, что течение инвазии проходит по двум направлениям: с запада на восток и с востока на запад. Первое направление осуществлялось, как правило, при вмешательстве человека, второе проходило спонтанно, непреднамеренно. Описанные инвазии имеют как положительный, так и отрицательный результат. Преднамеренные инвазии имеют, как правило, положительное значение, но требуют постоянной поддержки. Непреднамеренные инвазии могут иметь далеко идущие отрицательные последствия, что показано на примере широкой инвазии ротана-головёшки.

Ключевые слова: инвазии, ареал, экосистемы, интродукция, Забайкальский край, Верхнеамурский бассейн, пелядь, омуль, белый амур, белый и пёстрый толстолобики, амурская трегубка, ханкинский и маньчжурский пескари, пескарь-лень, ротан-головёшка

¹ В. П. Горлачев – основной автор: сбор полевого материала, анализ и обобщение данных.

² Е. П. Горлачева – камеральная обработка собранных материалов, обобщение полученных материалов.

³ Работа выполнена в рамках проекта ФНИ ИХ. 137.1.1.

Valerii P. Gorlachev¹,
Doctor of Pedagogy, Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: valeriigorlachev@mail.ru

Yevgeniya P. Gorlacheva²,
Researcher,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: gorl_ iht@mail.ru

Fish Invasion in the Upper Amur Basin³

Fish invasion is fish penetration to the eco-systems located outside the territory of its original (usually natural) distribution. Such invasion can result in a deep cenosis restructuring and pose a threat to the stability of the ecosystem. 11 species out of 48 fish species registered in the waters of the Upper Amur basin are invasive. Pelyad, omul, white and bighead carp, grass carp and perch expanded its range in the territory of Transbaikalia due to human conscious intervention. Amur three lips, Manchurian and Chanka gudgeons, lazy gudgeon, Amur sleeper expanded their area by themselves or by human unscheduled impacts on the process. Estimation of the main directions of fish invasion is given in the article. Indicators of their linear and weight growth, feeding, food relationships are also analyzed and the effects of fish invasion for the Upper Amur basin water bodies are described. It was revealed that fish invasion flow goes in two directions: from the west to the east and from the east to the west. The first direction was carried out, generally with human interference; the second one took place spontaneously, unintentionally. Fish invasion described has both positive and negative result. Deliberate invasion is usually positive, but it requires continuous support. Unintentional invasion may have far-reaching negative consequences, as it is illustrated by the example of the Amur sleeper wide invasion.

Keywords: invasion, range, ecosystems, introduction, Zabaikalsky krai, Upper Amur Basin, pelyad, omul, white amur, white and bighead carp, grass carp, Amur three lips, Manchurian and Chanka gudgeons, lazy gudgeon, Amur sleeper

Введение. В современную эпоху глобальных антропогенных преобразований, строительства мощных промышленных и энергетических объектов, транспортных артерий, экологических катастроф и потрясений аборигенная флора и фауна в большинстве случаев исчезают или сохраняются на ограниченных территориях. Это, как правило, приводит к снижению биоразнообразия, устойчивости экосистем и биопродуктивности. Ухудшение экологической ситуации, снижение биоразнообразия, устойчивости экосистем происходит как за счёт прямого уничтожения, так и за счёт подавления и замещения аборигенных видов инвазийными. Под биологической инвазией мы, соглашаясь с Ю. Ю. Дгебуадзе, понимаем все случаи проникновения живых организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (обычно естественного) ареала [12].

В настоящее время считается, что вредные инвазионные виды представляют собой вторую по значимости угрозу биоразнообразию, значительную угрозу устойчивости естественных экосистем, сохранению биоресурсов и угрозу здоровью людей. Этот вывод нашёл отражение в Конвенции о биологическом разнообразии и Глобальной программе по вредным чужеродным видам. Россией поддержаны эти документы и разработана своя «Национальная стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия». Согласно этой стратегии интродукция и саморасселение инвазийных видов, распространение болезней животных и растений, сопряжённые с инвазией, признаны одной из основных угроз биоразнообразию России [16; 18]. Это придаёт особую актуальность вопросам изучения инвазионных процессов, в том числе и вопросам инвазии рыб во внутренних водоёмах Забайкалья.

Материалы и методы исследования. Материалом для работы послужили результаты собственных сборов по рыбам Верхнеамурского бассейна и анализ литературных материа-

¹ V. P. Gorlachev is the main author: collection of field data, analysis and summarizing data.

² E. P. Gorlacheva – office processing of collected materials, generalization of the obtained materials.

³ The work is done in the framework of the project, FNI IX. 137.1.1.

лов по инвазийным видам. Определение биологических, морфологических показателей и анализ питания проводились согласно стандартным методикам.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что изучение инвазионных процессов на территории Забайкалья отражено в целом ряде работ [3; 7; 15], отдельно для Верхнеамурского бассейна этот вопрос не рассматривался, хотя он и представляет определённый интерес. Специфика Забайкальского края заключается в том, что этот крупнейший регион России является Восточной частью обширного Центрально-Азиатского мирового водораздела бассейнов Тихого и Северного Ледовитого океанов. Приуроченность Забайкальского края к мировому водоразделу Тихого и Северного Ледовитого океанов привела к тому, что водоёмы этого региона относятся к четырём водосборным бассейнам: Байкальскому, Ленскому, Амурскому и Торейскому бессточному бассейнам. Великий водораздел в совокупности с большой протяжённостью территории региона, сложным рельефом, суровым континентальным, а в котловинах и долинах северных регионов и ультраконтинентальным, климатом [13] способствовали географической изоляции и фаунистической обособленности рыб разных частей этого региона.

Г. Л. Карасев [15] в схеме зоогеографического районирования рыб Восточной Сибири выделял три крупных самостоятельных подокруга – Байкалорифтовый, Ленский и Верхнеамурский. Хотя Забайкальский край включает территории всех трёх подокругов, в Верхнеамурский входит большая часть площади Забайкальского края (56 %). В Верхнеамурский подокруг входят водосборные площади рек Ингода, Оленгуй, Онон, Шилка, Аргунь и их многочисленные притоки. В пределах этого подокруга выделяется Восточно-Забайкальский район с Ингодино-Ононским и Шилкинским подрайонами и Даурский район с Аргунским и Далай-Буирским подрайонами.

В настоящее время в водоёмах Забайкальского края зарегистрировано 67 видов и разновидностей рыб, относящихся к 15 семействам. Из них 48 видов отмечены в Верхнеамурском бассейне [3]. Из них 11 видов ранее не встречались на территории Верхнеамурского бассейна и являются инвазионными, к числу которых относятся пелядь, омуль, белый амур, белый и пёстрый толстолобик, трегубка, ханкинский и маньчжурский пескари, пескарь-лень, окунь и ротан-головёшка.

Таким образом, инвазионными для Верхнеамурского бассейна являются 16,7 % рыб. При этом все инвазионные виды Верхнеамурского бассейна можно разделить на две группы: расширившие свой ареал за счёт вмешательства человека осознанно и расширившие свой ареал самостоятельно или при внеплановом воздействии на этот процесс человека.

К антропогенной интродукции можно отнести пелядь, омуля, белого и пёстрого толстолобиков, белого амура и окуня. Инвазия всех остальных инвазионных видов является непреднамеренной, возникшей в результате самостоятельного расселения вида, связанного с преодолением границ нативного ареала.

Преднамеренная антропогенная интродукция

Окунь

Первая работа по вселению чужеродного вида в пределы Верхнеамурского бассейна была выполнена в 1919 г. крестьянином Афанасьевым, который перевёз 160 разновозрастных окуней из озера Иван, входящего по классификации Г. Л. Карасева [15] в состав Ленского подокруга, в озеро Кенон, расположенное в западной части Верхнеамурского подокруга. Переселение было осуществлено с целью повышения рыбопродуктивности озера Кенон. Переселённый в озеро Кенон окунь не только быстро акклиматизировался и натурализовался, но и оказал заметное влияние на структуру ихтиоценоза этого водоёма. Исчез из озера обыкновенный голянь, голянь Чекановского и шиповка, резко сократилась численность щуки, сома и исчез аборигенный карась.

Начальный период акклиматизации окуня в озере Кенон характеризовался высокими темпами его линейного и весового роста, о чём свидетельствуют материалы Амурской ихтиологической экспедиции [17]. В дальнейшем темпы линейного и весового роста окуня озера Кенон заметно снизились, что отражено на рис. 1.

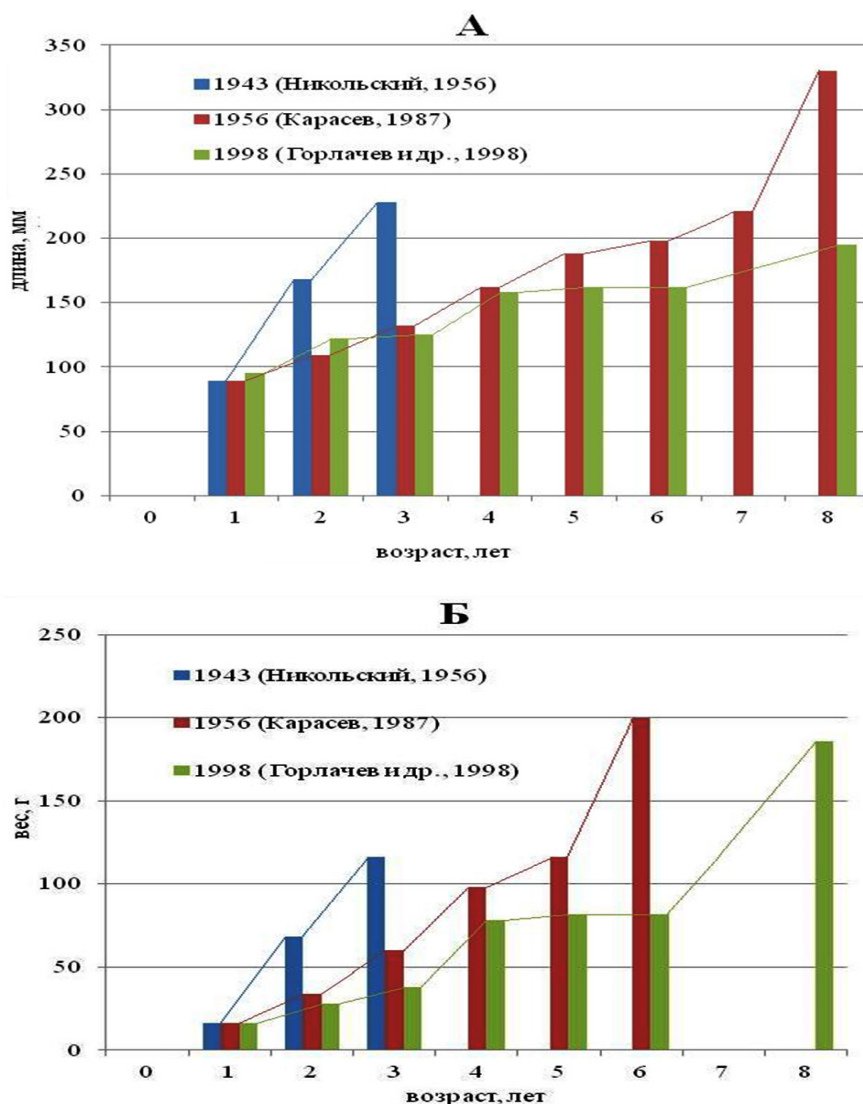


Рис. 1. Темпы линейного (А) и весового (Б) роста окуня в озере Кенон
Fig. 1. The rates of linear (A) and weight (B) growth of perch in Lake Kenon

Как видно из рис. 1, в 1943 г. темпы линейного роста в возрасте 3 лет были выше, чем в 1989 г. в возрасте 8 лет, а вес четырёхлеток в 1943 г. был примерно такой же, как и у восьмилеток в 1989 г. Самый крупный экземпляр окуня, добытый в озере Кенон в августе 1944 г., составлял в длину 46 см [17]. В 70-е гг. XX в. показатели линейно-весового роста занимали промежуточное положение между 1943 г. и 1989 г.

После строительства на берегу озера Кенон ТЭЦ и ввода её в эксплуатацию популяционная структура окуня изменилась. Произошло сокращение возрастного ряда с 18 до 9 групп. Вместо моллюсков, гаммарид и молоди рыб основу питания окуня начали составлять хирономиды. Это, вероятно, связано с накоплением в грунтах сульфатов, сероводородного загрязнения грунтов и, как следствие, гибелью моллюсков и гаммарид. После ввода в эксплуатацию ТЭЦ периодически начала отмечаться гибель окуня. Сокращение темпов роста окуня в озере Кенон привело к тому, что в конце XX в. весовые показатели окуня старших возрастных групп в озере Кенон были значительно ниже, чем в Ивано-Арахлейских озёрах [3; 6; 8].

Хотя озеро Кенон находится в Верхнеамурском бассейне, прямых связей озера с реками этого бассейна нет, поэтому была надежда, что окунь из озера Кенон не попадёт в реки Верхнеамурского бассейна. На недопустимость и опасность инвазии окуня в бассейн Амура указывал в свое время ещё Г. В. Никольский. Однако надежды на нераспространение окуня не оправдались.

В 1968 г. членами охотничьего общества г. Шилка половозрелые особи окуня были завезены в Верхне-Дарасунские пруды, из которых по реке Нерча они попали в бассейн реки Шилка. В 1983 г. нами были зафиксированы сравнительно высокие концентрации окуня в Шилкинских карьерных водоёмах, имеющих периодическую связь с рекой Шилка. По морфологическим признакам окунь из карьерных водоёмов незначительно отличался от окуня из озера Кенон, но по линейно-весовым показателям был выше, чем в озере Кенон [2].

Хотя на ранних этапах инвазии окуня были разработаны рекомендации по уничтожению локальных очагов обитания окуня, они не были выполнены [15]. За последние годы инвазия окуня в водоемах Верхнеамурского бассейна усиливается. Он зарегистрирован в нижнем течении реки Нерча, верхнем и среднем течении реки Шилка, в устьевых участках рек Онон и Ага, нижнем и среднем течении реки Ингода [3; 9]. Из-за снижения в Верхнеамурском бассейне численности тайменя, ленка, амурского плоскоголового жереха, щуки и других хищных рыб, темпы инвазии окуня должны возрасти, а периодические наводнения в бассейне Амура могут привести к быстрому распространению окуня по всему бассейну, что может иметь непоправимые последствия для ихтиофауны не только мелких рыб семейства карповых, но и ценных промысловых рыб, молодь которых может потребляться окунем в массовом количестве.

Омуль и пелядь

В бассейне Верхнего Амура эти виды вселялись в Краснокаменское водохранилище, озёра Бальзино, Арей, Укшинда и ряд других озёр Ононской группы, расположенных в пойме реки Онон, характеризующихся повышенным содержанием солей и богатой кормовой базой. Наблюдения за скоростью линейного и весового роста этих рыб, их упитанностью, характером питания и пищевыми взаимоотношениями проводились в разные годы на Краснокаменском водохранилище и озёрах Ононской группы. В целом, можно констатировать, что интродукция омуля и пеляди в различные водоёмы Забайкальского края имела положительный эффект.

В табл. 1 отражены показатели линейного и весового роста омуля в Краснокаменском водохранилище, озере Укшинда и для сравнения в озёрах Арахлей и Байкал. Как видно из таблицы, вес омуля в Краснокаменском водохранилище и в озере Укшинда превышал 300 г уже в возрасте 3 лет, тогда как в озёрах Арахлей и Байкал такого веса омуль достигает в пятилетнем и шестилетнем возрасте. И это не является случайным. Как в Краснокаменском водохранилище, так и в солоноватоводных озёрах Ононской группы отмечалась обильная кормовая база: в водохранилище преобладал рачковый зоопланктон, в озёрах – многочисленные гаммариды.

Таблица 1

Линейный (1 мм) и весовой (2 г) рост омуля

Возраст	Показатель	Водоёмы				
		Краснокаменское водохранилище	озеро Укшинда	озеро Цаган-Нур	озеро Арахлей (Кухарчук, 1986)	озеро Байкал (Мишарин, 1958)
0+	1		138			
	2		284			
1+	1	208	205		142	
	2	115	100		35	
2+	1	284	235	206	208	210
	2	175	176	204	123	195
3+	1	305	256		274	281
	2	315	310		260	214
4+	1				283	285
	2				291	245
5+	1				329	331
	2				503	319
6+	1				377	346
	2				780	386

Первый завоз личинок пеляди в Краснокаменское водохранилище в количестве 120 тыс. шт. был осуществлён в мае 1976 г. В дальнейшем в 1977–1983 гг. ежегодно завозилось 120–150 тыс. шт. личинок 4–6-дневного возраста. Завоз осуществляли с Большереченского рыбо-разводного завода самолётом. Время транспортировки составляло 10–24 ч, при этом отход личинок пеляди не превышал 6 %.

Темпы роста пеляди в водохранилище в первые годы вселения оказались достаточно высокими. Так, уже к концу второй декады августа 1976 г. длина сеголеток пеляди достигала 160 мм, масса – 55,6 г. К концу лета средняя длина сеголеток достигала 200 мм, масса превысила 100 г. Высокий темп роста был характерен для всех возрастов первого завоза. В 1979 г. в возрасте 3 лет отдельные экземпляры превысили вес 1,5 кг (табл. 2).

Таблица 2

Темп роста пеляди в Краснокаменском водохранилище [5]

Дата	Возраст	Длина, мм		Масса, г	
		колебания	средняя	колебания	средняя
19.08.1976	0 +	160–171	105	43–58	51
12.09.1976	0+	193–214	204	99–111	105
21.05.1977	1 +	250–280	264	155–241	196
31.05.1977	1 +	255–295	272	177–278	206
10.07.1977	1+	290–308	300	276–320	290
2.08.1977	1 +	292–322	309	284–422	310
19.08.1977	1 +	312–350	327	276–410	317
28.09.1977	1+	320–365	336	332–483	371
26.05.1978	2+-	350–375	363	510–630	550
25.07.1978	2+	361–375	363	600–700	650
19.08.1978	2 +	366–400	375	535–614	551
27.08.1979	3+	416–451	431	916–1580	1120

Высокие темпы линейного и весового роста пеляди в первые годы её интродукции в Краснокаменское водохранилище были обусловлены обилием кормов и, прежде всего, зоопланктона, биомасса которого достигала 10 г/м^3 [5; 14], тогда как обычно в эвтрофных водоёмах Забайкалья она составляла $1\text{--}2 \text{ г/м}^3$.

Высокие темпы роста пеляди в водохранилище характерны не только для летнего периода. Так, за период с конца сентября 1977 г. по май 1978 г. линейный прирост пеляди составил всего лишь 8 %, в то время как средняя масса тела возросла на 48 %. Это является одной из характерных особенностей экологии рыб Забайкалья. Несмотря на резко континентальный климат, длительное нахождение водоёмов подо льдом, многие виды рыб не только продолжают интенсивно питаться, но и при незначительных линейных приростах заметно прибавляют в весе.

Анализ материалов по питанию пеляди показал, что основной пищей в питании были веслоногие и ветвистоусые ракообразные. В отдельные периоды крупные дафнии составляли до 90 % от массы пищевого комка. Интересно отметить, что молодь пеляди в сентябре 1976 г. при достижении длины в 15–20 см почти полностью перешла на питание молодью амурского чебачка, который составлял 95–98 % массы пищевого комка. Переход пеляди на хищничество связан, вероятно, не с бедностью водохранилища зоопланктоном, биомасса которого в этот период составляла $1\text{--}3 \text{ г/м}^3$, а с высокой концентрацией молоди мелких, сорных рыб, к которым необходимо отнести, прежде всего, многочисленного в водохранилище в то время амурского чебачка.

Как и следовало ожидать, по мере формирования водохранилища должно было снизиться обилие зоопланктона и зообентоса, что и наблюдалось нами уже через три года после зарыбления. Уже к началу 90-х гг. XX в. началась стабилизация гидробиологического режима, поэтому снижение кормности водоёма привело к заметному снижению темпов роста пеляди. Тем не менее, интенсивность её роста сохранилась высокой – выше, чем в Братском водохранилище, Енисее и других водоёмах [5].

Эффективность вселения пеляди в солоноватые озёра Ононской группы в 2002–2006 гг. оказалась значительно выше, чем эффективность её вселения в крупные озёра Забайкальского края. Уже в первый год выращивания вес пеляди в большинстве озёр этой группы достигал 50–80 г, а у трёхлеток из оз. Укшинда – 440 г (табл. 3).

Таблица 3

Линейно-весовой рост пеляди в озёрах Ононской группы

Возраст, озёра	Балыктуй	Укшинда	Батуй	Хадатуй	Ару-Торум	Нарым-Булак	Цаган-Нур
Пелядь							
0+	$\frac{15.3}{57,1}$	$\frac{17.4}{72,5}$	$\frac{16.2}{59,0}$	$\frac{12.2}{19,6}$	$\frac{17.4}{64,0}$	$\frac{18.1}{77,5}$	–
1+	–	$\frac{20.5}{100,0}$	–	–	–	–	–
2+	–	$\frac{29.0}{446,0}$	–	–	–	–	–
<i>Примечание:</i> числитель – длина (см), знаменатель – масса (г)							

В целом реализация обоснования по вселению пеляди и омуля в солоноватые водоёмы Ононской группы оказалась эффективной. По данным ОО «Нуклус», в 2002 г. из озера Укшинда отловлено 4,8 т пеляди и омуля. Улов из 5 водоёмов этой группы в 2003 г. составил 30 т, в 2004 – 15,6 т, из 6 водоёмов в 2005 г. – 29,5 т пеляди и омуля.

В дальнейшем работа по интродукции пеляди в водоёмы Забайкальского края была прекращена из-за отсутствия посадочного материала. Естественное воспроизводство пеляди, как и омуля в водоёмах Забайкальского края, невозможно, т. к. в регионе нет непромерзающих, богатых кислородом верховий рек, необходимых для инкубации икры осенне-нерестующих пеляди и омуля. Однако приведённые материалы свидетельствуют, что как омуль, так и пелядь являются перспективными объектами для вселения в многочисленные, разные по происхождению, объёму, термике, химическому составу водоёмы Забайкальского края и, в первую очередь, водоёмы Верхнеамурского бассейна. Поэтому восстановление на рыбзаводах Восточной Сибири работ по увеличению количества посадочного материала этих видов является крайне актуальной задачей.

Белый амур, белый и пёстрый толстолобики

Белый амур, белый и пёстрый толстолобики являются исключительно растительноядными рыбами, естественный ареал которых расположен в Китайском равнинном комплексе, включая среднее и нижнее течение Амура. Однако в бассейне Амура эти теплолюбивые растительноядные рыбы выше Благовещенска не встречаются. Поэтому в Верхнеамурском бассейне в естественных условиях они не обитают.

Эти рыбы обладают не только нежным, вкусным и калорийным мясом. Они являются эффективным биомелиоратором и способны поедать огромное количество водорослей, перифитона и высшей водной растительности. Биомелиоративный эффект растительноядных рыб был блестяще подтверждён на оросительных системах, водоёмах-охладителях многих республик Советского Союза. Особенно впечатляющий эффект мелиоративных способностей белого амура был продемонстрирован в Туркмении при очистке Каракумского канала в начале 70-х гг. прошлого столетия. После выпуска в канал в 1960–1961 гг. 246 тыс. мальков белого амура всё русло канала протяжённостью 350 км было освобождено от растительности буквально за 2–3 года.

Необходимость завоза в Забайкалье растительноядных рыб была связана с мелиоративными задачами. После строительства на озере Кенон Читинской ГРЭС началось быстрое, так называемое «тепловое загрязнение» озера, связанное с поступлением в озеро большого количества тёплой воды, образующейся при охлаждении перегретого пара. Результатом этого явилось массовое развитие по всей акватории озера различных видов рдестов, урути, пузырчатки и других видов макрофитов.

Завоз личинок растительноядных рыб проводился в 1970–1973 гг. включительно. Первая партия 20 тыс. личинок белого амура и 10 тыс. личинок пёстрого толстолобика была доставлена самолётом из Чикутского рыбопитомника, расположенного в Краснодарском крае, 26 июня 1970 г. Вторая партия в количестве 50 тыс. личинок белого амура и 50 тыс. личинок

пёстрого толстолобика – 15 июня 1971 г. В июне 1972 г. было завезено 10 тыс., а в июне 1973 г. – 100 тыс. личинок растительноядных рыб.

Подращивание личинок и мальков рыб осуществлялось в прудах в течение 1 года. За этот период молодь достигала размеров, позволяющих избегать пресса хищного окуня (табл. 4).

Таблица 4

Рост белого амура в прудах Читинской ГРЭС (Фондовые материалы, 1973)

Дата	Возраст, дней	Число исследованных рыб	Длина, мм			Вес, г		
			макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.
27.06.70	15	6	–	–	12	–	–	0,008
01.07.70	20	10	16	10	13	0,035	0,009	0,020
20.07.70	40	11	31	21	25	0,240	0,079	0,181
11.08.70	60	16	55	45	49	2,305	0,990	1,432
02.09.70	80	10	86	70	75	9,200	4,500	5,971
29.09.70	110	30	136	72	80	10,440	4,940	6,903
27.10.70	140	28	145	75	94	11,000	5,200	8,400
07.06.71	360	53	166	90	108	51,700	8,000	16,500
05.07.71	420	23	188	120	150	63,000	19,000	32,700

Темпы роста белого амура, выпущенного из прудов в озеро Кенон, возрастали. Трёхлетние амуры достигали среднего веса 900 г, а четырёхлетние особи имели длину более 57 см и вес более 4 кг. В 1978 г. нами были выловлены три восьмилетние половозрелые самки белого амура, размерами 65–67 см и весом 6100–6400 г. Эти материалы позволяют сделать вывод, что рост белого амура в озере Кенон был значительно выше, чем в нативном ареале, и был близок к темпу роста амура в прудах Западной Украины.

По расчётам плотность посадки белого амура в озере Кенон должна находиться в пределах 100–150 экз./га. Фактически за 4 года она составила всего лишь около 10 экз./га. Однако этого было достаточно, чтобы обилие высшей водной растительности в озере существенно сократилось.

Положительные результаты вселения белого амура были получены и на Харанорском водохранилище, в которое растительноядные рыбы вселялись в 2000–2003 гг. Об этом могут свидетельствовать высокие показатели его линейно-веса роста (табл. 5).

Таблица 5

Линейно-весовые показатели белого амура в водоёме-охладителе Харанорской ГРЭС [7]

Дата	Возраст, лет	Число исследованных рыб	Длина, мм			Вес, г		
			мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
10.04.2000	1 ⁰	18	72	100	86	6,1	15,3	10
19.07.2000	1+	6	140	185	161	56	137	111
20.09.2000	1+	8	140	210	175	54	174	111
26.10.2000	1+	18	162	220	198	85	200	158
20.05.2001	2 ⁰	27	160	235	198	86	451	228
20.06.2001	2+	4	190	300	216	427	537	495
20.08.2001	2+	4	360	390	368	802	1000	880

Как и в озере Кенон, посадки амура в водохранилище не достигли расчётных величин, хотя положительные результаты в виде снижения обилия макрофитов были очевидными [7].

Толстолобики, как белый, так и пёстрый, являются также растительноядными рыбами, но в отличие от белого амура основой их питания является планктон, вследствие чего они являются эффективными биомелиораторами при массовом развитии фитопланктона, которое нередко принимает характер «цветения» воды, имеющего ещё более тяжёлые последствия, чем массовое развитие макрофитов. Это связано с тем, что некоторые группы фитопланктона (прежде всего, синезелёные) являются токсичными.

Вселения толстолобиков как в озеро Кенон, так и в Харанорское водохранилище имели положительный результат, о чём можно судить по их темпам роста. В прудах озера Кенон при плотной посадке через год мальки толстолобика достигали средней длины 18 см и веса 60 г. Выпущенные для нагула в озеро Кенон толстолобики через 3–4 года достигали массы 8–12 кг. Такие толстолобики регулярно вылавливались рыбаками-любителями, преимущественно в зоне тёплого канала [11; 15].

Пищу взрослых толстолобиков составлял, преимущественно, фитопланктон, доля которого занимала до 97 % общей массы всего пищевого комка, что свидетельствует о высоких биомелиоративных способностях этой рыбы. В Харанорском водохранилище личинки и мальки гибрида толстолобиков росли быстрее, чем в прудах озера Кенон, что закономерно, т. к. в прудах была плотная посадка молоди, а в водохранилище их плотность была минимальной. Годовики в водохранилище достигали средней длины 24 см и веса 147 г. В дальнейшем рост толстолобиков в водохранилище был ниже, чем в озере Кенон, и четырёхлетки имели среднюю длину около 50 см и вес около 2 кг. Это является вполне объяснимым, т. к. обилие фитопланктона в озере Кенон было значительно выше, чем в Харанорском водохранилище.

В целом же проведённые работы свидетельствуют, что растительноядные рыбы, как белый амур, так и пёстрый, белый толстолобики и их гибриды, находят благоприятные условия для жизни в забайкальских водоёмах-охладителях и эффективно выступают в качестве биомелиораторов. Растительноядные рыбы не только улучшают санитарное состояние водохранилищ-охладителей, но и способствуют заметному увеличению рыбопродуктивности.

Утилизируя фактически не используемые кормовые ресурсы таких водоёмов – фитопланктон, детрит и высшую водную растительность, они повышают эффективность земельных и водных ресурсов, отчуждаемых энергетикой при создании водохранилищ. Однако работа с растительноядными рыбами должна носить плановый, системный характер [3].

Непреднамеренные инвазии

Если антропогенная интродукция связана с осознанным вселением определённых видов рыб в новые места обитания с целью решения каких-то конкретных задач, то непреднамеренные инвазии связаны с самостоятельным расселением вида, обусловленным изменениями природно-климатических факторов, качеством природных вод, результатами хозяйственной деятельности человека. В Верхнеамурском бассейне к таким непреднамеренным инвазиям можно отнести расширение ареала трегубки, хинкинского и маньчжурского пескарей, пескаря-леня, ротана-головёшки. Наиболее полно для Верхнеамурского бассейна изучена инвазия ротана-головёшки [3; 4].

Природный ареал ротана охватывает северо-восток Кореи и Китая, нижнюю и среднюю часть бассейна Амура и его притоки Сунгари, Усури и озеро Ханка, где он населяет, преимущественно, пойменные водоёмы.

Ротан-головёшка

Инвазийное формирование ареала ротана началось с 1916 г., когда он был выпущен в садовый пруд из аквариума в Санкт-Петербурге. За прошедшее столетие его ареал расширился и включил бассейны рек Висла, Преголя, Немана, Даугавы, Невы, Онеги, Северной Двины, Оби, Енисея, Днестра, Днепра, Дона, Волги, Урала, водоёмы Тюменской, Омской, Курганской, Томской областей, озеро Байкал [19–21].

Широкое и сравнительно быстрое распространение ротана в водоёмах России и сопредельных странах и его натурализация являются крайне нежелательными явлениями, представляющими угрозу сложившейся ихтиофауне многих бассейнов. В водоёмах-реципиентах ротан способен активно выедать молодь многих, в том числе и ценных, видов рыб и вступать в острую пищевую конкуренцию с другими видами рыб, нанося существенный урон промысловым видам рыб [19; 20; 22].

Несмотря на то, что нативный ареал ротана-головёшки расположен на юге бассейна реки Амур и некоторых других реках Дальнего Востока России, в северо-восточном Китае и Северной Корее, в водоёмах Верхнеамурского бассейна ротан отсутствовал почти до конца прошлого столетия. Это подтверждают материалы Амурской ихтиологической экспедиции и многолетнее изучение рыб Забайкальского края, в том числе и ихтиофауны рек Ингода, Онон, Шилка, Аргунь, выполненное Г. Л. Карасевым в 70-х гг. прошлого столетия [15; 17].

На территории Забайкальского края ротан был впервые обнаружен в 1996 г. в устьевой части реки Средняя Борзя, которая является притоком первого порядка р. Аргунь. При этом необходимо отметить, что ни в реке Аргунь, ни в многочисленных карьерных водоёмах поймы реки Средняя Борзя ротан в этот период не был зарегистрирован. Это свидетельствует о том, что изначально инвазийный ареал ротана Амурского бассейна был незначителен.

В дальнейшем расселение ротана по бассейну р. Аргунь на территории Забайкальского края было стремительным. В 2001–2002 гг. ротан отмечался не только в многочисленных карьерных водоёмах по Нижней и Средней Борзе, но и в русле Аргуни, старицах реки Верхняя Борзя, в Краснокаменском водохранилище, в реке Аргунь в районе с. Горбунка (Горлачева и др., 2008). В последующие годы ротан был зафиксирован в реках Урулюнгуй, Аргунь, в районе сёл Кайластуй, Олочи, Аргунск, Приаргунск, в реке Газимур (приток Аргуни) в районе сёл Газимурский Завод, и Красноярово [3].

В бассейне реки Шилка, которая при слиянии с Аргунью даёт начало Амуру, ротан появился, вероятно, позднее, чем в бассейне реки Аргунь, о чём свидетельствуют работы по оценке ихтиофауны реки Шилка от г. Сретенск до её устья, проведённые в 1987–1988 гг. лабораторией водных экосистем ИПРЭК СО РАН в связи с проектированием Шилкинского гидроузла. Ротан в составе ихтиофауны реки Шилка на обследованном участке не встречался. Данный вид в бассейне реки Шилка впервые зарегистрирован нами в 2005–2006 гг., причём он отмечался не в самой реке Шилка, а в её притоках – реке Нерча и в притоке Нерчи – реке Ульдурга [4].

На рис. 2 представлены материалы по распространению ротана в регионе за 17-летний период.

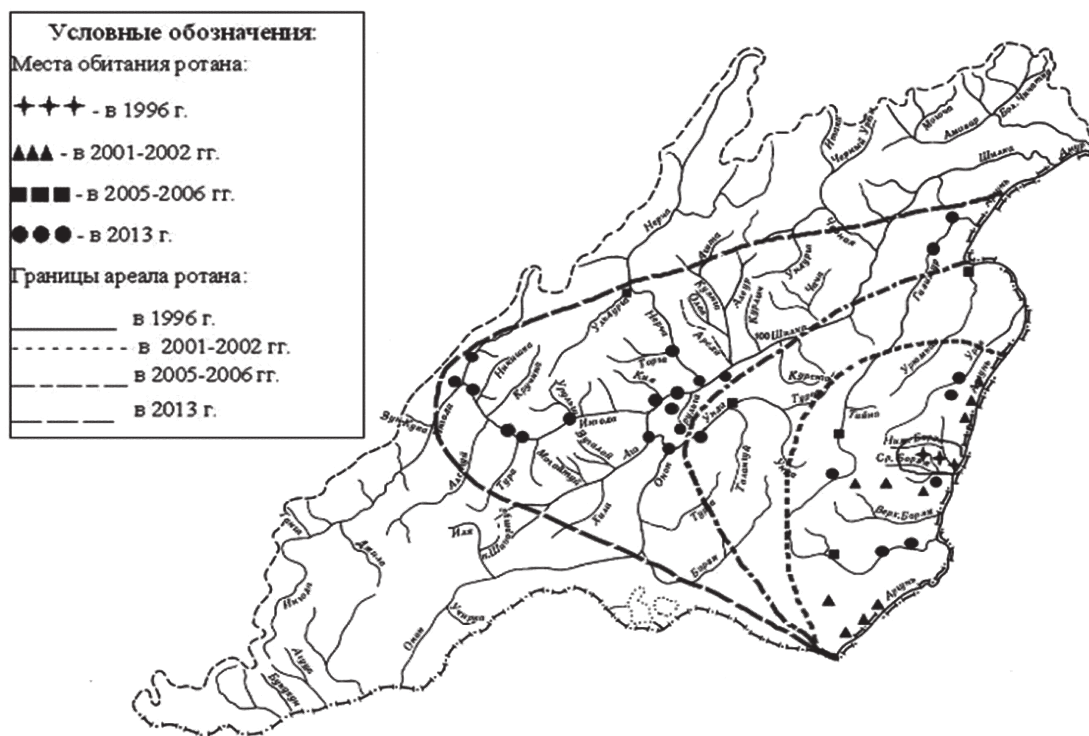


Рис. 2. Динамика расширения ареала ротана в Забайкальском крае

Fig. 2. Dynamics of expansion of roach range in Zabaykalsky Krai

Из рисунка видно, что за указанный период ротан распространился почти по всей территории Верхнеамурского бассейна, исключая среднюю и верхнюю части бассейнов Ингоды и Онона. Отсутствие ротана в этих районах, как и в бассейне реки Хилок, свидетельствует, что Байкальские и Забайкальские очаги инвазии ещё не слились, хотя процесс этот продолжается.

Однако есть устные, пока не подтверждённые сведения о присутствии ротана в Петровско-Заводском водохранилище, расположенном в бассейне Хилка. Если эти сведения под-

твердятся, это будет означать начало слияния двух крупных – Байкальского и Верхнеамурского – ареалов ротана и формирование единого Восточно-Сибирского ареала, включающего в себя территорию Бурятии, Забайкалья и Дальнего Востока.

Закрепляется ротан, в основном, в медленно текущих реках или стоячих водоёмах, старицах, протоках, обильно зарастающих водной растительностью, практически во всех водохранилищах. Освоение новых водоёмов сопровождается быстрым увеличением численности ротана, усилением его давления на аборигенную ихтиофауну, значительной перестройкой ихтиоценозов и снижением численности (иногда резко) ценных видов рыб. В последующем обилие ротана может сокращаться, но восстановление бывших ихтиоценозов не наблюдается.

Ротан в водоёмах Верхнеамурского бассейна характеризуется высокой пластичностью, о чем свидетельствуют его морфологические показатели.

В целом можно отметить такую закономерность: в быстрых реках ряд показателей (длина туловища, головы, рыла, заглазничного отдела головы) имеют более низкие значения, чем в реках с замедленным течением. Это, вероятно, связано с различиями в температурном режиме разных рек и более бедными для ротана кормовыми ресурсами в горных реках [3].

Каких-либо серьёзных различий в характере морфометрических показателей ротана из водохранилищ по сравнению с ротаном из рек выявить не удалось. У ротана из водохранилищ наибольшая изменчивость морфометрических признаков отмечена по длине туловища, хвостового стебля, длине головы, что характерно и для ротана из рек Верхнеамурского бассейна. В целом, изменение почти всех показателей находится в одном диапазоне величин.

Спектр питания ротана в водоёмах Верхнеамурского бассейна разнообразен и включает в себя представителей зоопланктона, зообентоса, рыб и их икру. Среди веслоногих в пищевых комках преобладали крупные веслоногие и ветвистоусые – различные виды циклопов, диатомусов, дафний. Среди представителей зообентоса доминировали личинки и куколки хирономид, реже встречались поденки, ручейники, веснянки, брюхоногие моллюски, молодь карася, голяны и икра рыб. Наличие в питании ротана икры и молоди рыб свидетельствует о том, что ротан является функционально опасным видом для водоёмов Верхнеамурского бассейна.

Нарастающая инвазия ротана может нанести и, вероятно, уже нанесла существенный вред ихтиофауне Верхнеамурского бассейна. Эта ситуация требует разработки системы комплексных мер по сдерживанию численности ротана, в числе которых первоочередными являются сохранение и восстановление численности тайменя, ленка, щуки, сома, являющихся естественными мелиораторами для этого вида.

Ханкинский и маньчжурский пескарки

Нативный ареал этих видов расположен в Центральной и Южной частях бассейна Амура, Кореи и Северном Китае. При детальном обследовании Верхнеамурского бассейна, проведённом Амурской ихтиологической экспедицией в 1945–1949 гг., эти виды не зарегистрированы ни в одном из водоёмов Верхнеамурского бассейна. Впервые ханкинский пескарка был отмечен Г. Л. Карасевым в 1961 г. в среднем течении реки Онон, а маньчжурский – в 1970–1971 гг. в среднем течении Шилки и нижнем течении Аргуни. Это были единичные находки [15].

В настоящее время ханкинский пескарка стал обычным видом в южных водоёмах Верхнеамурского бассейна. В 2014 г. он был доминирующим в среднем течении реки Борзя, Краснокаменском водохранилище, постоянно отмечался в реке Урулюнгуй, Урулюнгуйском водохранилище, в реке Аргунь и её притоках. Следует отметить, что вспышка увеличения ханкинского пескарка в Краснокаменском водохранилище происходила после резкого увеличения и последующего спада в этом водохранилище численности ротана. По-видимому, такая же картина происходила и в р. Аргунь.

По морфологическим признакам инвазийный ханкинский пескарка несколько отличается от пескарка нативного ареала по длине головы, длине и высоте плавников, характеризуется более высоким темпом роста, что свидетельствует о благоприятных условиях его существования. Массовое развитие этого вида может приводить к коренной перестройке ихтиоценоза, что мы наблюдали в Краснокаменском водохранилище, где чебачково-карасево-чебаковый ценоз конца прошедшего столетия сменился вначале на ротано-карасевый, а в дальнейшем на пескаррево-карасевый, в результате чего водохранилище полностью потеряло своё рыбохозяйственное значение [3].

Маньчжурский пескарь в последние годы встречался в водоёмах системы Аргуни, реки Борзя, нередко совместно с ханкинским, но отмечался в незначительном количестве. С 2009 г. этот вид появился также в незначительных количествах в озере Кенон, что свидетельствует о расширении инвазии этого вида. В целом, расширение ареала маньчжурского и ханкинского пескарей в Верхнеамурском бассейне оценивается как негативное явление [10].

Амурская трегубка

Нативный ареал амурской трегубки находится в средней и южной частях Амурского бассейна, в Уссури, Сунгари и реках бассейна озера Ханка. В Верхнеамурском бассейне трегубка ранее никогда не отмечалась. Впервые два экземпляра этого вида были отмечены в среднем течении реки Онон в 1996–1997 гг. во время исследований, предшествующих созданию на реке Онон Харанорского водохранилища как водоёма-охладителя Харанорской ГРЭС [9].

Однако после ввода в эксплуатацию Харанорской ГРЭС уже в 2003 г. трегубка стала доминирующим видом в водохранилище, а в уловах составляла 23 % от общей численности рыб. При этом доля чебака в уловах сократилась с 55 до 28 %, плоскоголового жереха – с 9,1 до 0,5 %, а сиг-ходар, который ранее был обычен в уловах, исчез полностью [7]. Эти наблюдения показывают, что при смене гидрологического режима инвазии отдельных видов могут коренным образом менять ихтиоценоз. В конкретном примере до создания Харанорского водохранилища на этом участке Она доминировали амурский чебак, конь-губарь, плоскоголовый жерех, но через 15 лет его заменил чебаково-трегубово-карасевый ценоз. При этом трегубка заняла доминирующую роль не только в водохранилище, но и стала регулярно отмечаться в других участках Она. Она отмечена у села Кубухай, в устье рек Турга, Унда и других местах, что свидетельствует о быстром расширении ареала этого вида.

Заключение. Таким образом, изложенные материалы свидетельствуют, что инвазии, как преднамеренные, так и непреднамеренные, случайные, играют важную роль в формировании ихтиофауны Верхнеамурского бассейна.

Направление инвазии проходит по двум направлениям – с запада на восток и с востока на запад. При этом первое направление осуществляется, как правило, при вмешательстве человека, второе проходит спонтанно, непреднамеренно.

Описанные инвазии имеют как положительный результат, так и отрицательный. Преднамеренные инвазии, как правило, имеют положительное значение, однако они требуют поддержки человека. Непреднамеренные инвазии могут иметь далеко идущие отрицательные последствия, что мы видим на примере широкой инвазии ротана-головёшки.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 2. 253 с.
2. Горлачев В. П., Валов А. М., Путинцев Н. А. О распространении ареала обыкновенного окуня // 5-й съезд гидробиологического общества: тез. докл. Куйбышев, 1986. Ч. 2. С. 43–44.
3. Горлачев В. П., Горлачева Е. П. Инвазии рыб Забайкальского края. Чита: ЗабГУ, 2016. 176 с.
4. Горлачев В. П., Горлачева Е. П. Некоторые аспекты биологии ротана *Perccottus glenii* – чужеродного вида в бассейне реки Шилка // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Естественные науки. Чита, 2014. № 1. С. 65–69.
5. Горлачев В. П., Горлачева Е. П. Эвтрофирование малых водохранилищ. Биология пеляди. Новосибирск: Наука, 1985. С. 128–133.
6. Горлачева Е. П. Питание рыб оз. Кенон // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия-Китай-Монголия. Чита: Поиск, 2012. Вып. 3, ч. 1. С. 112–117.
7. Горлачева Е. П., Афонин А. В. Ихтиофауна. Водоём-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 111–143.
8. Горлачева Е. П., Афонин А. В. Окунь *Perca fluviatilis Linnaeus*, 1755 – чужеродный вид в Верхнеамурском бассейне // Морская экология: материалы междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Изд-во МорГУ, 2007. С. 181–185.
9. Горлачева Е. П., Афонин А. В., Михеев И. Е. О нахождении амурской трегубки *Opsariichthys uncirostris amurensis Berg* в р. Онон // Вопр. ихтиологии. 1999. Т. 39, № 2. С. 261.
10. Горлачева Е. П., Михеев И. Е., Афонин А. В. Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение оз. Кенон // Экология городского водоёма. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 170–189.
11. Гурова Л. А., Гуров В. П., Зубарева Е. Л., Пронин Н. М. Первый опыт выращивания молоди растительноядных рыб в прудах Читинской ГРЭС // Ученые записки ГО СССР. Забайкал. филиал. Чита, 1972. Вып. 62. С. 58–73.
12. Дгебуадзе Ю. Ю. Проблемы инвазии чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов: сб. материалов круглого стола Всерос. конф. по экол. безопасности (4–5 июня 2002 г.). М., 2002. С. 11–14.
13. Дегтев А. В., Юргенсон Г. А. Климат. Энциклопедия Забайкалья. Новосибирск: Наука, 2000. Т. 1. С. 40–41.
14. Итигилова М. Ц., Горлачев В. П. Мезозоопланктон // Эвтрофирование малых водохранилищ. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. С. 98–110.

15. Карасев Г. Л. Рыбы Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1987. 296 с.
16. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М.: РАН: Мин-во природ. ресурсов РФ, 2001. 76 с.
17. Никольский Г. В. Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 550 с.
18. Панов В. Е. Биологическое загрязнение как глобальная экологическая проблема: международное законодательство и сотрудничество // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов: сб. материалов круглого стола в рамках Всерос. конф. по экол. безопасности (4–5 июня 2002 г.) / под ред. С. С. Ижевского. М.: МСОП – Всемирный союз охраны природы: Представительство для России и СНГ, 2002. С. 22–40.
19. Пронин Н. М., Болонев Е. М. О современном ареале вселенца ротана *Percottus glenii* (*Perciformes: Odontobutidae*) в Байкальском регионе и проникновении его в экосистему открытого Байкала // Вопр. ихтиологии. 2006. № 46.4. С. 564–566.
20. Решетников А. Н. Современный ареал ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (*Odontobutidae, Pisces*) в Евразии // Рос. журн. биол. инвазий. 2009. № 1. С. 22–35.
21. Решетников А. Н., Чибилев Е. А. Распространение рыбы ротана (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) в бассейне р. Иртыш и анализ возможных последствий для природы и человека // Сиб. экол. журн. 2009. № 16.3. С. 405–411.
22. Спановская В. Д. Распределение ротана в прудах Московской области // Растительность и животное население Москвы и Подмоскovie. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 124–126.

References

1. Atlas presnovodnykh ryb Rossii: v 2 t. / pod red. Yu. S. Reshetnikova. M.: Nauka, 2002. T. 2. 253 s.
2. Gorlachev V. P., Valov A. M., Putintsev N. A. O rasprostraneni areala obyknovennogo okunya // 5-i s"ezd gidrobiologicheskogo obshchestva: tez. dokl. Kuibyshev, 1986. Ch. 2. S. 43–44.
3. Gorlachev V. P., Gorlacheva E. P. Invazii ryb Zabaikal'skogo kraya. Chita: ZabGU, 2016. 176 s.
4. Gorlachev V. P., Gorlacheva E. P. Nekotorye aspekty biologii rotana *Percottus glenii* – chuzherodnogo vida v basseine reki Shilka // Uchenye zapiski ZabGU. Ser. Estestvennye nauki. Chita, 2014. № 1. S. 65–69.
5. Gorlachev V. P., Gorlacheva E. P. Evtrofirovaniye malykh vodokhranilishch. Biologiya pelyadi. Novosibirsk: Nauka, 1985. S. 128–133.
6. Gorlacheva E. P. Pitaniye ryb oz. Kenon // Prirodookhrannoye sotrudnichestvo v transgranichnykh ekologicheskikh regionakh: Rossiya-Kitai-Mongoliya. Chita: Poisk, 2012. Vyp. 3, ch. 1. S. 112–117.
7. Gorlacheva E. P., Afonin A. V. Ikhtiofauna. Vodoem-okhladitel' Kharanorskoj GRES i ego zhizn'. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. S. 111–143.
8. Gorlacheva E. P., Afonin A. V. Okun' *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1755 – chuzherodnyy vid v Verkhneamurskom basseine // Morskaya ekologiya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Vladivostok: Izd-vo MorGU, 2007. S. 181–185.
9. Gorlacheva E. P., Afonin A. V., Mikheev I. E. O nakhozhenii amurskoj tregubki *Opsariichthys uncirostris amurensis* Berg v r. Onon // Voпр. ikhtologii. 1999. T. 39, № 2. S. 261.
10. Gorlacheva E. P., Mikheev I. E., Afonin A. V. Ikhtiofauna i rybokhozyaistvennoye znachenie oz. Kenon // Ekologiya gorodskogo vodoema. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1998. S. 170–189.
11. Gurova L. A., Gurov V. P., Zubareva E. L., Pronin N. M. Pervyy opyt vyrashchivaniya molodi rastitel'noyadnykh ryb v prudakh Chitinskoy GRES // Uchenye zapiski GO SSSR. Zabaikal. filial. Chita, 1972. Vyp. 62. S. 58–73.
12. Dgebuadze Yu. Yu. Problemy invazii chuzherodnykh organizmov // Ekologicheskaya bezopasnost' i invazii chuzherodnykh organizmov: sb. materialov kruglogo stola Vseros. konf. po ekol. bezopasnosti (4–5 iyunya 2002 g.). M., 2002. S. 11–14.
13. Degtev A. V., Yurgenson G. A. Klimat. Entsiklopediya Zabaikal'ya. Novosibirsk: Nauka, 2000. T. 1. S. 40–41.
14. Itgilova M. Ts., Gorlachev V. P. Mezozooplankton // Evtrofirovaniye malykh vodokhranilishch. Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1985. S. 98–110.
15. Karasev G. L. Ryby Zabaikal'ya. Novosibirsk: Nauka, 1987. 296 s.
16. Natsional'naya strategiya sokhraneniya bioraznoobraziya. M.: РАН: Мин-во природ. resursov RF, 2001. 76 s.
17. Nikol'skii G. V. Ryby basseina Amura. M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. 550 s.
18. Panov V. E. Biologicheskoye zagryazneniye kak global'naya ekologicheskaya problema: mezhdunarodnoye zakonodatel'stvo i sotrudnichestvo // Ekologicheskaya bezopasnost' i invazii chuzherodnykh organizmov: sb. materialov kruglogo stola v ramkakh Vseros. konf. po ekol. bezopasnosti (4–5 iyunya 2002 g.) / pod red. S. S. Izhevskogo. M.: MSOP – Vsemirnyy soyuz okhrany prirody: Predstavitel'stvo dlya Rossii i SNG, 2002. S. 22–40.
19. Pronin N. M., Bolonев E. M. O sovremennom areale vselentsa rotana *Percottus glenii* (*Perciformes: Odontobutidae*) v Baikal'skom regione i proniknovenii ego v ekosistemu otkrytogo Baikala // Voпр. ikhtologii. 2006. № 46.4. S. 564–566.
20. Reshetnikov A. N. Sovremennyy areal rotana *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (*Odontobutidae, Pisces*) v Evrazii // Ros. zhurn. biol. invazii. 2009. № 1. S. 22–35.
21. Reshetnikov A. N., Chibilev E. A. Rasprostraneniye ryby rotana (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) v basseine r. Irtysh i analiz vozmozhnykh posledstviy dlya prirody i cheloveka // Sib. ekol. zhurn. 2009. № 16.3. S. 405–411.
22. Spanovskaya V. D. Raspredeleniye rotana v prudakh Moskovskoy oblasti // Rastitel'nost' i zhivotnoye naseleniye Moskvy i Podmoskov'ya. M.: Izd-vo MGU, 1978. S. 124–126.

Статья поступила в редакцию 14.12.2016; принята к публикации 13.01.2017

Received: December 14, 2016; accepted for publication: January 13, 2017

Библиографическое описание статьи

Горлачев В. П., Горлачева Е. П. Инвазии рыб Верхнеамурского бассейна // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 129–141.

Reference to the article

Gorlachev V. P., Gorlacheva Ye. P. Fish Invasion in the Upper Amur Basin // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 129–141.

УДК 574.587

Пётр Викторович Матафонов¹,

кандидат биологических наук,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: benthos@yandex.ru

Екатерина Алексеевна Андриевская²,

кандидат биологических наук,
национальный парк «Чикой»
(673060, Россия, Забайкальский край, с. Красный Чикой,
ул. Первомайская, д. 1, стр. 1),
e-mail: andrievsk_katya@mail.ru

Результаты первых исследований зообентоса озера Шебеты (Забайкалье)³

В июле 2016 г. на озере Шебеты проведены первые исследования озёрного зообентоса таежной зоны южной части Забайкальского края. В материалах исследования зообентос представлен 36 таксонами. Основу таксономического разнообразия составили хирономиды (37 %) и олигохеты (17 %). 69 % видов обнаружено в литоральной зоне до глубины 5 м. Здесь отмечены потенциально новые для науки виды рода *Vejdovskyella Mishaelsen*, 1903. В фаунистическом отношении представляют интерес населяющие озеро хирономиды, идентифицированные предварительно как *Sergentia coracina* (Zett.). Количественные показатели зообентоса озера Шебеты находились на невысоком уровне – 869 экз./м² и 1,49 г/м². Основной вклад в общую биомассу вносили личинки хирономид *Sergentia coracina* (32 %) и *Procladius gr. choreus* (21 %). Максимальная биомасса зообентоса достигала 4,2 г на глубине 1,8 м при доминировании личинок *Procladius gr. choreus* (55 %). По составу и обилию зообентоса озеро Шебеты проявляет сходство с ледниково-моренными озёрами горнотаёжной зоны севера Забайкалья. Озеро можно рекомендовать в качестве модельного водоёма для исследования особенностей функционирования озёрных экосистем таёжной зоны Забайкалья.

Ключевые слова: зообентос, ледниково-моренные озёра, озеро Шебеты, таёжная зона, Забайкалье

¹ П. В. Матафонов – основной автор, является исполнителем исследования, формулирует выводы и обобщает итоги реализации коллективного проекта.

² Е. А. Андриевская – организатор комплексной экспедиции.

³ Работа выполнена при финансовой поддержке национального парка «Чикой» и проекта ФНИ IX.137.1.1.

Petr V. Matafonov¹,
Candidate of Biology,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia)
e-mail: benthos@yandex.ru

Ekaterina A. Andrievskaya²
Candidate of Biology,
Chikoy National Park
(1 Pervomayskaya st., Building 1,
Krasny Chikoy, Transbaikal Territory, 673060, Russia),
e-mail: andrievsk_katya@mail.ru

The Results of the First Researches of Zoobenthos in Lake Shchebety (Transbaikalia)³

The first research of zoobenthos in taiga zone has been carried out in June 2016 on the territory of Lake Shebety, the southern part of Transbaikalia. In the research materials, zoobenthos is represented by 36 taxa. *Chironomidae* (37 %) and *Oligochaetae* (17 %) make up the basis of taxonomic diversity. 69 % of species are discovered in the littoral zone above 5-meter depth. Potentially new species of *Vejdovskyella Mishaelsen* genus, 1903 are marked here. As for faunistic aspect inhabiting in the lake, *Chironomidae* identified as *Sergentia coracina* (Zett.) are the points of interest.

Quantitative parameters of zoobenthos in Lake Shebety are at low level – 869 ind./m² and 1.49 g/m². *Chironomidae* larvae *Sergentia coracina* (32 %) and *Procladius gr. choreus* (21 %) are the basis of zoobenthos biomass. Zoobenthos maximum biomass reaches 4.2 at a depth of 1.8 m with a dominance of *Procladius gr. choreus* larvae (55 %).

According to the composition and loads of zoobenthos, Lake Shebety is similar to glacial-morainal lakes of mountainous taiga zone in Transbaikalia northern regions. The lake may be recommended as a model lake for the researches of Transbaikalia taiga zones' ecosystems functioning.

Keywords: zoobenthos, glacial-morainal lakes, Lake Shebety, taiga zone, Transbaikalia

Введение. Забайкалье обладает высоким разнообразием озёрных экосистем. Сравнительно регулярные комплексные лимнологические исследования закономерностей динамики структурно-функциональной организации экосистем проводятся на озёрах лесостепной и степной зон [2, с. 5; 5, с. 16]. В отношении горнотаёжных озёр внимание исследователей было обращено на озёра северной части Забайкалья [4, с. 9], однако в связи с удалённостью эти водоёмы остаются слабоизученными.

Озеро Шебеты (Шебетый, Шебетуй) – памятник природы, сравнительно глубокий горный водоём ледниково-моренного происхождения, расположенный в южной части Забайкалья в таёжной зоне на стыке с зоной гольцов [1, с. 646]. Территория созданного в 2014 г. национального парка «Чикой» охватывает и озеро Шебеты. Природные особенности озера и планы по развитию на его берегах туризма способствуют организации здесь регулярных лимнологических мониторинговых исследований. Сведения о зообентосе озера Шебеты и других озёр таёжной зоны южной части Забайкалья отсутствуют [4]. Целью проведённых в июле 2016 г. рекогносцировочных исследований стала оценка фонового состояния зообентоса озера Шебеты в условиях засушливой фазы климата.

Материалы и методы исследования. Отбор проб зообентоса озера Шебеты проведён с 23 по 27 июля 2016 г. в составе комплексной гидробиологической экспедиции ИПРЭК СО РАН. Исследования выполнены на восьми основных станциях (рисунок, табл. 1). В связи с особенностями биотопов (табл. 1) и прозрачностью воды, составившей 5 м, станции до глубины 4,9 м характеризуются как литоральные, с глубинами 13,1 и 15,6 – сублиторальные, с глубинами 27–27,5 м – профундальные. Температура воды на профундальных станциях составила 4,6 °С, на литоральных – 14–16 °С.

¹ P. V. Matafonov is the main author, the executor of research, he formulates conclusions and generalizes results of implementation of the collective project.

² E. A. Andrievskaya is the organizer of the complex expedition.

³ The work was supported by the Chikoy National Park and the project Foundation for Basic Research IX.137.1.1.

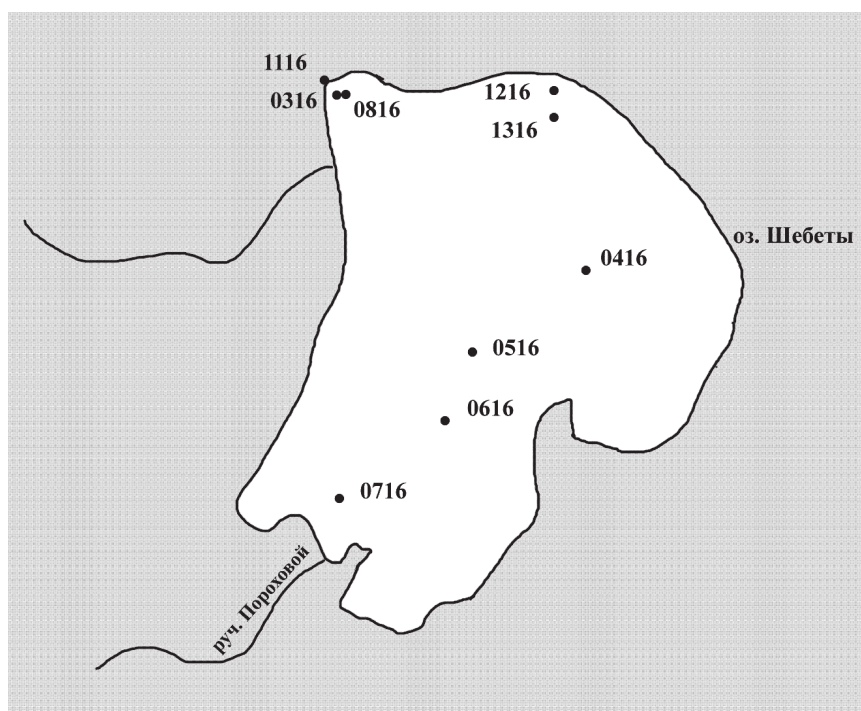


Рисунок. Схема станций отбора проб озера Шебеты

Figure. Schematic map of the sampling stations on Lake Shchebety

Количественные пробы в одной повторности на каждой станции отобраны модифицированной моделью дночерпателя Петерсена с перекрывающимися боковыми стенками и площадью захвата 0,025 м². Отобранную пробу промывали от мелких частиц грунта через мельничное сито с размером ячеей 0,20 мм. Затем пробу фиксировали в пластиковых контейнерах в 4 %-м растворе формалина.

Таблица 1

Описание станций отбора проб на озере Шебеты

№ пробы	Широта, градусы	Долгота, градусы	Глубина, м	Грунт	Примечание
1116	–	–	заплеск	грубозернистый песок, гравий, остатки наземной растительности	пробы на качественный состав
0216	район станции 0316		до 1,5	грубозернистый песок, детрит, валуны и глыбы	
0316	49.81031	110.00508	1,0	грубозернистый песок, наилкок, водная растительность	–
0716	49.80182	110.00523	1,8	бурый ил с детритом, рдест	общая станция
1216	49.81038	110.01219	4,9	крупный бурый ил	общая станция
0816	49.81032	110.00539	13,1	бурый ил с песком и обилием железистых гранул	–
1316	49.80985	110.01220	15,6	заиленные рудные шарообразные конкреции	–
0616	49.80336	110.00864	27	бурый ил	–
0516	49.80486	110.00954	27	бурый ил с рудными конкрециями, детритом и землёй (?)	общая станция
0416	49.80662	110.01324	27,5	бурый ил	–

В лаборатории пробы отмыты от формалина. Выборку организмов из грунта проводили с использованием бинокулярной лупы. В настоящей работе представлены количественные данные о макрозообентосе – донных беспозвоночных, имеющих размеры тела более 3 мм. Перед взвешиванием организмы макрозообентоса обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения на них поверхностной влаги.

Результаты и их обсуждение. В пробах обнаружено 36 видов макрозообентоса, относящихся к 5 типам, 6 классам, 13 отрядам, 18 семействам и 31 роду. По видовому разнообразию в составе зообентоса доминируют хирономиды (37 %) и олигохеты (17 %).

Видовое обилие зообентоса в пробах из озера Шебеты изменялось от 2 (на глубине 27,5 м), до 11 (на глубинах 1,8 и 4,9 м). Всего в литоральной зоне обнаружено 26 видов зообентоса, в остальной части озера – пять. Из общего числа 69 % видов зообентоса являются обитателями литоральной зоны. Личинки хирономид *Sergentia coracina* (Zetterstedt, 1850) и *Micropsectra contracta* Reiss, 1965, отмечены на глубинах более 10 м. Хирономиды *Procladius* gr. *choreus* и бивалвии *Euglesa* sp.1 обнаружены во всех зонах озера Шебеты.

В связи с проблемой происхождения байкальской фауны интерес представляет находка в озере Шебеты хирономид, идентифицированных предварительно как *S. coracina* (Zett.) В Забайкалье до настоящего времени представители этого рода были известны только из горно-таёжных водоёмов его северной части [4, с. 206]. В южной части Восточной Сибири этот вид не указывается [9, с. 22]. В озере Байкал сергенции прошли особый путь дивергентной эволюции, приведшей в итоге к обособлению байкальских *Sergentia* в подрод, богатый видами, населяющий не только литоральную зону озера, но и максимальные глубины [6, с. 144]. Несмотря на длительный период изучения, происхождение и эволюция байкальских и палеарктических сергенций привлекают внимание байкаловедов до настоящего времени [11, с. 120; 7, с. 1650; 8, с. 55; 10, с. 707]. В этой связи необходимо уточнить видовую принадлежность *S. coracina* из озера Шебеты и изучить её филогенетические отношения с байкальскими и сибирскими представителями рода. Для этих целей наряду с классическими необходимо привлекать и молекулярно-генетические методы видовой идентификации. Их использование актуально и в отношении других представителей зообентоса озера Шебеты, например, обнаруженных в литоральной зоне потенциально новых для науки видов олигохет рода *Vejdovskyella* Mishaelsen, 1903.

В экологическом отношении род *Sergentia* Kieff. интересен тем, что его представители признаны самыми глубоководными насекомыми в мире [11, с. 120]. В озере Шебеты личинки *S. coracina* (Zett.) являются основным компонентом зообентоса глубинной зоны.

Количественные показатели зообентоса литоральной зоны находились в диапазоне 600–2320 экз./м² и 1,32–4,2 г/м². Максимальные значения биомассы отмечены на глубине 1,8 м при доминировании личинок хирономид *Procladius* gr. *choreus* (55 %). В сублиторальной зоне значения численности зообентоса достигали 640 экз./м², а биомассы – 0,16 г/м². Количественные показатели профундального зообентоса составляли 280–840 экз./м² и 1,08–2,0 г/м². Наиболее многочисленными здесь были личинки хирономид *Sergentia coracina*, биомасса которых достигала 1,76 г/м².

В целом по озеру количественные показатели зообентоса в озере находились на невысоком уровне – 869 экз./м² и 1,49 г/м². 21 % общей численности и 32 % общей биомассы зообентоса составляли личинки хирономид *Sergentia coracina*, ещё 21 % биомассы и 22 % численности приходилось на личинок хирономид *Procladius* gr. *choreus* (табл. 2). В целом, основу численности и биомассы зообентоса озера составляли личинки хирономид – 88 % и 71 % соответственно.

По значению средней биомассы зообентоса (табл. 2) озеро Шебеты в соответствии со «шкалой трофности» [3, с. 212] следует отнести к олиготрофному типу озёр, расположенных в зоне средней тайги и имеющих глубину более 24 м. Следует, однако, отметить, что для достоверного суждения о трофическом статусе озера необходимо оперировать средними за сезон значениями биомассы зообентоса. Для этого необходимы ежемесячные исследования в вегетационный период.

Структура зообентоса озера Шебеты в июле 2016 г.

Таксон	Глубинные зоны						Средние	
	0–10		10–20		более 20			
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	27	0,56	–	–	–	–	9	0,19
<i>Limnodrilus udekemianus</i> Clap.	13	0,01	–	–	–	–	4	0,00
<i>Rhyacodrilus</i> ? sp.	40	0,05	–	–	–	–	13	0,02
<i>Lumbriculidae</i> sp.1	13	0,01	–	–	–	–	4	0,00
<i>Tubificidae</i> indet.	–	–	–	–	13	0,01	4	0,00
<i>Euglesa</i> spp.	–	–	–	–	13	0,09	4	0,03
<i>Cincinna</i> (S.) <i>sibirica</i> (Midd.)	40	0,24	–	–	–	–	13	0,08
<i>Heteroptera</i> indet.	13	0,03	–	–	–	–	4	0,01
<i>Caenis horaria</i> (L.)	120	0,13	–	–	–	–	40	0,04
<i>Setodes</i> sp.	27	0,16	–	–	–	–	9	0,05
<i>Ablabesmyia</i> sp.	27	0,05	–	–	–	–	9	0,02
<i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i>	360	0,77	180	0,08	40	0,12	193	0,32
<i>Orthocladus</i> (E.) sp.	80	0,13	–	–	–	–	27	0,04
<i>Psectrocladius</i> sp. (<i>zetterstedti</i> ?)	80	0,08	–	–	–	–	27	0,03
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i>	147	0,09	–	–	–	–	49	0,03
<i>Micropsectra contracta</i> Reiss	–	–	160	0,04	53	0,04	71	0,04
<i>Tanytarsus batophilus</i> Kieff.	13	0,01	–	–	–	–	4	0,00
<i>Dicrotendipes</i> sp. (<i>pulsus</i> ?)	173	0,09	–	–	–	–	58	0,03
<i>Microtendipes pedellus</i> (De Geer)	13	0,03	–	–	–	–	4	0,01
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.	173	0,05	–	–	–	–	58	0,02
<i>Polypedilum</i> (T.) <i>scalaenum</i> (Schränk)	40	0,01	–	–	–	–	13	0,00
<i>Pseudochironomus pracinatus</i> (Staeg.)	200	0,17	–	–	–	–	67	0,06
<i>Sergentia coracina</i> (Zett.)	–	–	40	0,04	507	1,36	182	0,47
Всего	1600	2,71	380	0,14	627	1,63	869	1,49

По сравнению с прочими водоёмами Забайкалья [4], озеро Шебеты по составу и обилию зообентоса проявляет сходство с неподверженными загрязнению ледниково-моренными озёрами его горнотаёжной зоны. Основным аргументом является обитание в озере и доминирующая роль в структуре зообентоса глубинной зоны личинок хирономид рода *Sergentia*, отсутствующих [4, с. 206] в озёрах лесостепной и степной зон Забайкалья.

По результатам проведённых исследований памятник природы – озеро Шебеты – можно рекомендовать в качестве модельного водоёма для долговременных исследований закономерностей функционирования озёрных экосистем таёжной зоны Забайкалья. Этому способствует создание национального парка «Чикой».

Список литературы

1. Еникеев Ф. И. Лазаревская С. В., Помазкова Н. В. Памятник природы «Озеро Шебеты (Шебетуй)» // Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие. Новосибирск: Наука, 2009. С. 646–647.
2. Ивано-Арахлейские озёра на рубеже веков: состояние и динамика. Новосибирск: СО РАН, 2013. 337 с.
3. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельск. науч. центр РАН, 2007. 395 с.
4. Клишко О. К. Зообентос озёр Забайкалья. Ч. I. Видовое разнообразие, распространение и структурная организация. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2001. 208 с.
5. Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц., Горлачева Е. П. Состояние водных экосистем озёр Онон-Торейской равнины за 1983–2011 гг. // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19, № 3. С. 16–26.
6. Линевиц А. А. Хирономиды Байкала и Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1981. 153 с.

7. Провиз В. И. Видообразование и хромосомная эволюция палеарктических видов хирономид рода *Sergentia* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Хромосомный полиморфизм в популяциях *S. baueri* Wülker et al., 1999, *S. prima* Proviz et al., 1997 и *S. electa* Proviz et al., 1999 из Иркутского водохранилища // Генетика. 2009. Т. 45, № 12. С. 1650–1658.
8. Провиз В. И. Инверсионный полиморфизм и дивергенция кариотипов хирономид рода *Sergentia* Kieff. (Diptera, Chironomidae) // Вестн. ВОГиС. 2010. Т. 14, № 1. С. 55–61.
9. Kravtsova L. S. List of Chironomidae (DIPTERA) of south part of the Eastern Siberia // Far eastern entomologist. 2000. No. 93. PP. 1–28.
10. Kravtsova L. S., Bukin Yu. S., Peretolchina T. E., Shcherbakov D. Yu. Genetic differentiation of populations of Baikal endemic *Sergentia baicalensis* Tshern. (Diptera, Chironomidae) // Russian journal of genetics. 2015. Vol. 51, No. 7. PP. 707–710.
11. Papoucheva E., Proviz V., Lambkin Ch., Godderis B., Blinov A. Phylogeny of the endemic Baikalian *Sergentia* (Chironomidae, Diptera) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2003. Vol. 29. PP. 120–125.

References

1. Enikeev F. I. Lazarevskaya S. V., Pomazkova N. V. Pamyatnik prirody «Ozero Shebety (Shebetui)» // Malaya entsiklopediya Zabaikal'ya: Prirodnoe nasledie. Novosibirsk: Nauka, 2009. S. 646–647.
2. Ivano-Arakhleiskie ozera na rubezhe vekov: sostoyanie i dinamika. Novosibirsk: SO RAN, 2013. 337 s.
3. Kitaev S. P. Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtologov. Petrozavodsk: Karel'sk. nauch. tsentr RAN, 2007. 395 s.
4. Klishko O. K. Zoobentos ozer Zabaikal'ya. Ch. I. Vidovoe raznoobrazie, rasprostranenie i strukturnaya organizatsiya. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. nauch. tsentra SO RAN, 2001. 208 s.
5. Kuklin A. P., Tsybekmitova G.Ts., Gorlacheva E. P. Sostoyanie vodnykh ekosistem ozer Onon-Toreiskoi ravniny za 1983–2011 gg. // Aridnye ekosistemy. 2013. T. 19, № 3. S. 16–26.
6. Linevich A. A. Khironomidy Baikala i Pribaikal'ya. Novosibirsk: Nauka, 1981. 153 s.
7. Proviz V. I. Vidоobrazovanie i khromosomnaya evolyutsiya palearkticheskikh vidov khironomid roda *Sergentia* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Khromosomnyi polimorfizm v populyatsiyakh *S. baueri* Wülker et al., 1999, *S. prima* Proviz et al., 1997 и *S. electa* Proviz et al., 1999 iz Irkutskogo vodokhranilishcha // Генетика. 2009. Т. 45, № 12. С. 1650–1658.
8. Proviz V. I. Inverzionnyi polimorfizm i divergentsiya kariotipov khironomid roda *Sergentia* Kieff. (Diptera, Chironomidae) // Vestn. VOGiS. 2010. Т. 14, № 1. С. 55–61.
9. Kravtsova L. S. List of Chironomidae (DIPTERA) of south part of the Eastern Siberia // Far eastern entomologist. 2000. No. 93. PP. 1–28.
10. Kravtsova L. S., Bukin Yu. S., Peretolchina T. E., Shcherbakov D. Yu. Genetic differentiation of populations of Baikal endemic *Sergentia baicalensis* Tshern. (Diptera, Chironomidae) // Russian journal of genetics. 2015. Vol. 51, No. 7. PP. 707–710.
11. Papoucheva E., Proviz V., Lambkin Ch., Godderis B., Blinov A. Phylogeny of the endemic Baikalian *Sergentia* (Chironomidae, Diptera) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2003. Vol. 29. PP. 120–125.

Статья поступила в редакцию 19.10.2016; принята к публикации 18.12.2016

Received: October 19, 2016; accepted for publication: December 18, 2016

Библиографическое описание статьи

Матафонов П. В., Андриевская Е. А. Результаты первых исследований зообентоса озера Шебеты (Забайкалье) // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 142–147.

Reference to the article

Matafonov P. V., Andrievskaya E. A. The Results of the First Researches of Zoobenthos in Lake Shchebety (Transbaikalia) // Scholarly Notes of Transbaikalian State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1 PP. 142–147.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

HUMAN PHYSIOLOGY

УДК 613.65

Софья Ниазовна Бобкова¹,
кандидат медицинских наук, доцент,
Московский городской педагогический университет
(129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4),
e-mail: mario65@yandex.ru

Жанат Тулешевна Искакова²,
кандидат биологических наук, доцент,
Московский городской педагогический университет
(129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4),
e-mail: mario65@yandex.ru

Марина Валентиновна Зверева³,
кандидат медицинских наук, доцент,
Московский городской педагогический университет
(129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4),
e-mail: mario65@yandex.ru

Мониторинг гармоничности физического развития студентов-спортсменов и его значение

Мониторинг физического развития юных спортсменов является важнейшим направлением охраны их здоровья, поскольку дисгармоничность физического развития может неблагоприятно повлиять на состояние основных адаптивных систем растущего организма. Слишком большое увеличение роста и массы тела, которое может характеризовать физическое развитие молодого атлета, способно влиять на объём и массу его сердца. При чрезмерно высоком, ускоренном физическом развитии, использовании несбалансированных нагрузок состояние такого сердца может в какой-то момент стать дезадаптивным, а параметры его деятельности будут отличны от нормальных. Оценка ЭКГ молодых спортсменов с помощью кардиовизора показывает признаки гипоксии и гипертрофии левого желудочка у обследованных, особенно в группе тяжелоатлетов. В наших исследованиях мы показали, что более чем у трети протестированных студентов-спортсменов физическое развитие характеризуется как дисгармоничное и даже резко дисгармоничное. Особенно дисгармоничность развития проявляется в группе студентов-юношей, занимающихся силовыми видами спорта. Оценка здоровья этих спортсменов по формуле Баевского также показывает признаки неблагополучия в состоянии адаптивных систем организма, что требует более глубокого медицинского обследования. Необходимо создание банка данных показателей физического развития юных спортсменов, относящихся к различным видам спорта, для определения соответствующих им возрастно-половых норм.

Ключевые слова: спортсмены, физическое развитие, здоровье, гармоничность развития

¹ М. В. Зверева – сбор материала, организация экспериментального исследования, систематизация материала, оформление статьи.

² С. Н. Бобкова – сбор материала, анализ литературных источников, оформление статьи.

³ Ж. Т. Искакова – сбор материала, систематизация материала.

Sophia N. Bobkova¹,
Candidate of Medical Science, Associate Professor,
Moscow City Pedagogical University
(4 2nd Selskokhozyastveny proezd, Moscow, 129226, Russia),
e-mail: mario65@yandex.ru

Zhanat T. Iskakova²,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Moscow City Pedagogical University
(4 2nd Selskokhozyastveny proezd, Moscow, 129226, Russia),
e-mail: mario65@yandex.ru

Marina V. Zvereva³,
Candidate of Medical Science, Associate Professor,
Moscow City Pedagogical University
(4 2nd Selskokhozyastveny proezd, Moscow, 129226, Russia),
e-mail: mario65@yandex.ru

Monitoring of the Physical Development Harmony of Student-Athletes and its Importance

Monitoring of the physical development of young athletes is the most important area of the protection of their health as disharmony of physical development may adversely affect the state of the major adaptive systems of the growing organism. Excessive increase of body height and weight, physical growth and unbalanced activity, the condition of the heart may at some point become disadaptive, and the parameters of its activities will differ from the normal. The ECG results of the young sportsmen using CardioVisor reveal signs of hypoxia and left ventricular hypertrophy, especially in the weightlifting group. In our studies we showed that physical growth of more than a third of the tested student-athletes characterized as disharmonious and even sharply disharmonious. It is particularly observed in the groups of students engaged in power sports. Evaluation of the health of athletes of those groups via the Baevsky formula also shows signs of trouble in the conditions of adaptive systems of the body that requires more in-depth medical examination. Thus, it is becoming necessary to create a data base of the physical growth of young athletes belonging to different sports, to determine their respective age and sex norms.

Keywords: athletes, physical development, health, harmonious development

Введение. Здоровье спортсменов в последнее время становится предметом активного обсуждения в прессе и среди специалистов. Влияние чрезмерных физических нагрузок, гиперкинезии, особенно в период активного роста и созревания организма, может оказаться неоднозначным и привести к возникновению патологических изменений [1; 4; 9]. Известно, что показатели физического развития юношей и девушек, регулярно занимающихся спортом, превышают показатели их неспортивных сверстников по многим соматометрическим и физиометрическим параметрам. В то же время важно оценить пропорциональность (гармоничность) физического развития спортсменов, поскольку она в значительной степени определяет сбалансированность функционирования организма и его адаптивных систем.

По данным группы специалистов Московского научно-практического центра спортивной медицины, в течение нескольких лет проводивших исследования особенностей ЭКГ спортсменов, среди самых частых находок в электрокардиограммах спортсменов встречаются: 1) синусовая брадикардия или частота сердечных сокращений (ЧСС) меньше 60 уд./мин, которая у обычных людей может являться признаком патологии; 2) синусовая аритмия, считающаяся проявлением зависимости от дыхания частоты сердечных сокращений и характерная также для ЭКГ детей; 3) миграция водителя ритма; 4) изменения атриовентрикулярной проводимости, вплоть до атриовентрикулярной блокады I степени (10–33 % спортсменов в циклических видах спорта, по данным зарубежных исследователей, и 2,2 % в смешанной группе, по данным отечественных медиков) с редкими эпизодами атриовентрикулярной блокады II степени; 5) изменения внутрижелудочковой проводимости, в частности, неполная блокада пра-

¹ M. V. Zvereva – gathering material, organization of experimental research, organization of material, preparation of the manuscript.

² S. N. Bobkova – gathering material, analysis of literary sources, preparation of the manuscript.

³ Zh. T. Iskakova – gathering material, organization of material.

вой ножки пучка Гиса (НБПНПГ), которая является наиболее часто регистрируемым у атлетов феноменом, указывающим на замедление внутрижелудочковой проводимости (50 % спортсменов); 6) гипертрофия желудочков; 7) изменения реполяризации, такие как синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ), встречающийся у спортсменов с высокой частотой (8,9–9,4 % случаев) [6].

Специалисты в области отечественной спортивной медицины считают, что описанные отличия ЭКГ спортсменов не должны вызывать серьёзных опасений и препятствовать допуску их к тренировкам и соревнованиям, если не сопровождаются клиническими признаками неблагоприятного и (или) отрицательной динамики этих изменений. Однако данный вопрос изучен далеко не полностью и требует дополнительных изысканий, тем более, что случаи внезапной сердечной смерти среди спортсменов молодого возраста встречаются в три раза чаще, чем среди их ровесников, не имеющих отношения к спорту [3; 7; 10].

При оценке вариабельности сердечного ритма спортсменов с помощью метода дисперсионного картирования ЭКГ было выявлено снижение показателей вариабельности сердечного ритма и другие отклонения дисперсионных характеристик, свидетельствующие о ригидности адаптационных механизмов и функциональных резервов миокарда, прежде всего, у тяжелоатлетов, что расценивается авторами как вероятный риск развития патологических состояний в виде аритмий [8].

В работе И. Ю. Култышкина и соавторов [5] с применением метода дисперсионного картирования ЭКГ у юных спортсменов показана тенденция к увеличению выраженности патологических показателей состояния миокарда по признаку гипоксии и гипертрофии левого желудочка по сравнению с нормой во всех обследованных группах юных атлетов. Более значительные отклонения от нормальных показателей функционального состояния сердца выявляются у тяжелоатлетов, особенно в группе девушек.

Таким образом, у юных спортсменов возможны ещё в большей степени, чем у неспортсменов и взрослых спортсменов, нарушения в состоянии сердечно-сосудистой системы, причём эти изменения, возможно, связаны с особенностями их физического развития.

Слишком большое увеличение роста и массы тела, которое может характеризовать физическое развитие молодого атлета, способно, по нашему мнению, влиять на объём и массу его сердца. При чрезмерно высоком, ускоренном физическом развитии, использовании несбалансированных нагрузок состояние такого «спортивного сердца» может в какой-то момент стать дезадаптивным, а параметры его деятельности будут отличны от нормальных. Например, могут возникнуть гипертония, тахикардия, другие нарушения ритма.

Поэтому вопрос оценки физического развития спортсменов является важным с точки зрения долгосрочного прогноза их здоровья. Тем не менее, оценке параметров физического развития спортсменов уделяется недостаточно внимания среди специалистов. Практически отсутствуют исследования пропорциональности физического развития атлетов различных видов спорта, взаимосвязи с состоянием здоровья.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 26 студентов-спортсменов различных спортивных специализаций.

Антропометрическое обследование проводили унифицированным методом, затем оценивали гармоничность физического развития студентов методом сигмальных отклонений, устанавливая, на какую долю сигмы или сигм индивидуальный показатель физического развития отличается от средней арифметической этого признака данной возрастно-половой группы. Последовательно определяли сигмальные отклонения для роста, веса, окружности грудной клетки. По величине сигмальных отклонений судили о гармоничности (пропорциональности) и степени физического развития.

Отклонение индивидуальных показателей от средних стандартных величин в пределах $M \pm 1\sigma$ указывает на среднее физическое развитие данного индивидуума. При развитии ниже среднего показатели находятся в пределах от -1σ до -2σ , при низком физическом развитии – от -2σ до -3σ . При физическом развитии выше среднего индивидуальные показатели находятся в пределах от $+1\sigma$ до $+2\sigma$, а при высоком – от $+2\sigma$ до $+3\sigma$. Если все отклонения укладываются в интервал одной сигмы, развитие считается гармоничным. В случае если разброс признаков превышает одну сигму – развитие дисгармоничное. И, наконец, если один признак отличается от другого более, чем на две сигмы, такое развитие расценивается как резко дисгармоничное. По другим представлениям, при гармоничном развитии допускается разброс в отклонении показателей до двух сигм.

Следующим этапом исследования было исследование показателей кардиореспираторной системы с целью подсчёта коэффициента здоровья по формуле Р. М. Баевского:

Коэффициент здоровья = $[(0,011 \times ЧСС) + (0,014 \times САД) + (0,008 \times ДАД) + (0,014 \times В) + (0,009 \times М) + (0,004 \times П) - (0,009 \times Р)] - 0,273$, где САД – систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.; ДАД – диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин; В – возраст, в годах; М – масса, кг; Р – рост, см; П – пол (1 – мужской, 2 – женский). Полученный результат оценивался по следующим нормативам: если полученный коэффициент здоровья соответствовал 2,6 и менее – степень адаптации характеризовалась как отличная; если 2,61–2,85 – степень адаптации хорошая; 2,86–3,10 – удовлетворительная; 3, 11 и более – неудовлетворительная.

Результаты и их обсуждение. После первичного сбора и анализа данных физического развития мы оценивали особенности физического развития подгрупп студентов, занимающихся сходными видами спорта. Полученные данные представлены в табл. 1. По представленным данным видно, что в группе студентов, занимающихся игровыми видами спорта, развитие оценивалось как гармоничное, среднее. Следующей группой были студенты, занимающиеся различными видами единоборств. Здесь данные значительно отличались. Увеличилась доля студентов-юношей с дисгармоничным развитием. У одного из студентов развитие – резко дисгармоничное, в среднем отклонение показателей данной группы по массе и окружности грудной клетки составило 1,1 и 0,8 σ .

Ещё больше дисгармоничность развития проявляется в группе студентов-юношей, занимающихся силовыми видами спорта – в среднем отклонение показателей данной группы по массе и окружности грудной клетки составило 4,1 и 2,7 σ .

Таблица 1

Оценка физического развития студентов, занимающихся разными видами спорта, методом сигмальных отклонений

Подгруппы	Длина, см	Отклонение от среднего, в сигмах	Масса, кг	Отклонение от среднего, в сигмах	ОГК, см	Отклонение от среднего, в сигмах	Гармоничность развития
Юноши-спортсмены (игровые виды)	179,7±4,5	0,4±0,8	72±4,6	0,6±0,6	96,7±3	0,6±0,5	гармоничное, среднее
Юноши-спортсмены (единоборства)	176,2±4,4	-0,2±0,7	76,8±10,9	1,1±1,5	97,6±5,6	0,8±0,9	дисгармоничное, высокое
Юноши-спортсмены (тяжёлая атлетика)	186,7±3,5	1,63±0,6	99±10,1	4,1±1,3	109,7±6,5	2,7±1,1	резко дисгармоничное, высокое
Девушки-спортсменки	166,2±6,8	0,8±1,2	54,2±3	-0,3±0,8	83,8±3,5	-0,1±0,8	гармоничное, среднее

Отдельного внимания заслуживает оценка физического развития студенток-спортсменок. У девушек также наблюдается некоторая дисгармоничность, в основном из-за недостатка массы по сравнению с ростом.

Следующим этапом исследования было изучение показателей кардиореспираторной системы исследуемых спортсменов с целью подсчёта коэффициента здоровья по формуле Р. М. Баевского. Рассчитанные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка состояния адаптивных систем организма (по коэффициенту Баевского) студентов, занимающихся разными видами спорта

Подгруппы	Коэффициент здоровья	Гармоничность развития
Юноши-спортсмены (игровые виды)	1,9±0,1	гармоничное, среднее
Юноши-спортсмены (единоборства)	2,2±0,3	резко дисгармоничное, высокое
Юноши-спортсмены (тяжелая атлетика)	2,6±0,3	резко дисгармоничное, высокое
Девушки-спортсменки	1,9±0,2	гармоничное, среднее

Представленные данные показывают, что у большинства студентов-спортсменов коэффициент здоровья соответствует отличным показателям. У студентов с гармоничным развитием показатели коэффициента здоровья – отличные, более низкие в абсолютном измерении (1,79; 2,1...), что более выигрышно. У всех девушек коэффициент здоровья – отличный, значения в абсолютном измерении – низкие (1,63; 1, 81...). У большинства студентов с дисгармоничным развитием коэффициент здоровья тоже укладывается в параметры «отличного», но абсолютные значения выше, и встречаются показатели, относящиеся к «хорошему» и «удовлетворительному» коэффициенту (2,7; 2,98). Эти результаты связаны не только с высокими показателями массы, но и высокими значениями артериального давления, более частым пульсом. Учитывая серьёзные силовые нагрузки, которые применяются в их тренировках, требуется более углублённый и частый контроль за состоянием кардиореспираторной системы юных атлетов.

Таким образом, проведённое исследование позволяет сделать следующие **выводы**:

1. При оценке здоровья юных спортсменов необходимо учитывать гармоничность их физического развития. Проведённое начальное изучение показало, что при сравнении данных физического развития студентов-спортсменов с нормами юношей и девушек, не занимающихся активно спортом, у значительной части обследованных физическое развитие характеризуется как дисгармоничное. При выявлении признаков резкой дисгармоничности развития требуется более углублённое и регулярное медицинское обследование.

2. Необходимо создание банка данных показателей физического развития юных спортсменов, относящихся к различным видам спорта, для определения соответствующих им возрастно-половых норм.

Список литературы

1. Белоцерковский З. Б., Любина Б. Г. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов. Норма и атипичные изменения. М.: Сов. спорт, 2012. 548 с.
2. Белоцерковский З. Б., Любина Б. Г., Смоленский А. В. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам // Врач-аспирант. 2007. № 3. С. 185–189.
3. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. Спортивная кардиология. М.: Медицина, 1989. 464 с.
4. Караулова Л. К., Бобкова С. Н., Расулов М. М., Беляев В. С. Адаптивные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем студентов-первокурсников // Проблемы адаптивной физкультуры на современном этапе развития: сб. Всерос. науч.-практ. конф. Липецк, 2005. С. 19–21.
5. Култышкин И. Ю., Зверева М. В. Применение метода дисперсионного картирования ЭКГ для выявления изменений функциональных показателей сердечной деятельности у юных спортсменов различных специализаций // Вестн. Моск. гор. пед. ун-та. Сер. Естественные науки. 2015. № 3. С. 36–43.
6. Павлов В. И., Орджоникидзе Е. Г., Дружинин А. Е., Иванова Ю. М. Особенности ЭКГ спортсмена // Функциональная диагностика. 2005. № 4. С. 65–74.
7. Цыбулькин Н. А. Остановка сердца у спортсменов с позиций практической кардиологии // Практическая медицина. Кардиология. 2013. № 3. С. 26–31.
8. Черногоров Д. Н., Матвеев Ю. А. Динамические исследования variability сердечного ритма и дисперсионного картирования электрокардиограммы у тяжелоатлетов различного уровня подготовки // Спортивная медицина: наука и практика. 2016. Т. 6, № 1. С. 15–20.
9. Adamu B., Sani M. U., Abdu A. Physical exercise and health: a review // Niger. J. Med. 2006. Vol. 15, № 3. PP. 190–196.
10. Maron B. J., Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death // Circulation. 2006. Vol. 14, № 15. PP. 1633–1644.

References

1. Belotserkovskii Z. B., Lyubina B. G. Serdechnaya deyatel'nost' i funktsional'naya podgotovlennost' u sportsmenov. Norma i atipichnye izmeneniya. M.: Sov. sport, 2012. 548 s.
2. Belotserkovskii Z. B., Lyubina B. G., Smolenskii A. V. Adaptatsiya serdechno-sosudistoi sistemy k fizicheskim nagruzkam // Vrach-aspirant. 2007. № 3. S. 185–189.
3. Dembo A. G., Zemtsovskii E. V. Sportivnaya kardiologiya. M.: Meditsina, 1989. 464 s.
4. Karaulova L. K., Bobkova S. N., Rasulov M. M., Belyaev V. S. Adaptivnye vozmozhnosti serdechno-sosudistoi i dykhatel'noi sistem studentov-pervokursnikov // Problemy adaptivnoi fizkul'tury na sovremennom etape razvitiya: sb. Vseros. nauch.-prakt. konf. Lipetsk, 2005. S. 19–21.
5. Kultyshkin I.Yu., Zvereva M. V. Primenenie metoda dispersionnogo kartirovaniya EKG dlya vyyavleniya izmenenii funktsional'nykh pokazatelei serdechnoi deyatel'nosti u yunykh sportsmenov razlichnykh spetsializatsii // Vestn. Mosk. gor. ped. un-ta. Ser. Estestvennyye nauki. 2015. № 3. S. 36–43.
6. Pavlov V. I., Ordzhonikidze E. G., Druzhinin A. E., Ivanova Yu. M. Osobennosti EKG sportsmena // Funktsional'naya diagnostika. 2005. № 4. S. 65–74.
7. Tsybul'kin N. A. Ostanovka serdtsa u sportsmenov s pozitsii prakticheskoi kardiologii // Prakticheskaya meditsina. Kardiologiya. 2013. № 3. S. 26–31.

8. Chernogorov D. N., Matveev Yu. A. Dinamicheskie issledovaniya variabel'nosti serdechnogo ritma i dispersionnogo kartirovaniya elektrokardiogrammy u tyazhelootletov razlichnogo urovnya podgotovki // Sportivnaya meditsina: nauka i praktika. 2016. T. 6, № 1. S. 15–20.

9. Adamu V., Sani M. U., Abdu A. Physical exercise and health: a review // Niger. J. Med. 2006. Vol. 15, № 3. PP. 190–196.

10. Maron B. J., Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death // Circulation. 2006. Vol. 14, № 15. PP. 1633–1644.

Статья поступила в редакцию 20.10.2016; принята к публикации 05.12.2016

Received: October 20, 2016; accepted for publication: December 05, 2016

Библиографическое описание статьи

Бобкова С. Н., Исакова Ж. Т., Зверева М. В. Мониторинг гармоничности физического развития студентов-спортсменов и его значение // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 148–153.

Reference to the article

Bobkova S. N., Iskakova Zh. T., Zvereva M. V. Monitoring of the Physical Development Harmony of Student-Athletes and its Importance // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 148–153.

УДК:613.3

Сергей Тихонович Кохан¹,
кандидат медицинских наук, доцент,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: ispsmed@mail.ru

Андрей Владимирович Патеюк²,
доктор медицинских наук, профессор,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),
e-mail: ispsmed@mail.ru

Влияние водного экстракта лиственницы сибирской на процессы перекисного окисления липидов при стрессе в эксперименте

В Сибирском регионе активно развиваются производства деревообработки. Отходами такого производства являются опилки. Остро стоит вопрос об утилизации таких отходов. В настоящее время многие люди испытывают повышенные эмоциональные нагрузки, гиподинамию и т. д., что приводит к снижению резистентности организма. Прием растительных средств повышает эффективность защитных и компенсаторных механизмов, нормализует обменные процессы, усиливает выведение токсических метаболитов из организма. Прием адаптогенных препаратов приводит к изменению обмена веществ. Под влиянием таких препаратов отмечается снижение патологических биохимических, физиологических и функциональных нарушений белкового, углеводного, липидного и водно-солевого обменов; клетками повышается утилизация глюкозы, происходит мобилизация депо липидов и, как следствие, повышение использования липидов в качестве субстратов окисления; при экстремальных воздействиях снижается истощение гипофиз-адреналовой системы. Исходя из изложенного, проведенное исследование доказало, что применение экстракта «Экстрапинус» снижает патологические нарушения, возникающие на фоне стресса. Учитывая отсутствие в рекомендованных дозах токсичности, можно рекомендовать его применение при стрессе. В эксперименте доказано, что экстракт «Экстрапинус» восстанавливает энергетический потенциал клеток при моделировании стресса, нормализует баланс в системе «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита», энергетический потенциал клеток, поддерживает нормальное содержание тиолов в организме животного на фоне стресса.

Ключевые слова: водный экстракт, лиственница сибирская, перекисное окисление липидов

¹ С. Т. Кохан – сбор материала, анализ, систематизация материала.

² А. В. Патеюк – анализ, работа с литературой, оформление статьи.

Sergey T. Kokhan¹,
Candidate of Medical Science, Associate Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: ispsmed@mail.ru

Andrey V. Pateyuk²,
Doctor of Medical Science, Professor,
Transbaikal State University
(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: ispsmed@mail.ru

Influence of Siberian Larch Water Extract on Processes of Peroxide Oxidation of Lipids under Stress in an Experiment

Woodworking production is actively developing in the Siberian region. Waste of such production is sawdust. The question of utilization of such waste is particularly acute. A lot of people are currently experiencing heightened emotional strain, hypodynamia, etc. that lead to decrease in organism resistance. Acceptance of vegetable means increases efficiency of protective and compensatory mechanisms, normalizes exchange processes, strengthens removal of toxic metabolites from the organism. Taking adaptogenic medicines results in metabolic changes. Under the influence of such medicines decrease in pathological biochemical, physiological and functional violations of protein, carbohydrate, lipid and water-salt exchanges is noted; glucose utilization increases, there is a mobilization of lipid depot and, as a result, increase in use of lipids as oxidation substrata; in case of extreme impacts depletion in a hypophysis- adrenal system decreases. Based on the above-mentioned, the research carried out proved that use of Ekstrapinus extract reduces pathological violations caused by stress. Considering absence of toxicity, it is possible to recommend its application in the recommended doses in case of a stress. In an experiment it is proved that Ekstrapinus extract recovers energy potential of cells when modeling a stress, normalizes balance in the system "peroxide oxidation of lipids – antioxidant protection", energy potential of cells maintains normal thiols content in an animal organism against the background of a stress.

Keywords: water extract, Siberian larch, peroxide oxidation of lipids

Введение. В настоящее время стоит вопрос об утилизации различных отходов. В Сибирском регионе активно развивается деревообрабатывающее производство. Отходами такого производства являются опилки, которые часто прессуются в брикеты для отопления. Такое использование опилок не всегда эффективно. Мы предлагаем способ экстракции биологически активных веществ из опилок и дальнейшее использование сухого остатка для изготовления тех же брикетов для отопления. Современные инновационные технологии захватывают различные отрасли науки. Не осталась в стороне и биотехнология [3]. На основании изучения состава и свойств веществ природного происхождения синтезируют новые биопрепараты, которые в дальнейшем могут использоваться как в промышленности, так и в медицине [2–4].

В современное время широко рекламируются и используются различные растительные биодобавки и биостимуляторы, которые эффективны при лечении многих заболеваний. Кроме того, такие препараты применяются в качестве профилактических средств. В составе данных препаратов определяются такие вещества, как: витамины, микроэлементы, интерфероны, интерлейкины и пептидные компоненты. Следовательно, состав даёт возможность применять эти препараты при различных патологиях, таких как гиповитаминозы, микроэлементозы, иммунодефициты и т. д.

Так, использование биопрепаратов при различных онкологических заболеваниях тормозит процессы метастазирования и блокирует питание опухоли [1]. Получение препаратов из растительного сырья известно давно и до сих пор пользуется успехом при лечении различных заболеваний.

В настоящее время многие люди испытывают повышенные эмоциональные нагрузки, гиподинамию и т. д., что приводит к снижению резистентности организма. Приём растительных средств повышает эффективность защитных и компенсаторных механизмов, нормализует об-

¹ S. T. Kokhan – material collection, analysis, material systematization.

² A. V. Pateyuk – analysis, work with literature, execution of article.

менные процессы, усиливает выведение токсических метаболитов из организма. Приём адаптогенных препаратов приводит к изменению обмена веществ. Под влиянием таких препаратов отмечается снижение патологических биохимических, физиологических и функциональных нарушений белкового, углеводного, липидного и водно-солевого обменов; клетками повышается утилизация глюкозы, происходит мобилизация депо липидов и, как следствие, повышение использования липидов в качестве субстратов окисления; при экстремальных воздействиях снижается истощение гипофиз-адреналовой системы [2; 4–6; 11; 12]. Исходя из сказанного, мы решили изучить влияние водного экстракта из лиственницы сибирской «Экстрапинус» на энергетический обмен и процессы перекисного окисления липидов при экспериментальном стрессе.

Материалы и методы исследования. Экстракцию проводили путём смешивания опилок лиственницы сибирской и воды по массовым частям в соотношении 1 : 10 в течение 24 ч при температуре 70 °С. Далее полученный экстракт охлаждали до 20 °С и отфильтровывали через бязевый фильтр, разливали во флаконы по 100 мл. Полученный раствор хранился не более 3 мес. при комнатной температуре.

Содержание аминокислот определяли на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония). В хроматографе использовали спектрофотометрический детектор с диодной матрицей SPD-M20A, насос высокого давления LC-20AD и ручной инжектор 7725i Rheodyne (США) с петлёй на 20 мкл. Для управления хроматографом и анализа за хроматограмм применяли компьютерную программу «LabSolutions», версия 1,25 SP1 (Shimadzu, Япония). Использовали колонку Luna C18(2) 100×4,6 мм, 5 мкм, около 5700 ТТ (Phenomenex, США) и предколоночный тефлоновый фильтр с диаметром пор 0,5 мкм (Supelco, США). Так же применяли ультрацентрифугу SIGMA 3K30 (Sigma, США) и вортекс (IKA, Германия) [9].

Содержания микроэлементов в экстракте определяли методами масс-спектрометрии и атомно-элементной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на аппаратуре: квадрупольный масс-спектрометр Nexion 300D (Perkin Elmer, USA) и атомно-эмиссионный спектрометр Optima 2000 DV (Perkin Elmer, USA) [1].

В серии предварительных экспериментов была определена острая токсичность экстракта «Экстрапинус». Опыты проведены на белых беспородных крысах обоего пола массой 160–180 г. По методу Кербера определяли острую токсичность экстракта «Экстрапинус» при его однократном внутрижелудочном введении в объёмах 1,0–5,0 мл/кг массы животного [3].

Животные всех контрольных групп получали эквивалентное количество дистиллированной воды. В течение 14 дней с момента введения испытуемого средства осуществляли наблюдение за животными. В течение всего периода эксперимента отмечали изменения общего состояния и поведения животных. Особое внимание обращали на видимые признаки интоксикации. Все проводимые этапы эксперимента соответствовали требованиям Международных правил гуманного отношения к животным, отражённым в Санитарных правилах по оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) [1; 8]. Так же все работы проведены в соответствии с руководством по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ [8].

Стресс у крыс вызывали путём иммобилизации в течение 24 ч. Крысы 1-й группы употребляли «Экстрапинус» по 5 мл/кг массы в течение 1 раза в день в течение 14 сут. Животные второй группы получали эквивалентное количество воды.

Животных выводили из эксперимента под эфирным наркозом путём декапитации. После этого у крыс в гомогенате скелетной мышцы определяли содержание АТФ [8]. В сыворотке крови исследовали концентрацию молочной и пировиноградной кислот. Рассчитывали окислительно-восстановительный потенциал по отношению МК/ПВК [8]. Содержание гликогена определяли в гомогенате печени (Seifter, 1950) [7].

По приросту уровня малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови и гомогенате тканей, который определяли в цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой, судили об интенсивности СРО по методу И. Д. Стальной и др. [7].

Спектрофотометрическими методами проводили оценку активности ферментов антирадикальной защиты. По ингибированию скорости восстановления нитросинего тетразолия в неэнзиматической системе феназинметасульфата и НАДН при 540 нм оценивали активность супе-

роксидадисмутазы (СОД) по методу Э. Н. Коробейниковой. В цветной реакции образования комплекса пероксида водорода с молибдатом аммония, поглощающего при 410 нм, определяли активность каталазы по методу М. А. Королук, Л. И. Ивановой, И. Г. Майоровой [7].

По образованию тионитрофенильного аниона, имеющего максимум поглощения при длине волны 412 нм, в реакции с 5,5-дителио-бис-(2-нитробензойной) кислотой определяли концентрацию восстановленного глутатиона по методике G. L. Ellman [7].

Статистическую обработку материалов осуществляли на ПК. Результаты абсолютных значений по всем параметрам представляли в виде среднего \pm среднеквадратичное отклонение от среднего ($M \pm m$).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в водном экстракте содержится (в микромоль/л): аланин (Ala) – 156,83; аргенин (Arg) – 5,78; аспартат (Asp) – 233,82; аспарагин (Asp) – 36,66; валин (Val) – 78,47; гистидин (His) – 34,22; глицин (Gly) – 7,74; глутамат (Glu) – 116,84; глутамин (Gln) – 45,67; изолейцин (Ile) – 10,13; лейцин (Ltu) – 54,66; лизин (Lys) – 13,98; метионин (Met) – 15,61; орнитин (Orn) – 125,24; серин (Ser) – 16,35; таурин – (Tau) – 7,15; тирозин (Tyr) – 107,75; треонин (Thr) – 26,83; триптофан (Trp) – 32,95; фенилаланин (Phe) – 35,88.

Кроме того, экстракт содержит наибольшее количество цинка и йода. Особо отметим, что содержание ртути и свинца не превышает разрешённые нормы, а содержание селена находится на достаточном уровне для компенсации его концентрации в организме в селедефицитных регионах, к которым относится Забайкальский край.

Установлено, что внутрижелудочное введение испытуемого экстракта «Экстрапинус» в течение всего периода эксперимента в указанных объёмах не вызывало гибели животных. У крыс, получавших испытуемое средство, так же не отмечалось видимых признаков интоксикации. Животные опытных групп хорошо принимали корм, оставались активными, стул был. Исходя из этого и в соответствии с общепринятыми классификациями испытуемое средство можно отнести к группе практически не токсичных веществ [11; 13].

Полученные данные свидетельствуют, что экспериментальный иммобилизационный стресс сопровождается снижением концентрации АТФ на 49,0 % ($p < 0,001$). При этом, относительно интактных животных, повышается уровень молочной и пировиноградной кислот в 2,1 раза ($p < 0,001$) и 1,3 раза ($p < 0,001$), соответственно. В 1,7 раза ($p < 0,001$) выросло соотношение МК/ПВК. Данный показатель является основным лимитирующим фактором физической работоспособности. На фоне стресса наблюдалось снижение концентрации гликогена в печени на 23,3 % ($p = 0,002$), что свидетельствует об истощении углеводных запасов. Повышение концентрации МДА в гомогенате печени и сыворотке крови в 3,6 раза ($p < 0,001$) и 3,4 раза ($p < 0,001$), соответственно, и снижение ферментативных факторов антирадикальной защиты, каталазы сыворотки на 45,0 % ($p < 0,001$) и СОД гомогената печени на 71,8 % ($p < 0,001$) свидетельствуют об активации процессов свободнорадикального окисления. На 25,3 % ($p = 0,007$) уменьшается концентрация восстановленного глутатиона и возрастает в 1,6 раза ($p < 0,001$) уровень гомоцистеина.

Применение экстракта «Экстрапинус» приводило к частичной нормализации исследуемых биохимических параметров.

Таблица

Влияние экстракта «Экстрапинус» на биохимические показатели белых крыс на фоне стресса

Показатели	Интактная (n=10)	Контрольная (стресс+H ₂ O) (n = 12)	Опытная (стресс+ экстракт «Экстрапинус») (n=12)
АТФ в гомогенате скелетной мышцы, мкмоль/мин/г белка	0,55 \pm 0,03	0,28 \pm 0,01	0,44 \pm 0,04*
Гликоген в гомогенате печени, г %	1012,0 \pm 76,8	778,1 \pm 52,7	1002,0 \pm 43,1
ПВК, ммоль/л	3,21 \pm 0,25	4,22 \pm 0,26	3,23 \pm 0,23*
МК, ммоль/л	48,51 \pm 3,63	102,09 \pm 4,50	67,07 \pm 4,13*
МК/ПВК	15,1 \pm 1,33	26,1 \pm 2,54	19,67 \pm 2,12*
МДА в сыворотке крови, мкмоль/л	3,72 \pm 0,36	12,81 \pm 0,85	5,68 \pm 0,85*
МДА в гомогенате печени, мкмоль/г ткани	2,73 \pm 0,15	9,81 \pm 0,46	5,23 \pm 0,34*
Каталаза сыворотки, мккат/л	1,91 \pm 0,09	1,05 \pm 0,05*	1,65 \pm 0,14*

Окончание таблицы

Показатели	Интактная (n=10)	Контрольная (стресс+H ₂ O) (n = 12)	Опытная (стресс+ экстракт «Экстрапинус») (n=12)
СОД в гомогенате печени, усл.ед	2,45±0,12	0,69±0,04*	1,65±0,17*
Восстановленный глутатион (GSH) в гомогенате печени, мкмоль/г ткани	6,45±0,47	4,82±0,41*	6,02±0,56*
Гомоцистеин сыворотки крови, мкмоль/л	5,72±1,35	9,11±2,09*	6,574±1,16
<i>Примечание:</i> достоверность различий по сравнению с данными животных контрольной группы при p<0,05			

При применении экстракта «Экстрапинус» возрастал энергетический потенциал клетки, о чём свидетельствует увеличение содержания АТФ и гликогена. В опытной группе, получавшей экстракт «Экстрапинус», снижалась относительно контрольной группы концентрация ПВК и МК.

Процессы свободнорадикального окисления при использовании экстракта «Экстрапинус» замедлялись, уровень МДА в сыворотке, гомогенате печени снижался на 59,8 % (p<0,001) и 44,9 % (p<0,001) относительно контрольной группы; на 31,6 % (p<0,001) и 45,9 % (p<0,001), соответственно. Уровень антирадикальной защиты возрастал при использовании экстракта «Экстрапинус». Так, активность каталазы была выше контрольной группы в 1,6 раза (p<0,001), 1,4 раза (p<0,001) и 1,2 (p = 0,008) раза, соответственно. Изменения активности СОД носили схожий характер.

При использовании экстракта «Экстрапинус» в гомогенате печени возрастало содержание восстановленного глутатиона, а изменения уровня гомоцистеина носили противоположный характер относительно указанных групп.

Исходя из изложенного, проведённое исследование доказало, что применение экстракта «Экстрапинус» снижает патологические нарушения, возникающие на фоне стресса. Учитывая отсутствие в рекомендованных дозах токсичности, возможно рекомендовать данный препарат для применения при стрессе.

Выводы. Экстракт «Экстрапинус» обладает следующими действиями:

1. Восстанавливает энергетический потенциал клеток при моделировании стресса.
2. Восстанавливает энергетический потенциал клеток, нормализует баланс в системе «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита».
3. Поддерживает баланс тиолов в организме животных при стрессе.

Список литературы

1. Антонова Г. Ф., Тюкавкина Н. А. Водорастворимые вещества лиственницы и возможности их использования // Химия древесины. 1983. № 2. С. 89–96.
2. Антонова Г. Ф., Усов А. Н. Структура арабиногалактана древесины лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) // Биоорганическая химия. 1984. Т. 10, № 12. С. 1664–1669.
3. Арифходжаев А. О. Галактаны и галактансодержащие полисахариды высших растений // Химия природных соединений. 2000. № 3. С. 185–197.
4. Бабкин В. А., Остроухова Л. А., Дьячкова С. Г. Безотходная комплексная переработка биомассы лиственниц сибирской и даурской // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. № 5. С. 105–115.
5. Балтина Л. А., Сахаутдинова Г. М., Зарудий Ф. С. Синтез гликопептидов глицерризиновой кислоты и их иммуномодулирующее действие // Химико-фармацевтический журн. 1990. Т. 24, № 2. С. 119–121.
6. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Ленинград: МедГиз, 1963. 148 с.
7. Бузин Г. А., Джемухадзе К. М., Милешко Л. Ф. Определение белка в растениях с помощью амидо-чёрного // Физиология растений. 1982. Т. 24, вып. 1. С. 198–204.
8. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё. МЗ СССР. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1990. 400 с.
9. Дейл З., Мацек К., Янак Я. Жидкостная колоночная хроматография. М.: МедГиз, 1978. Т. 1. 554 с.
10. Кохан С. Т., Патеюк А. В. Исследование растительных адаптогенных средств при экспериментальной стафилококковой пневмонии // Сиб. мед. журн. 2014. № 8. С. 107–110.
11. Кохан С. Т., Патеюк А. В. Применение селенсодержащих средств на некоторые показатели иммунитета при экспериментальном гипоселенозе // Экология. Здоровье. Спорт: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2015. С. 220–232.
12. Кохан С. Т., Патеюк А. В. Влияние селенодефицита на некоторые физиологические и морфофункциональные показатели крыс в эксперименте // Здоровье для всех: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф.; Полесск. гос. ун-т. г. Пинск (23–24 апреля 2015 г.). С. 96–97.

13. Кохан С. Т., Патеюк А. В. Влияние растительных адаптогенов на общую физическую выносливость и энергетический обмен в эксперименте // Науч. ведомости. Сер. Медицина. Фармация. 2015. № 116. Вып. 31. С. 127–131.

References

1. Antonova G. F., Tyukavkina N. A. Vodorastvorimye veshchestva listvennitsy i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya // Khimiya drevesiny. 1983. № 2. S. 89–96.
2. Antonova G. F., Usov A. N. Struktura arabinogalaktana drevesiny listvennitsy sibirskoi (Larix sibirica Ledeb.) // Bioorganicheskaya khimiya. 1984. T. 10, № 12. S. 1664–1669.
3. Arifkhodzhaev A. O. Galaktany i galaktansoderzhashchie polisakharidy vysshikh rastenii // Khimiya prirodnikh soedinenii. 2000. № 3. S. 185–197.
4. Babkin V. A., Ostroukhova L. A., D'yachkova S. G. Bezotkhodnaya kompleksnaya pererabotka biomassy listvennits sibirskoi i daurskoi // Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya. 1997. № 5. S. 105–115.
5. Baltina L. A., Sakhautdinova G. M., Zarudii F. S. Sintez glikopeptidov gliisirizinovoi kisloty i ikh immunomoduliruyushchee deistvie // Khimiko-farmatsevticheskii zhurn. 1990. T. 24, № 2. S. 119–121.
6. Belen'kii M. L. Elementy kolichestvennoi otsenki farmakologicheskogo effekta. Leningrad: MedGiz, 1963. 148 s.
7. Buzin G. A., Dzhemukhadze K. M., Mileshko L. F. Opredelenie belka v rasteniyakh s pomoshch'yu amido-cher-nogo // Fiziologiya rastenii. 1982. T. 24, vyp. 1. S. 198–204.
8. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Vyp. 2. Obshchie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. MZ SSSR. 11-e izd., dop. M.: Meditsina, 1990. 400 s.
9. Deil Z., Matsek K., Yanak Ya. Zhidkostnaya kolonochnaya khromatografiya. M.: MedGiz, 1978. T. 1. 554 s.
10. Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Issledovanie rastitel'nykh adaptogennykh sredstv pri eksperimental'noi stafilokokkovoi pnevmonii // Sib. med. zhurn. 2014. № 8. S. 107–110.
11. Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Primenenie selenosoderzhashchikh sredstv na nekotorye pokazateli immuniteta pri eksperimental'nom giposelenoze // Ekologiya. Zdorov'e. Sport: sb. st. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Chita: ZabGU, 2015. S. 220–232.
12. Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Vliyanie selenodefitsita na nekotorye fiziologicheskie i morfofunksional'nye pokazateli krysa v eksperimente // Zdorov'e dlya vsekh: materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.; Polessk. Gos. un-t. g. Pinsk (23–24 aprelya 2015 g.). S. 96–97.
13. Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Vliyanie rastitel'nykh adaptogenov na obshchuyu fizicheskuyu vynoslivost' i energeticheskii обмен в эксперименте // Науч. ведомости. Сер. Медицина. Фармация. 2015. № 116. Вып. 31. С. 127–131.

Статья поступила в редакцию 19.12.2016; принята к публикации 13.01.2017

Received: December 19, 2016; accepted for publication: January 13, 2017

Библиографическое описание статьи

Кохан С. Т., Патеюк А. В. Влияние водного экстракта лиственницы сибирской на процессы перекисного окисления липидов при стрессе в эксперименте // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 154–159.

Reference to the article

Kokhan S. T., Pateyuk A. V. Influence of Siberian Larch Water Extract on Processes of Peroxide Oxidation of Lipids under Stress in an Experiment // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 154–159.

ХИМИЯ

CHEMISTRY

УДК 622.85

Светлана Владленовна Тютрина¹,
кандидат технических наук, доцент,
Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт
(107258, Россия, г. Москва, ул. Бульвар Рокоссовского, 30),
e-mail: lana-2001@yandex.ru

Надежда Сергеевна Кузнецова²,
кандидат биологических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет
(672039, Россия, г. Чита, ул. Баргузинская, 49),
e-mail: kns2702@yandex.ru

Наталья Юрьевна Амелина³,
старший преподаватель,
Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт
(107258, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14)
e-mail: universe@mpei.ac.ru

Использование физико-химических воздействий на природные водные объекты, содержащие коллоидные формы кремниевых кислот

Объектом исследования являются коллоидные растворимые формы метакремниевой (H_2SiO_3) кислоты и нерастворимые формы ортокремниевой кислоты (H_4SiO_4). Предметом исследования является изучение изменения физических параметров дисперсной системы, состоящей из коллоидных форм кремниевых кислот, в поле ультразвуковых стоячих волн. В работе научно обоснован выбор режима воздействия на мелкодисперсную систему, содержащую растворимые формы кремниевых кислот, ультразвуковых колебаний в режиме стоячей волны в течение 10 мин с интенсивностью $1 \cdot 10^4$ Вт/м². На основании данных термогравиметрии, кондуктометрии, измерений оптической плотности растворов были сделаны выводы о нарушении термодинамического равновесия под действием ультразвуковых колебаний в дисперсной системе, состоящей из метакремниевой кислоты, и приведении к выпадению осадка ортокремниевой кислоты. Переход растворимой мета-формы в нерастворимую орто-форму кремниевой кислоты под действием ультразвука способствует очищению воды от коллоидных частиц данной кислоты, что положительно сказывается на технологических свойствах природных вод. Предложенная методика очистки природной воды от кремниевых кислот является экологически чистой и экономически целесообразной. Данное направление физико-химического акустического воздействия на дисперсные системы является актуальным для разработки технических решений в вопросах очистки природных вод, используемых на предприятиях тепло- и электроэнергетики, а также в бытовой сфере.

Ключевые слова: дисперсная система, кремниевые кислоты, природные воды, ультразвуковые воздействия

¹ С. В. Тютрина – проведение экспериментального исследования, анализ полученных данных, формулирование выводов.

² Н. С. Кузнецова – обзор литературы и участие в проведении экспериментального исследования, оформление статьи.

³ Н. Ю. Амелина – обзор литературы, формулирование выводов, оформление статьи.

Svetlana V. Tyutrina¹,

*Candidate of Engineering Science, Associate Professor,
National Research University, Moscow Power Engineering Institute
(30 Bulvar Rokossovskogo st., Moscow, 107258, Russia),
e-mail: lana-2001@yandex.ru*

Nadezda S. Kuznetsova²,

*Candidate of Biology, Associate Professor,
Transbaikal State University
(49 Barguzinskaya st., Chita, 672039, Russia),
e-mail: kns2702@yandex.ru*

Natalia Yu. Amelina³,

*Senior Lecturer,
National Research University, Moscow Power Engineering Institute
(14 Krasnokazarmennaya st., Moscow, 107258, Russia),
e-mail: universe@mpei.ac.ru*

Use of Physical and Chemical Impacts on Natural Water Bodies Containing Colloidal Forms of Silicic Acid

The object of research is colloidal soluble forms of metasilicic (H_2SiO_3) acid and insoluble forms of orthosilicic acid (H_4SiO_4). The subject of research is the study of changes in the physical parameters of the disperse system consisting of a colloidal form of silica, in the field of ultrasonic standing waves. The operation mode selection is proved effect on finely dispersed system containing soluble forms of silicas, ultrasonic oscillations in the standing wave mode for 10 minutes with an intensity of $1 \cdot 10^4$ W/m². On the basis of thermogravimetric data, conductivity, measurement findings of a violation of thermodynamic equilibrium we made a conclusion on the optical density of the solutions under the influence of ultrasonic vibrations in a dispersed system consisting of metasilicic acid. That leads to orthosilicic acid which helps to cleanse the water from the colloidal particles of the acid and has a positive effect on the technological properties of natural waters. The method is environmentally friendly and economically viable. This area of physical and chemical effects is important for the development of technical solutions in matters of purification of natural water used in enterprises of heat and electricity, as well as in domestic sphere.

Keywords: disperse system, silicic acid, natural water, ultrasonic treatment

Введение. Одним из основных путей поступления соединений кремния в природные водные объекты является постоянный процесс вымывания кремниевой кислоты из различных минералов, особенно алюмосиликатов, разложение биомассы наземных и водных растительных организмов, атмосферные осадки. Также кремний может попасть со сточными водами предприятий, производящих керамические, цементные, стекольные изделия, силикатные краски, вяжущие материалы, кремнийорганический каучук и т. д. [3]. Большинство природных вод содержат коллоидные формы метакремниевой кислоты, не выпадающей в осадок [4]. Для очистки природных водных объектов от мелкодисперсных фракций чаще всего используют различные химические реагенты, такие как флокулянты или коагулянты [2]. Однако метод химической очистки не является экологически безопасным и обработанная данным методом вода нуждается в последующем очищении от оставшегося количества химического компонента. Использование же катионообменных фильтров является достаточно дорогим методом для удаления метакремниевой кислоты. В связи с этим **целью** данного исследования была разработка методов физического воздействия на дисперсные природные системы, которые являются экологически безопасными и простыми в применении.

Материалы и методы исследования. Наиболее простым и экономически выгодным методом является использование ультразвуковых колебаний в режиме стоячей волны. Для решения проблемы очистки как технологической, так и природной воды от дисперсных кремниевых кислот, необходимо перевести коллоидные формы метакремниевой кислоты в плохо растворимые формы ортокремниевой кислоты с последующим фильтрованием осадка [5]. Для подтверждения перехода метакремниевой формы в ортокремниевую нами использовался метод термогравиметрии. Состояние перехода фиксируется уменьшением оптической

¹ S. V. Tyutrina – a pilot study, data analysis, conclusions.

² N. S. Kuznetsova – a review of literature and participation in pilot studies, the formulation of the article.

³ N. Y. Amelina – a literature review, formulation of conclusions, the formulation of the article.

плотности растворов, изменением электропроводности системы, уменьшением реальной плотности и выпадением осадка комплекса кремниевых кислот. Для решения поставленной задачи на первом этапе исследований нами были получены модельные системы водных дисперсий кремниевых кислот, с концентрацией намного выше предельно допустимой по СанПиН 2.1.5.980-00. Согласно данному документу максимальная концентрация растворённой кремниевой кислоты в воде не должна превышать 10 мг/л [8].

В качестве источника ультразвуковых колебаний нами использовался ультразвуковой генератор сигналов ГЗ–112/1 и магнитострикционный преобразователь с ферритовым стержнем. Интенсивность ультразвуковых колебаний плавно изменялась от 0 до $8 \cdot 10^4$ Вт/м² с помощью устройства независимого возбуждения, находящегося на генераторе, и составила $1 \cdot 10^4$ Вт/м². Параметры ультразвуковой волны фиксировались на осциллографе, работающем в режиме ждущей развёрстки, в качестве рабочей камеры был взят цилиндр, т. к. конусообразный сосуд практически не искажает создаваемые акустические параметры в системе [1]. Время воздействия на систему акустическими колебаниями составило 10 мин. Меньшее время воздействия на коллоидные формы не позволяет дисперсным частицам кремниевых кислот коагулировать в поле ультразвуковой волны полностью. После озвучивания системы в течение 10 мин наблюдалось максимальное выпадение осадка (по массе), поэтому большее время воздействия на модельную систему ультразвуковыми колебаниями является нецелесообразным. В дальнейшем все эксперименты проводились в выбранном нами оптимальном режиме: время ультразвукового воздействия составляло 10 мин, интенсивность ультразвука бралась $1 \cdot 10^4$ Вт/м², частота ультразвуковых колебаний для получения стоячей волны составила 17 кГц.

Результаты и их обсуждение. Одним из методов количественного определения содержания коллоидных форм кремниевых кислот в природных объектах является колориметрический метод. Он основан на переводе бесцветного раствора метакремниевой кислоты, в кремнемолибденовую кислоту, образующую коллоидные формы, имеющие жёлтый цвет. Чувствительность определения по жёлтой кремнемолибденовой кислоте, получаемой при действии восстановителей, достаточно высока, поэтому был выбран метод определения оптической плотности изучаемых соединений по жёлтому комплексу по стандартной методике [5]. Для расчёта содержания коллоидных форм кремниевых кислот в исследуемых модельных образцах нами был построен градуировочный график (табл. 1, 2).

Таблица 1

Результаты определения зависимости оптической плотности растворов от изменения концентрации проб с учётом контрольных значений

	Контрольный раствор (Ак)	Концентрация растворов (А), мкг/дм ³				
		20	50	100	150	200
Среднее значение оптической плотности	0,115	0,172	0,273	0,476	0,584	0,706

Таблица 2

Результаты определения оптической плотности растворов от изменения концентрации проб без учёта контрольных значений

	Концентрация растворов (А-Ак), мкг/дм ³				
	20	50	100	150	200
Среднее значение оптической плотности	0,057	0,158	0,361	0,469	0,591

По полученным экспериментальным данным строится градуировочный график, позволяющий в дальнейшем рассчитывать по изменению оптической плотности раствора остаточную концентрацию метакремниевой кислоты, находящейся в коллоидной форме. По оси абсцисс откладывают количество находящейся в модельной системе кремниевой кислоты, мкг, а по оси ординат – соответствующие этим количествам кремниевой кислоты значения оптической плотности (А) минус контрольные значения (Ак), т. е. величины (А-Ак).

Для доказательства эффективности ультразвукового воздействия на модельную систему, с целью перевода растворимой коллоидной формы метакремниевой кислоты в нерастворимую форму ортокремниевой кислоты, использовался метод термогравиметрии. Анализ исследуемого образца проводился на синхронном термоанализаторе STA 449 F1 Jupiter (рис. 2) в лаборатории минералогии и геохимии ландшафта ИПРЭК СО РАН.

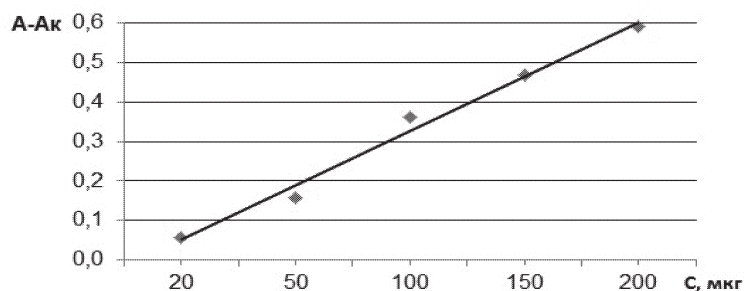


Рис. 1. Графическая зависимость оптической плотности от концентрации по жёлтому комплексу

Fig. 1. Graphical dependence of optical density on the concentration of yellow complex

На рис. 2 приведены ТГ, ДТГ, ДСК результаты измерения исследуемого соединения в диапазоне температур 0–650 °С в атмосфере воздуха. Из графика видно, что максимальная скорость потери веса достигается при 105,3 °С, наблюдается сильный эндотермический скачок, по которому можно сказать, что вся вода разом отщепляется.

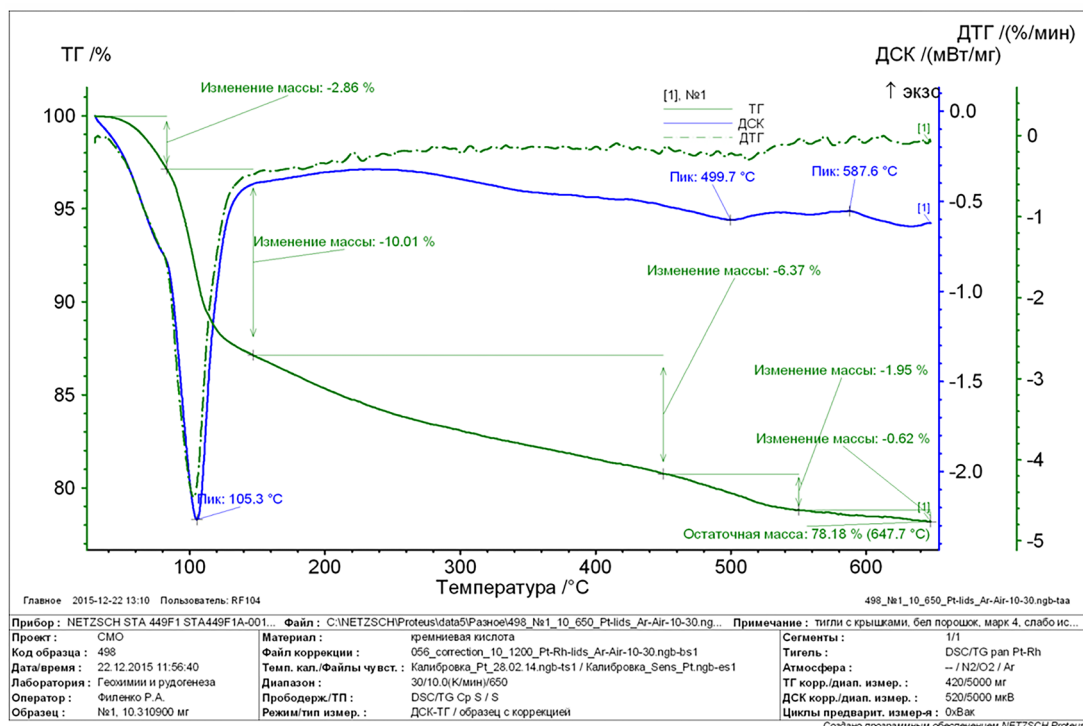


Рис. 2. Термограмма коллоидных форм кремниевых кислот

Fig. 2. Thermogram of the colloidal silicic acid forms

При температурах 100–200 °С происходит максимальная потеря веса – 12,87 %. Далее наблюдаются два кварцевых пика в интервале 499–580 °С, с общей потерей массы до 1,95 %. Эти пики соответствуют ортокремниевой кислоте, которая при более интенсивном нагревании характеризуется ярко выраженным экзотермическим эффектом на кривой ДСК. Наличие такого экзотермического эффекта соответствует переходу ортокремниевой кислоты в кремнезём (или ксерогель). Количество связанной воды удаляется с заметным слабым эндотермическим эффектом при 499,7 °С. Остаточная масса после сжигания – 78,18 %. Летучие продукты реакции: CO, CO₂, H₂O. На основании полученных результатов мы предполагаем, что в исследуемой нами модельной системе после обработки её ультразвуком произошёл переход метакремниевой формы кис-

лоты в форму ортокремниевой кислоты. Ортокремниевая кислота плохо растворима в воде, может со временем отстаиваться или отфильтровываться, что способствует значительному уменьшению ее концентрации в исследуемой воде [6; 7].

Следующим этапом стало изучение изменения электропроводности системы после воздействия на неё акустическими колебаниями. Для проведения исследования готовились растворы модельной системы с разными концентрациями, согласно стандартной методике [10]. Эксперимент проводили в двух режимах: без воздействия на модельную систему акустических волн и с использованием ультразвуковых колебаний в режиме стоячей волны. Измерение сопротивления проводили на кондуктометре К1–4 УПК УПИ, по полученным данным вычисляли значение электропроводности (табл. 3).

Таблица 3

Показатели измерения электрической проводимости растворов

Без воздействия УЗ					
№	1	2	3	4	5
C, моль/л	0,001	0,005	0,010	0,030	0,050
R, Ом	1000	1000	900	800	600
$\kappa \cdot 10^{-4}$, См/см	5,20	5,20	5,72	6,76	8,84
λ , См*см ² /моль	520,00	104,00	57,20	22,53	17,68
При воздействии УЗ					
№	1	2	3	4	5
C, моль/л	0,001	0,005	0,010	0,030	0,050
R, Ом	500	500	300	100	100
$\kappa \cdot 10^{-4}$, См/см	10,4	10,4	15,6	52,0	52,0
λ , См*см ² /моль	1040,0	208,0	156,0	173,3	104,0

Использование ультразвуковых колебаний в режиме стоячей волны усиливает электролитические свойства метакремниевой кислоты на начальных стадиях диссоциации, что определяется изменением её концентрации в растворе, при этом наблюдается увеличение скорости выпадения осадка. Образовавшийся осадок является ортокремниевой кислотой и может быть отфильтрован из раствора (рис. 3).

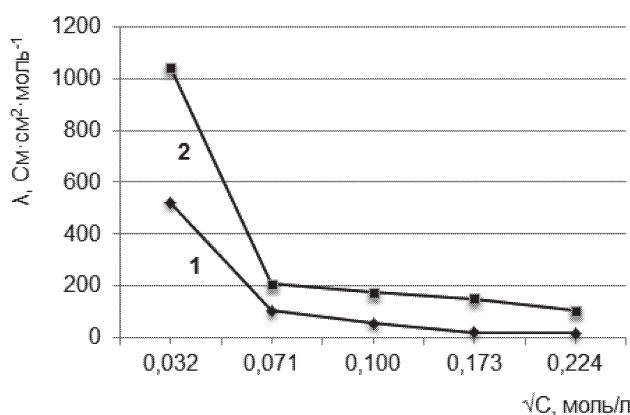


Рис. 3. Зависимость молярной электропроводности от молярной концентрации: 1 – без ультразвукового воздействия; 2 – с ультразвуковым воздействием

Fig. 3. Dependence of molar conductivity on molar concentration: 1 – without ultrasonic influence; 2 – ultrasonic impact

Заключение. Проведя сравнительный анализ изменения плотностей дисперсных систем, их электропроводности и оптической плотности до обработки ультразвуком и после ультразвукового воздействия, мы видим, что акустические воздействия смещают химическое

равновесие в системе и приводят к выпадению осадка ортокремниевой кислоты, т. е. ультразвуковые колебания в режиме стоячей волны действительно оказывают физико-химическое воздействие на изучаемую дисперсную систему. Переход растворимой мета-формы в нерастворимую орто-форму кремниевой кислоты под действием ультразвука способствует очищению воды от коллоидных частиц данной кислоты, что положительно сказывается на технологических свойствах природных вод [9]. Предложенная методика очистки природной воды от кремниевых кислот является экологически чистой и экономически целесообразной. Данное направление физико-химического акустического воздействия на дисперсные системы является актуальным направлением исследования для разработки технических решений в вопросах очистки природных вод, используемых на предприятиях тепло- и электроэнергетики, а также в бытовой сфере.

Список литературы

1. Балдев Р., Раджендран В., Паланичами П. Применение ультразвука. М.: Техно-сфера, 2011. 579 с.
2. Дисперсные системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.festival.1september.ru/articles/581350/> (дата обращения: 23.08.2016).
3. Кремниевая кислота и её соли [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ido.tsu.ru/schools/chem/data/res/neorg/uchpos/text/g3_9_6.html (дата обращения: 23.08.2016).
4. Обескремнивание воды [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.aqua-therm.ru/articles/articles_35.html (дата обращения: 23.08.2016).
5. Определение кремния в природных объектах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/opredelenie-kremniya-v-prirodnykh-obektakh/> (дата обращения: 23.08.2016).
6. Пименова Л. Н. Термография. Томск: Томск. архит.-строит. ун-т, 2005. 19 с.
7. Страшко А. Н. Термический анализ. Томск: Томск. политехн. ун-т, 2014. 16 с.
8. СанПиН 2.1.5.980–00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. 15 с.
9. Тютрина С. В., Хохрякова А. А. Использование ультразвуковых колебаний в процессе очистки технологических вод ТЭС от ионов кремниевых кислот // Энергетика в современном мире: сб. материалов VII Междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2015. С. 145–156.
10. Удельная электропроводность растворов электролитов соединения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/PCC/Solutions_4.htm (дата обращения: 23.08.2016).

References

1. Baldev R., Radzhendran V., Palanichami P. Primenenie ul'trazvuka. M.: Tekhno-sfera, 2011. 579 s.
2. Dispersnye sistemy [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.festival.1september.ru/articles/581350/> (data obrashcheniya: 23.08.2016).
3. Kremnievaya kislota i ee soli [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: http://www.ido.tsu.ru/schools/chem/data/res/neorg/uchpos/text/g3_9_6.html (data obrashcheniya: 23.08.2016).
4. Obeskremnivanie vody [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: http://www.aqua-therm.ru/articles/articles_35.html (data obrashcheniya: 23.08.2016).
5. Opredelenie kremniya v prirodnykh ob'ektakh [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.activestudy.info/opredelenie-kremniya-v-prirodnykh-obektakh/> (data obrashcheniya: 23.08.2016).
6. Pimenova L. N. Termografiya. Tomsk: Tomsk. arkhит.-stroit. un-t, 2005. 19 s.
7. Strashko A. N. Termicheskii analiz. Tomsk: Tomsk. politekhn. un-t, 2014. 16 s.
8. SanPiN 2.1.5.980–00. Gigienicheskie trebovaniya k okhrane poverkhnostnykh vod. M.: Feder. tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2000. 15 s.
9. Tyutrina S. V., Khokhryakova A. A. Ispol'zovanie ul'trazvukovykh kolebanii v protsesse ochistki tekhnologicheskikh vod TES ot ionov kremnievykh kislot // Energetika v sovremennom mire: sb. materialov VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Chita: ZabGU, 2015. S. 145–156.
10. Udel'naya elektroprovodnost' rastvorov elektrolitov soedineniya [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/PCC/Solutions_4.htm (data obrashcheniya: 23.08.2016).

Статья поступила в редакцию 07.10.2016; принята к публикации 25.12.2016

Received: October 07, 2016; accepted for publication December 25, 2016

Библиографическое описание статьи

Тютрина С. В., Кузнецова Н. С., Амелина Н. Ю. Использование физико-химических воздействий на природные водные объекты, содержащие коллоидные формы кремниевых кислот // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 160–165.

Reference to the article

Tyutrina S. V., Kuznetsova N. S., Amelina N. Yu. Use of Physical and Chemical Impacts on Natural Water Bodies Containing Colloidal Forms of Silicic Acid // Scholarly Notes of Transbaikalian State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 160–165.

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

SCIENTIFIC LIFE

УДК 502.3

Алексей Борисович Птицын,
*доктор геолого-минералогических наук, профессор,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: aleksei_pticyn@mail.ru*

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук: вчера и сегодня

В связи с 35-летним юбилеем Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук приводится информация о его создании, становлении и развитии, эволюции научных направлений, наиболее ярких научных достижениях, научных контактах Института по различным направлениям исследований как в академических институтах России, так и с иностранными учёными в Китае, Монголии, Японии и в других странах, перечисляются важнейшие прикладные исследования Института в интересах Забайкальского края, рассматривается система комплексирования мультидисциплинарных научных исследований, разработанная в Сибирском отделении РАН в рамках суперпрограммы «Сибирь», а также интеграционных проектов, затрагиваются проблемы охраны окружающей среды на мировом уровне, ресурсные, экологические, экономические и трансграничные проблемы Забайкалья. Предлагается информация о директорах, возглавлявших Институт за 35 лет, кратко характеризуется специфика их кадровой политики и научно-организационной деятельности.

Ключевые слова: Институт, юбилей, история, научные достижения, директора

Aleksei B. Ptitsyn,
*Doctor of Geology and Mineralogy, Professor,
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),
e-mail: aleksei_pticyn@mail.ru*

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: Yesterday and Today

In the connection with the 35th anniversary of the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, the paper provides information on its creation, formation and development, the evolution of scientific directions of notable scientific achievements, scientific Institute contacts in various areas of research in academic institutions of Russia and foreign scientists in China, Mongolia, Japan and other countries. The article presents the most important applied researches of the Institute for Zabaikalsky krai and the system of aggregation of multidisciplinary research developed in the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences within the super program "Siberia", as well as integration projects, it addresses environmental issues at the

world level, resource, environmental, economic and cross-border problems of Transbaikalia. Directors that have lead the Institute for 35 years are listed, the specificity of their personnel policies and scientific-organizational activity is summarized.

Keywords: Institute, anniversary, history, scientific achievements, directors

В 2016 г. Институту природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН исполнилось 35 лет. Юбилей скромный, но основные вехи истории Института напомнить не лишне, тем более что в 2017 г. Сибирское отделение РАН будет праздновать 60-летний юбилей, и показатели отдельного института лягут в общую копилку (рис. 1).



Рис. 1. Фото входа в ИПРЭК СО РАН

Fig. 1. Photo of entrance to the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

В 1969 г. комиссия под председательством академика Виктора Борисовича Сочавы внесла предложение о создании в Чите академического института с четырьмя научными направлениями: экономической географией, экологией ландшафта и использования земель, водных проблем, горного лесоводства.

Институт природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (первоначально – Читинский институт природных ресурсов – ЧИПР СО АН СССР) был организован по постановлению Правительства СССР в 1981 г. Первыми «кирпичиками» нового института стали отдельные академические подразделения, работающие тогда в Чите: отдел экономики и географии Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, отдел лесного хозяйства Института леса и древесины СО АН СССР и Забайкальская комплексная лимнологическая экспедиция Лимнологического института СО АН СССР.

Приоритетными объектами исследований ЧИПР СОАН СССР были названы Удоканское медное месторождение и читинский участок зоны БАМ (рис. 2).

Ресурсно-экономические исследования зоны БАМ объединялись в крупную программу, которую курировал академик Абел Гезевич Аганбегян, проводивший ежегодные совещания в ключевых пунктах магистрали (рис. 3).

Директором-организатором Института, приложившим немало усилий на подготовительной стадии (1976–1981 гг.), был доктор географических наук, профессор, почётный гражданин Читинской области Алексей Александрович Недешев (рис. 4).

Первым директором по представлению Президиума СО АН СССР был назначен доктор геолого-минералогических наук, профессор (впоследствии член-корреспондент АН СССР) Фёдор Петрович Кренделев, возглавлявший Институт в 1981–1987 гг. (рис. 5).



Рис. 2. Север Забайкалья. Зона БАМ

Fig. 2. North of Transbaikalia. The BAR Zone



Рис. 3. Участники первой Всесоюзной научно-практической конференции по проблемам БАМа, сентябрь 1975 г., Чита–Чара

Fig. 3. Participants of the first All-union research and practice conference on the problems of the BAR, September 1975, Chita–Chara.

Затем Институт последовательно возглавляли доктор геолого-минералогических наук, профессор Олег Алиевич Вотих (1987–1993 гг.), доктор физико-математических наук, профессор Владимир Викторович Мазалов (1993–1998 гг.), доктор геолого-минералогических наук, профессор Алексей Борисович Птицын (1998–2015 гг.). В настоящее время директором Института является доктор технических наук, профессор Николай Петрович Сигачев.



Рис. 4. Доктор географических наук, профессор, почётный гражданин Читинской области Алексей Александрович Недешев

Fig. 4. Doctor of Geography, Professor, Honoured citizen of Chita Oblast, Aleksei Aleksandrovich Nedeshev



Рис. 5. Член-корреспондент АН СССР, первый директор Института природных ресурсов Фёдор Петрович Кренделев

Fig. 5. Fedor Petrovich Krendelev is a Corresponding member of the AS of the USSR, the first director of the Institute of Natural Resources

Тематика Института менялась со сменой директоров с учётом динамики новизны научных приоритетов страны. Географическое, гидробиологическое и лесное направления естественно влились в тематику с тремя подразделениями, на базе которых Институт создавался.

Ф. П. Кренделев последовательно развивал удоканское направление исследований. При нём кроме сильной геологической лаборатории был создан горный отдел (под патронажем Института горного дела) и группа экономических исследований (под патронажем Института экономики). Однако с уходом Ф. П. Кренделева эти подразделения прекратили своё существование.

80-е годы XX в. стали расцветом созданной в Сибирском отделении АН СССР суперпрограммы «Сибирь», куда входила и подпрограмма «Медные руды Удокана», учёным секретарём которой был кандидат географических наук Александр Павлович Чечель. Следует сказать, что идея и структура программы «Сибирь» была хорошо продумана. Вся суперпрограмма, во главе которой стоял первый заместитель Председателя Сибирского отделения, академик Андрей Алексеевич Трофимук, была нацелена на реализацию стратегии экономического развития Сибири, утверждённой Правительством страны. Отдельные подпрограммы объединяли специалистов разного профиля для решения конкретных актуальных проблем народного хозяйства (например, «Редкие металлы», «Золото», «Сынныриты» и др.). Совместные исследования и регулярные совещания сплачивали коллективы и позволяли комплексно решать сложные задачи на междисциплинарном уровне. Программа «Сибирь» объединила не только разнопрофильные институты, но и всё Сибирское отделение академии наук, ставшее мощной дружной научной ассоциацией на востоке страны. Кроме того, программа «Сибирь» явилась прообразом впоследствии созданной в Сибирском отделении РАН системы интеграционных проектов. К сожалению, приходится признать, что накопленный программой «Сибирь» огромный научный багаж в настоящее время используется крайне незначительно, о чём активистам суперпрограммы, к числу которых относится и автор этих строк, остаётся только сожалеть.

О. А. Вотях (рис. 6) продолжал развивать геологическое направление, добавив структурно-тектонический аспект. При нём в Институте активно развивалась экологическая тематика, актуальность которой становилась всё более очевидной. В 1991 г. в Рио-де-Жанейро состоялся первый широкомасштабный экологический форум, на котором присутствовал и Председатель Сибирского отделения, академик Валентин Афанасьевич Коптюг. В Конференции Рио участвовали первые или вторые лица многих стран, что свидетельствует о серьёзной озабоченности мировой общественности экологической ситуацией в мире. Такого представи-

тельного форума мир ещё не знал. В Декларации Рио, подписанной всеми участниками, были обозначены важнейшие приоритеты и ограничения мировой экономической и экологической политики, однако, как показало время, экология по-прежнему осталась «падчерицей» экономики и промышленной политики.



Рис. 6. Доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор Института в 1987–1993 гг. Олег Алиевич Вотач

Fig. 6. Oleg Alievich Votach, Professor, Doctor of Geology and Mineralogy, Director of the Institute (1987–1993)

В 1987–1998 гг. усиливается экологическое направление исследований, включаются работы, связанные с охраной природы бассейна озера Байкал. Совместно с институтами байкальского региона выполняется «Комплексная программа политики землепользования для территории бассейна озера Байкал». Уделяется особое внимание разработке региональной модели устойчивого взаимодействия общества и природы. Разрабатываются математические модели экосистем и процессов их техногенного загрязнения. Совместно с Институтом географии им. В. Б. Сочавы СО РАН были разработаны методологические подходы и принципы выделения и обоснования территорий традиционного природопользования эвенков, которые в последующем были использованы в практике организации жизнедеятельности коренного населения Севера Забайкальского края.

Владимир Викторович Мазалов (рис. 7) – специалист в области прикладной математики, естественно, стал активизировать в Институте математические методы исследований, в частности, математическое моделирование. При нём же получили развитие эколого-экономические исследования. В 1998 г. руководство Институтом принял А. Б. Птицын. Губернатор Читинской области Равиль Фаритович Генитулин всегда поддерживал Институт и внимательно относился к его проблемам (рис. 8).

К этому времени Институт уже сформировался как комплексный междисциплинарный коллектив, что и определило его эксклюзивное преимущество в семье академических институтов. Другое преимущество Института заключалось в его географическом положении – в центре Центрально-Азиатского региона на границе с Дальневосточным отделением РАН, Китаем и Монголией. Отсюда вытекали важнейшие задачи нового руководства – налаживание междисциплинарных связей внутри Института для повышения эффективности исследований и усиление контактов с соседями для решения крупных фундаментальных и межрегиональных задач.

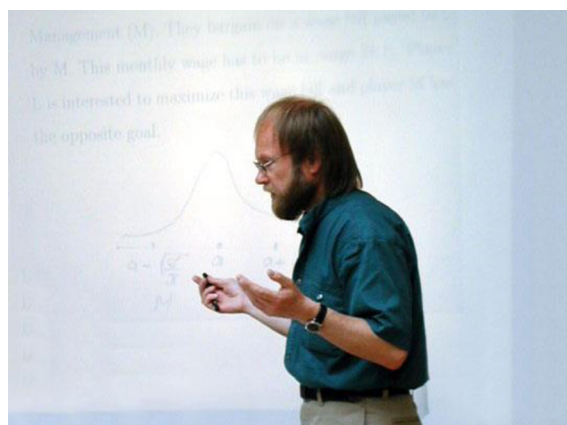


Рис. 7. Доктор физико-математических наук, профессор, директор Института в 1993–1998 гг. Владимир Викторович Мазалов

Fig. 7. Vladimir Viktorovich Masalov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of the Institute (1993–1998)

гидробиологии, опустынивания установились прочные контакты с институтами Монгольской академии наук. Проблемы динамики климатических изменений и их воздействие на состояние и устойчивость водных и лесных экосистем, а также экологические и социально-экономические проблемы трансграничных территорий изучались сотрудниками ИПРЭК СО РАН совместно с китайскими специалистами.



Рис. 8. Губернатор Читинской области Равиль Фаритович Гениатулин и директор ИПРЭК СО РАН Алексей Борисович Птицын обсуждают насущные проблемы

Fig. 8. Governor of Chita Oblast Geniatulin, Ravil F. and the director of the INREC, SB RAS Ptitsyn, Aleksei B. are discussing vital problems

Приведём примеры комплексирования ИПРЭК СО РАН с другими институтами РАН: по СВЧ-радиометрии атмосферного льда – с Тихоокеанским океанологическим институтом ДВО РАН; по минералогии и геохимии – с Северо-восточным комплексным НИИ СВ НЦ ДВО РАН и Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН; по биологическому разнообразию Амурского бассейна – с Институтом водных и экологических проблем ДВО РАН; по социально-экономической оценке трансграничных территорий – с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН; по вопросам видообразования – с Биолого-почвенным институтом ДВО РАН, Институтом экологии растений и животных УрО РАН, Зоологическим институтом СПбНЦ РАН, ИЦиГ СО РАН; по геохимии и микробиологии – с Институтом экологии и генетики микроорганизмов Пермского НЦ УрО РАН; по гидробиологии – с Зоологическим институтом СПбНЦ РАН; по геохимии и микробиологии озёр Забайкалья – с Институтом микробиологии РАН; по интеграционным и инициативным темам, проектам РФФИ, РГНФ – с Институтами СО РАН: ИГМ, ИГНиГ, ИБФ, ИЭиОПП, ИСиЭЖ, ЦСБС, БИП, ГИН, ИОЭБ, ИГ, ИЗК, ИГХ, ЛИН, ИЛ, ИКЗ, ТФ ИНГГ, ИМЗ, ИБФ.

Географическое и геологическое положение Забайкалья уникально. Забайкальский край занимает территорию в 431,5 км², на юге граничит с Китаем и Монголией, на западе и северо-западе – с Республикой Бурятия и Иркутской областью, на северо-востоке – с Амурской областью. Через Забайкалье проходит Центрально-Азиатский мегаводораздел, разделяющий водосборные бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов, соседствуют истоки трёх крупнейших рек Сибири – Лены, Енисея и Амура.

Геологическая позиция в зоне сочленения Сибирской и Китайской платформ обеспечивает богатство месторождений цветных, редких и благородных металлов, урана, плавикового шпата, углей, драгоценных и полудрагоценных камней, цеолитов, минеральных вод и др. Разнообразие рельефа и ландшафтов определяет богатство органического мира. Важным биоресурсом Забайкалья являются его леса, содержащие множество ценных пород.

Итак, Забайкалье является уникальным модельным полигоном для комплексных биосферных и экологических исследований, что привлекает к нему учёных из других регионов РФ и зарубежных стран.

Рассказать обо всех результатах, полученных сотрудниками ИПРЭК СО РАН за 35 лет, не представляется возможным. Многие из них вошли в ежегодные сборники важнейших результатов СО РАН и РАН. Их авторы получали дополнительные баллы в личном рейтинге, подсчитываемом в Институте по итогам года. Однако совсем не осветить научную результативность Института было бы неправильно. Поэтому, посоветовавшись с коллегами, приведём лишь некоторые, с нашей точки зрения, наиболее яркие, результаты, не придерживаясь хронологической последовательности.

Несомненно, наиболее ярким результатом было открытие в Забайкалье уникального, пока единственного в мире местонахождения нового вида птицетазовых растительноядных динозавров юрского периода – *Kulindadromeus*. Статья доктора геолого-минералогических наук Софьи Михайловны Синицы с соавторами об этом открытии была опубликована в журнале «Science» (рис. 9).

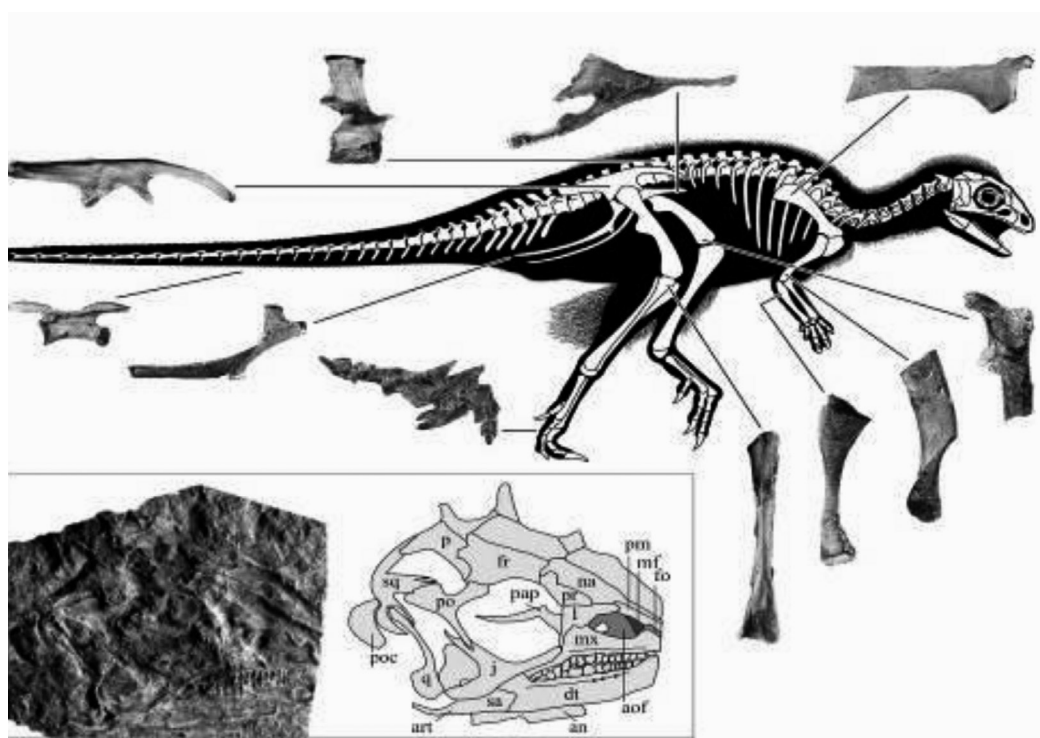


Рис. 9. Палеореконструкция скелета *Kulindadromeus* (Godefroit et al., 2014)

Fig. 9. Paleoreconstruction of *Kulindadromeus* skeleton (Godefroit et al., 2014)

Комплексный анализ керна глубокой (1180 м) скважины позволил доктору геолого-минералогических наук Фариду Еникееву составить стратиграфическое расчленение вскрытой толщи, охарактеризовать динамику фитоценоза и восстановить изменение среднегодовой температуры воздуха за последние 20 млн лет.

Олег Вотях с соавторами впервые разработали физико-химический принцип структурного анализа земной коры.

Анатолий Котельников с соавторами в 1995 г. опубликовали монографию «Окружающая среда и условия устойчивого развития Читинской области», которая и в настоящее время пользуется большим спросом (но в продаже её уже давно нет).

Мыдыгма Итигилова с соавторами в 1998 г. опубликовали высокоцитируемый труд «Экология городского водоёма».

Георгий Бордонский с соавторами экспериментально подтвердили существование «волн Пекара», теоретически предсказанных нобелевским лауреатом, академиком Виталием Гинзбургом.

Практически весь Институт участвовал в написании и редактировании четырёхтомной «Энциклопедии Забайкалья», главным редактором которой был губернатор Читинской области Равиль Фаритович Гениатулин. Данное издание было отмечено как лучшая региональная энциклопедия России.

Георгий Юргенсон с соавторами в 2014 г. выпустили блестяще иллюстрированный минералогический альманах «Шерловая гора», посвящённый классическому минералогическому объекту России.

Ольгой Клишко с соавторами на основе молекулярно-генетического анализа впервые разработана современная система таксономии и филогения двустворчатых моллюсков семейства Unionidae, показано их географическое распространение на континентах планеты.

Ирина Глазырина с соавторами в монографии «Природный капитал региона и российско-китайские трансграничные отношения: перспективы и риски» охарактеризовали специфику эколого-экономических проблем Забайкалья как приграничного региона.

Алексеем Птицыным обобщены и монографически описаны положения теоретической геохимии на термодинамической основе.

Многолетние комплексные исследования реликта протобиосферы – озера Доронинское – показали, что его следует рассматривать как особый тип содовых озёр по комплексу показателей: географическому положению (климатические условия Забайкалья), геологической позиции (ложем озера являются осадочные породы), присутствию серы, что в совокупности обуславливает специфический механизм испарительного концентрирования, уникальный комплекс микроорганизмов и биогенную меромиксию. Вследствие всех этих факторов озеро Доронинское является уникальным не только в России, но и во всём мире.

Помимо фундаментальных исследований Институт проводит экспертную, эколого-экономическую оценку объектов и планов социально-экономического развития Забайкальского края. Сотрудниками Института проведён комплекс исследований по научному сопровождению планирования крупных хозяйственных объектов, связанных с использованием природных ресурсов.

Проведены предпроектные исследования природно-хозяйственных и социально-экономических условий строительства крупных промышленных объектов разработки полезных ископаемых: Амазарского целлюлозного завода; Быстринского, Бугдаинского и Новоширокинского ГОКов; железнодорожной линии – «Могзон – Озёрный ГОК», «Карымское – Забайкальск», «Нарын – Лугокан», нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан»; трасс экспорта газа с Ковыктинского газоконденсатного месторождения; золоторудных месторождений «Тасеевское», «Савкинское», «Андрюшкинское»; Любавинского рудного узла и других проектов (рис. 10).

Успешное и достаточно быстрое выполнение всех этих важных прикладных работ стало возможным благодаря двум обстоятельствам: многолетнему накоплению фундаментальных знаний по территории Забайкалья, обеспечившему большой научный задел, и наличию в Институте специалистов разного профиля, благодаря чему предпроектные эколого-изыскательские исследования могли выполняться силами Института с минимальным привлечением внешних специалистов со стороны.

Кроме всего перечисленного, ИПРЭК СО РАН выполняет ещё две очень важные функции: является представителем (восточным форпостом) Сибирского отделения РАН в Забайкальском крае, осуществляя контакты региона с другими академическими институтами, активно участвует в его культурной и просветительской жизни.

Вадим Валентинович Альфонсов: памяти учёного

Статья посвящена памяти В. В. Альфонсова, одного из первых докторов наук Читинского государственного педагогического института. Кратко представлены его профессиональный путь, основные научные достижения и публикации.

Vadim Valentinovich Al'fonsov: in Memory of the Scientist

The article is written in memory of V. V. Al'fonsov, one of the first Doctors of Science at Chita State Pedagogical Institute. His professional activity, main scientific achievements and publications are briefly presented.

В современное время число учёных в Забайкальском государственном университете неуклонно растёт. Одним из настоящих учёных был доктор медицинских наук, профессор, физиолог, член-корреспондент СО АН ВШ Вадим Валентинович Альфонсов.



Доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент СО АН ВШ
Вадим Валентинович Альфонсов

Vadim Valentinovich Al'fonsov, Doctor of Medical Science, Professor, Corresponding Member,
Siberian Branch, Academy of Sciences, Higher School

Родился он в городе Кузнецке Куйбышевской области 17 января 1937 г. в семье главного инженера Шубзавода Альфонсова Валентина Виссарионовича. В семье было ещё двое детей – Владислав и Руфина. Большое влияние на Вадима в детстве оказала мать – Любовь Степановна, которая обладала незаурядными музыкальными способностями, прекрасно пела и играла на музыкальных инструментах. Вадим унаследовал у матери любовь к музыке и пронёс ее через всю свою жизнь, увлекался гитарной музыкой, играл на контрабасе в джазовом оркестре. В 1952 г. судьба привела всю семью в Забайкалье, где он окончил среднюю школу и поступил на учёбу в Читинский медицинский институт. На втором курсе Вадим увлёкся наукой и начал работу в студенческом научном физиологическом кружке над вопросами свёртывания крови под руководством молодого доктора наук, профессора Бориса Ильича Кузника.

После окончания учёбы Вадим был направлен по распределению в Читинский государственный педагогический институт. В 1967 г. в Красноярском государственном медицинском институте защитил кандидатскую диссертацию на тему «Тканевые факторы свёртывания сосудистой стенки и их роль в происхождении тромбозов», затем организовал научно-исследовательскую лабораторию по изучению физиологии, биохимии гемостаза и морфологии органов и тканей (рис. 1).



Рис. 1. В лаборатории ведутся исследования по теме «Ацидоз, гемостаз и морфология органов». В. В. Альфонсов и А. П. Склярлов

Fig. 1. The laboratory research on the subject "Acidosis, hemostasis and morphology of organs". V. V. Al'fonsov and A. P. Sklyarov

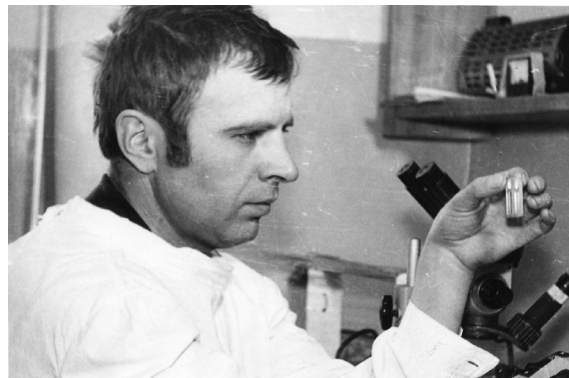


Рис. 2. В. И. Иванов – первый кандидат биологических наук на факультете физической культуры и спорта

Fig. 2. V. I. Ivanov is the first Candidate of Biology at the Faculty of Physical Education and Sport

В 1979 г. Вадим Валентинович защитил докторскую диссертацию на тему «Роль метаболических факторов в регуляции процессов свёртывания крови» во Фрунзе, а в 1982 г. получил звание профессора. Вадим Валентинович Альфонсов был первым доморощенным профессором и доктором наук в Читинском государственном педагогическом институте.

За период работы в вузе Вадим Валентинович Альфонсов заведовал кафедрами теоретических основ физического воспитания, спортивных дисциплин, анатомии, физиологии и гигиены, медико-биологических основ физической культуры и спорта.

Научно-педагогический коллектив, руководимый профессором Вадимом Валентиновичем Альфонсовым, опубликовал более 200 научных статей, методических разработок и 5 монографий, в том числе одну за рубежом. Под его руководством подготовлено 5 кандидатских и 2 докторские диссертации, разработано 5 рационализаторских предложений по теме исследования. Под руководством Вадима Валентиновича Альфонсова делали первые шаги в науку Владислав Иванов, Андрей Склярлов, Александр Хорольский, Александр Емельянов, Татьяна Батоциренова, Наталья Бочкарникова, Елена Альфонсова и др. (рис. 2, 3). Он являлся участником всемирных и международных конгрессов, всесоюзных и российских съездов и конференций, был организатором научных конференций.

Вадим Валентинович Альфонсов являлся членом специализированных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций в Читинской государственной медицинской академии и в ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» в г. Иркутск.

Эксперименты, проводимые Вадимом Валентиновичем Альфонсовым по изучению тромбообразующей функции крови, легли в основу направления, посвящённого изучению тканевых факторов сосудистой стенки в гемостазе и тромбозе. Развиваемое им направление открыло путь к созданию системы РАСК (регуляции агрегатного состояния крови) (рис. 4).

Большое внимание уделялось изучению влияния физических нагрузок на функции организма. В частности, были всесторонне изучены изменения физико-химических свойств крови при дозированной физической работе и показана тесная взаимосвязь между метаболическими и гемокоагуляционными сдвигами (рис. 5).

Особый интерес представляют работы, связанные с изучением длительной гиподинамии (до 30 сут) на здоровых людях. Эта работа выполнялась на базе космического центра в Санкт-Петербурге и была необходимой для понимания действия гиподинамического стресса на метаболические и гемостатические свойства крови. В результате исследования были расширены представления о механизмах тромбогенеза при гиподинамии.



Рис. 3. Идёт эксперимент. Сотрудники лаборатории В. В. Альфонсов, А. А. Седов и А. В. Емельянов оперируют собаку, изучают гемостаз при респираторном ацидозе

Fig. 3. The experiment is being carried out. The laboratory staff: V. V. Al'fonsov, A. A. Sedov and A. V. Emel'yanov are operating a dog and studying hemostasis at the respiratory acidosis



Рис. 4. Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии ЧГМА Борис Ильич Кузник знакомится с результатами исследований лаборатории

Fig. 4. B. I. Kuznik, Doctor of Medical Science, Head of the Department of Normal Physiology, Chita State Medical Academy, is studying the laboratory research data

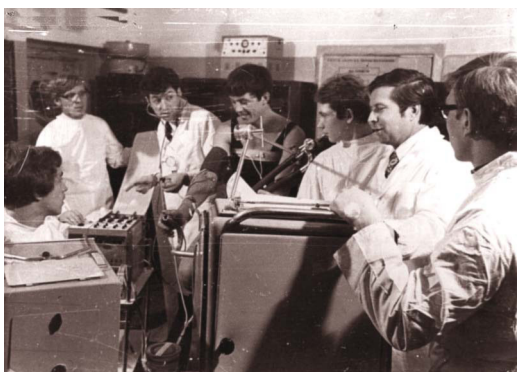


Рис. 5. Преподаватели и студенты выполняют госбюджетную тему института физиологии детей и подростков АПН «Адаптация организма детей школьного возраста к физическим нагрузкам»

Fig. 5. Lecturers and students are working on the state budget subject of the Institute of Physiology of Children and Teenagers of the Academy of Pedagogical Science "Adaptation of schoolchildren's organisms to physical loads"



Рис. 6. Анализ полученных данных проводится коллегиально: доктор медицинских наук, профессор В. В. Альфонсов, доктор педагогических наук, профессор А. А. Седов, кандидат биологических наук С. Н. Бажуков, сотрудники лаборатории А. В. Емельянов и А. П. Склярлов

Fig. 6. The data is analyzed collectively: V. V. Al'fonsov, Doctor of Medical Science, Professor, A. A. Sedov, Doctor of Pedagogy, Professor, S. N. Bazhukov, Candidate of Biology, the laboratory researchers A. V. Emel'yanov and A. P. Sklyarov

В дальнейшем Вадимом Валентиновичем Альфонсовым и сотрудниками была исследована гемостатическая функция крови в различных регионах сердечно-сосудистой системы и сопоставлена с показателями рН и кислотно-основного состояния. Большая часть наблюде-

ний посвящена изучению регуляции свёртывания крови, фибринолиза и сосудисто-тромбоцитарного гемостаза в системе коронарного кровообращения. При этом автор не ограничился исследованием роли метаболических факторов, а изучил влияние биологически активных соединений и важнейших фармакологических агентов, обладающих действием на свёртывание крови, фибринолиз, агрегацию тромбоцитов и сосудистый тонус.

В работах Вадима Валентиновича Альфонсова показано, что сердце и коронарные сосуды содержат соединения, способные изменять свёртываемость крови, фибринолиз и функцию тромбоцитов. Впервые было доказано, что в процессе перфузии изолированного активно сокращающегося сердца в просвет его сосудов выделяются соединения с тромбопластической, антикоагулянтной и фибринолитической активностью. Ацидоз, гипоксия, увеличение уровня катехоламинов, серотонина, мезатона и других соединений способствуют тромбогенезу в системе коронарных сосудов. Фармакологические агенты (нитроглицерин, папаверин, дибазол и др.), обладающие сосудорасширяющим действием, тормозят функцию тромбоцитов в сосудах сердца и тем самым препятствуют возникновению тромбоза и нарушению процессов микроциркуляции. Исследования Вадима Валентиновича Альфонсова и соавторов позволили прийти к принципиально новому выводу о том, что гемостатическая функция крови в коронарном русле зависит от интенсивности поступления из сердца и его сосудов гемостатически активных соединений и свидетельствует об управлении этими процессами.

В последнее время Вадим Валентинович Альфонсов занимался проблемой метаболического и газового ацидоза, его влияния на гемостаз и морфологию органов и тканей. Изучал механизмы развития дессиминированного свёртывания крови при ацидозе, открыл явление микровезикуляции эндотелиоцитов при метаболическом ацидозе, описал морфологическую блокаду органов иммунной системы при ацидотических состояниях, что объясняет развитие иммунодефицита у детей, рождённых в состоянии асфиксии. В лаборатории «Физиологии и патологии системы гемостаза и морфологии органов и тканей» велись и ведутся комплексные экспериментальные и клинические исследования (рис. 6).



Рис. 7. Идёт работа научного студенческого кружка по нормальной физиологии (доктор медицинских наук, профессор В. В. Альфонсов, доктор педагогических наук, профессор А. А. Седов)

Fig. 7. Work of the students' scientific circle on normal physiology (V. V. Al'fonsov, Dr. Med. Sci., Prof., A. A. Sedov, Dr. Ped. Sci., Prof.)

Со времени создания сотрудниками опубликовано более 300 научных работ и написано несколько монографий, в том числе за рубежом. Члены лаборатории принимают участие в работе всемирных конгрессов, международных, всесоюзных, всероссийских съездов и конференций. На протяжении последних лет регулярно организуют региональные конференции и выпускают сборники научных трудов.

Вадим Валентинович Альфонсов уделял большое внимание совершенствованию учебного процесса, широко применял и внедрял технические средства обучения, проводил боль-

шую научную и общественную работу в институте, просветительную работу среди студентов (рис. 7), преподавателей, учителей физической культуры, был блестящим лектором с очень широким научным кругозором.

Основные научные труды:

1. О роли тканевых факторов сосудистой стенки в процессе свёртывания крови // Проблемы гематологии и переливания крови. 1964. № 8. Соавтор – Б. И. Кузник.
2. Изучение тканевых факторов свёртывания крови в эндотелиальных клетках аорты // Лабораторное дело. 1968. № 8. Соавтор – Б. И. Кузник.
3. О роли тканевых факторов коронарных артерий в происхождении тромбозов // Кардиология. 1967. № 4. Соавтор – Б. И. Кузник.
4. Сердце и сосуды как эфферентные регуляторы свёртывания крови // XI съезд Всесоюз. физиол. об-ва им. И. П. Павлова. Ленинград, 1970. Т. 2. Соавторы – Б. И. Кузник, В. В. Бочкарников и др.
5. О влиянии нитроглицерина на выброс факторов свёртывания крови работающим сердцем // Фармакология и токсикология. 1972. Соавторы – Б. И. Кузник, В. В. Бочкарников.
6. Тканевые факторы свёртывания крови сосудистой стенки, поражённой атеросклерозом // Проблемы гематологии и переливания крови. 1966. № 11. Соавтор – Б. И. Кузник.
7. Сердце как эфферентный регулятор процесса свёртывания крови и фибринолиза // Кардиология. 1973. № 3. Соавторы – Б. И. Кузник, В. П. Басов.
8. Агрегация тромбоцитов человека и животных // XII съезд Всесоюз. об-ва физиологов. Тбилиси, 1975. Соавтор – В. И. Пархоменко.
9. Влияние длительной гиподинамии на сосудистотромбоцитарный гемостаз // Для служебного пользования. Космическая медицина. Соавторы – Б. И. Кузник, В. Ф. Русяев.
10. Влияние длительной гиподинамии на свёртывание крови и фибринолиз // Для служебного пользования. Космическая медицина. 1978. Соавторы – Б. И. Кузник, В. Ф. Русяев.
11. Влияние физической работы на гемостаз // Адаптация человека и животных в норме и при патологии. Ярославль, 1978. Соавтор – В. И. Иванов.
12. Биофизические и коагулографические свойства сосудистой стенки здоровых людей и больных атеросклерозом // Физиология и патология сердечно-сосудистой системы. Соавторы – Б. И. Кузник, Н. С. Хамин, В. Ф. Русяев.
13. Влияние различных органов на регуляцию системы РАСК // Актуальные проблемы гемостаза в клинической практике. М., 1987. Соавтор – А. К. Харольский.
14. Тромбогеморрагический синдром в онкогинекологии: монография. Томск, 1983. Соавторы – Б. И. Кузник, В. Д. Михайлов.
15. Hematology Reviews. London, Paris, New York, Camberwell, 1983. Соавторы – О. К. Гаврилов, Б. А. Кудряшев, Г. В. Андреев и др.
16. Устройство для определения скорости предельного ритма произвольных движений и времени произвольной двигательной реакции на световой и звуковой сигналы. Рац. предложение. ЧГМИ, 1974. 96.
17. Устройство для изучения электрокинетических свойств тромбоцитов. Рац. предложение. ЧГМИ, 1975, 108.
18. Прибор для графической регистрации агрегации тромбоцитов. Рац. предложение. ЧГМИ, 1975, 107.
19. Гомогенизатор для растирания ткани до субклеточных фракций Рац. предложение. ЧГМИ, 1975, 106.
20. Морфология органов и тканей плодов и новорожденных при асфиксии и экспериментальном ацидозе у животных // V Всерос. конф. «Тромбозы, геморрагии, ДВС-синдром. Проблемы лечения». М., 2000.
21. Ацидоз, гемостаз и морфология органов пищеварительной системы: монография. Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2005. 120 с. Соавторы – Е. В. Альфонсова, А. В. Милосердов и др.

Елена Вадимовна Альфонсова,
кандидат медицинских наук, доцент,

Виталий Яковлевич Киселев,
кандидат педагогических наук, доцент

Elena V. Al'fonsova,
Candidate of Medical Science, Associate Professor

Vitalii Ya. Kiselev,
Candidate of Pedagogy, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 15.12.2016; принята к публикации 12.01.2017

Received: December 15, 2016; accepted for publication: January 12, 2017

Палеонтологический музей в Забайкалье: невозстановливаемые чудеса природы (интервью с С. М. Синицей)

Край за Байкалом богат не только разнообразным растительным и животным миром, но и палеонтологическими находками. Известно свыше 1000 местонахождений остатков древних вымерших морских и пресноводных существ, которые по праву можно назвать уникальными палеонтологическими объектами, не имеющими аналогов в мире. О создании музея и ископаемых чудесах Забайкалья мы побеседовали с доктором геолого-минералогических наук, членом-корреспондентом Международной академии минеральных ресурсов, заслуженным геологом РФ и Читинской области, заслуженным работником высшей школы РФ, академиком Российской экологической академии Софьей Михайловной Синицей.

Paleontological Museum in Transbaikalia: Nonrenewable Miracles of Nature (an Interview with S. M. Sinitsa)

Transbaikalia is rich not only in variety of flora and fauna, but also in paleontological findings. There are more than 1000 sites with fossils of extinct ancient marine and freshwater animals which can be considered as the worldwide unique paleontological objects. In this interview, Sofia Mikhailovna Sinitsa shares her vision of the museum organization and miracle fossils of Transbaikalia. Sofia M. Sinitsa - Doctor of Geology and Mineralogy, Corresponding Member of the International Academy of Mineral Resources, Honored Geologist of the Russian Federation and Chita Oblast, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Academician of the Russian Ecological Academy.



София Михайловна Синица
Sofia M. Sinitsa

– София Михайловна, чем обусловлена необходимость создания палеонтологического музея?

– Необходимость создания палеонтологического музея для Забайкалья назрела давно, т. к. имеется приличная разновозрастная палеонтологическая коллекция для экспонирования. Известны также местонахождения, где можно сделать дополнительные сборы для дублетного и обменного фондов. За рубежом практически на каждом местонахождении ископаемых остатков создаётся местный палеонтологический музей. Это знаменитый Золенгофен в Германии, Апт во Франции и др. Особенно преуспел в этом отношении наш сосед – Китай, где такие музеи начали создаваться относительно недавно – с открытием в семидесятых годах прошлого столетия в провинции Ляонин местонахождений оперенных динозавров и птиц.

– Но и наш край богат интересными находками...

– Безусловно! В Забайкалье имеются все подразделения Международной стратиграфической (геохронологической) шкалы, начиная с архея и заканчивая голоценом, которые охарактеризованы разнообразными органическими остатками, относящимися к пяти царствам: бактериям, цианобионтам (цианобактериям), грибам, животным и растениям.

Практически во всех осадочных породах и рудах открыты бактерии, вернее, фиксируются продукты их жизнедеятельности: известняки, железные, полиметаллические, марганцевые и другие руды. Начиная с архея и доныне, в известняках Забайкалья – местонахождениях Удокан, Георгиевка, Кличка, Почекуй и др. – установлены продукты жизнедеятельности бакте-

рий и цианобактерий на уровне симбиоза. Это прикрепленные пластовые, столбчатые, желваковые (строматолиты) и подвижные округлые, сложные узорчатые (микрофитолиты) постройки. Их расцвет приурочен к протерозою (2,5–0,5 млрд лет). С палеозоя (примерно с 440 млн лет) значение и количество этих построек резко снижаются. Современные постройки в виде корок обнаружены на побережье Торейских озёр.

Царство грибов характеризуется скудной и противоречивой летописью. Дискуссионные находки известны из отложений архея 3,8–2,5 млрд лет. В Забайкалье к ним отнесены уплощённые неправильно овальные силуэты бутунелл из протерозойского удоканского комплекса – местонахождения Читканда, Талакан, Бутун, Иныр.

Царство животных в ископаемой летописи Забайкалья начинается с бесскелетной удоканской биоты (2–0,5 млрд лет), представленной разнообразными медузоидами, бесскелетными проблематическими мягкими кишечнополостными удоканиями, талаканиеллами, напоминающими эдиакарских плоских червей дикинсоний, полипами нимбиями. Сюда же относятся и следы жизнедеятельности, образованные в результате ползания, поисков пищи, питания и кормушек, жилищ и мн. др.

В кембрийском периоде (570–505 млн лет) появляются практически все известные типы беспозвоночных животных, обладающие минеральным или органогенным скелетом (местонахождение Георгиевка). К отложениям этого периода приурочены остатки зубчиков конодонтофорат, проблематических первых хордовых.

На планете остатки настоящих рыб появились в силуре и расцвет испытали в девоне¹. Однако в Забайкалье в девонских отложениях практически отсутствуют остатки рыб, за исключением единственной кости панцирной рыбы в разрезе девона – реке Ильдикан на правом берегу Газимура (408–360 млн лет).

Первые амфибии на планете известны из верхнедевонских отложений, а в Забайкалье они обнаружены только в неоген-плейстоценовых (5–0,8 млн лет) отложениях озера Ножий – там были найдены остатки монгольской жабы.

В среднем карбоне от амфибий произошли рептилии, из которых в Забайкалье известны только динозавры (160 млн лет). В ископаемом состоянии в регионе остатки птиц также присутствуют в неоген-плейстоценовых (5–0,8 млн лет) отложениях озера Ножий.

Остатки млекопитающих в кайнозойской летописи Забайкалья скудны и фрагментарны: антилопы, лошади, бизоны, носороги, мамонты, местонахождения которых – реки Аргунь, Онон, Ингода, Хилок, Чикой, Унда, Ага и мн. др.

Ну и, наконец, царство растений. Оно, в ископаемом состоянии региона, представлено разновозрастными остатками водорослей, мхов, плаунов, хвощей, папоротников, голосеменных – (гинкговые, чекановские, беннеттитовые, хвойные). Это местонахождения протерозоя Клички; девона Куэнги, карбона Ортинки, Гутая, Мергеня, триаса Тарбагатая... и др., юры Гируино и др., мела Бичекутуя, Харанора, Кути и др. кайнозоя Аверихи.

– Что, кроме остатков, представляющих пять царств природы, предполагается выставить в музее?

– Конечно же, те самые уникальные палеонтологические объекты, не имеющие аналогов в мире. Их по праву можно отнести к невозстановливаемым «чудесам природы». Только в Забайкалье известны находки первой бесскелетной фауны докембрия с возрастом более 1 млрд лет. Первое чудо – это так называемая «удоканская биота», представленная постройками цианобактерий, слепами медузоидов, ветвистыми петалонамами, птеридиниумами, чарниями, мягкими трубками удоканий (первые кораллы), ребристыми талаканиеллами, полипами немиянами, разнообразными следами илоедов.

В Забайкалье также установлена богатая, первая на планете скелетная раннекембрийская фауна (570–550 млн лет): губки, археоциаты, конулярии, моллюски, трилобиты, остракоды, брахиоподы, эхинодерматы, микроскелетные организмы, постройки цианобактерий. Этот предлагаемый геологический парк Георгиевка вполне можно назвать вторым чудом.

Третье чудо – уникальное и многообразное ордовикское (505–438 млн лет) местонахождение первых на планете кораллов, разнообразных моллюсков, трилобитов, брахиопод, мшанок, морских звезд, морских пузырей, морских лилий, зубчиков конодонт и пяти типов следов жизнедеятельности (следы ползания, питания, поиска пищи, кормушек, отдыха), выделяемое в заповеднике Чепы на севере Забайкалья в бассейне рек Читканда – Аглан.

¹ Девон – «век рыб».

Четвёртое чудо – заповедник Аргалей, представляющий слои Этрэн – переходные между девонской и каменноугольной системами (360 млн лет) со специфической фауной кораллов, моллюсков, брахиопод, мшанок, криноидей, следов илоедов и с необычными породами-энкринитами, сложенными члениками стеблей морских лилий.

Пятое чудо – уникальные мезозойские гингово-хвойные леса (150–140 млн лет) с богатым подлеском и с многочисленными остатками насекомых. На Красной Горке, в районе Черновских Копей, обнаружены представители 15 отрядов насекомых. По мнению палеоэнтомологов из Палеонтологического института Москвы, в мире отсутствуют аналоги Черновской энтомофауне, представленные в заповеднике Черновские Копи – Красная Горка.

Шестое чудо – местонахождение Кулинда – было открыто в 2010 г. *Единственное в России и в мире* местонахождение юрских (160 млн лет) оперенных птицеподобных динозавров в Оловской впадине. В захоронении Кулинда совместно с костным материалом обнаружены фрагменты бугорчатой кожи, чешуйчатые хвосты, тонкое и грубое оперение с микрочешуйками. Правда, здесь скудна и малочисленна сопутствующая фауна (щитни, конхостраки, насекомые, илоеды), а также флора (мхи, плауны, чекановские, хвойные).

Седьмое чудо природы – местонахождения Дая в Ундино-Даинской впадине и Сухой Байгул в Оловской впадине. В них представлены силуэты целых тел позднеюрских (160 млн лет) щитней и анострок, что крайне необычно в континентальных захоронениях.

И, наконец, восьмое чудо – заповедник Ножий, вместивший богатое неоген-эоплейстоценовое (5–0,8 млн лет) местонахождение моллюсков, рыб, монгольской жабы, рептилий, грызунов и других млекопитающих.

– Как можно расположить в музее такое обилие экспонатов?

– Имеющуюся коллекцию можно разделить на морскую докембрийскую, палеозойскую и мезозойскую, континентальную и пресноводную мезозойскую и кайнозойскую с выделением соответствующих залов. К примеру, палеонтологический материал по морской фауне можно поделить на шесть залов.

Первый зал – Докембрийская биота. В нём будут представлены коллекция архея (3,1–2,5 млрд лет) – известняки со строматолитами с местонахождений Букачача и Энгорок, а также коллекция построек цианобактерий, относящаяся к верхнему протерозою, рифею (1,6–0,670 млрд лет). Она была найдена в местонахождениях: Тайна, Боярчиха, Цаган-Челотуй, Кличка, Богоча, Калар, Читканда, Талакан, Бутун, Икабья, Горки, Амудис.



Рис. 1. Остатки медуз

Fig. 1. Medusa remains

«Удоканская биота», которая также относится к рифею, будет представлена коллекциями бесскелетной фауны: медузами, петалонамами, птеридиниумами, талаканиеллами, удоканиями, чарниями; разнообразными следами илоедов и постройками цианобактерий. Их местонахождения: Читканда, Талакан, Елин Ключ, Бутун, Маршрутный, Иныр, Горки, Икабья, Сьюлбан, Нэптернакит, Дорос, Кала.



Рис. 2. Пластовые остатки удоканий

Fig. 2. Udokania interbedding remains

Мы представим верхний протерозой, венд (670–570 млн лет), коллекцией бесскелетной фауны: медузы, следы илоедов, постройка цианобактерий из местонахождений Кемен, Кильчерис, Чеп, Читканда, Наледный, Аглан, Калакан, Покровка.

Во втором зале расположится палеозойская биота. Туда войдут, во-первых, кембрий (570–505 млн лет) – коллекции первой скелетной фауны: губки, археоциаты, конулярии, моллюски, трилобиты, остракоды, брахиоподы, следы илоедов, микроскелетная фауна, конодонты. Коллекция найдена в местонахождениях: Георгиевка, Читканда, Чина, Чеп, Аглан, Иля, Кадавасун.

Потом посетители музея смогут увидеть ордовик (505–438 млн лет), представленный моллюсками, кораллами, трилобитами, остракодами, мшанками, брахиоподами, морскими звёздами, морскими пузырями, конодонтами, а также узнать о пяти типах следов илоедов и постройках цианобактерий (строматолиты, онколиты), обнаруженных в местонахождениях Читканда, Наледный, Чеп, Аглан.



Рис. 3. Отпечаток морской звезды

Fig. 3. Cast of starfish

Увлекательным станет музейное путешествие по силуру (438–408 млн лет) с богатейшей коллекцией: кораллы, мшанки, брахиоподы, криноидеи, следы илоедов из таких местонахождений, как Верхний Амур, Благодатка, Трехсвятительская.

Коллекция девона (408–360 млн лет) будет представлена следующими экспонатами: кораллы, моллюски, трилобиты, морские лилии, брахиоподы, мшанки, следы илоедов, энкриниты, первые наземные растения – Куэнга. Местонахождения: Аргалей (слои Этрен), Газимурские Кулинды, Ильдикан, Ондручи, Макарово, Куэнга.

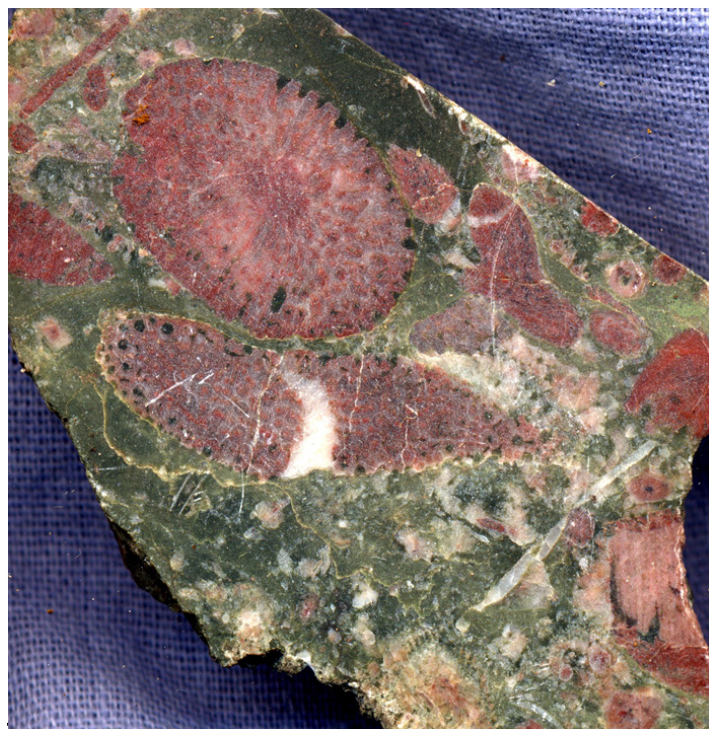


Рис. 4. Срезы колоний кораллов

Fig. 4. Sections of compound corallum

Коллекцию карбона (360–286 млн лет) составят моллюски, кораллы, брахиоподы, мшанки, криноидеи, следы илоедов из местонахождений Газимурские Кулинды, Аргалей (Ирам), Чиронское поле. Пермский период (286–250 млн лет) будет представлен местонахождениями Биликтуй, Борзя, Чиронское поле, Зуткулей, Токчин, Судунтуй и разнообразной коллекцией: моллюски, брахиоподы, морские лилии, розанитесы, конодонты, следы илоедов, растительные остатки.

В третьем зале расположится мезозойская биота с коллекцией триаса (250–213 млн лет): моллюски, кораллы, розанитесы, следы илоедов, хвощи (местонахождения: Арета, Баин-Цаган, Тыргетуй, Бичектуй, Борзя – Биликтуй). В этом же зале зрители увидят коллекцию юры (213–144 млн лет): моллюски, брахиоподы, эхинодерматы, следы илоедов, проблематика (местонахождения: Онон-Борзя, Золотоноша, Туров, Зергун, Матакан, Гирюнино, Крутая).

В следующих залах предполагается разместить имеющийся палеонтологический материал по континентальной и пресноводной биоте. Четвёртый – зал Динозавров, чьё местонахождение – Кулинда (160 млн лет) – единственное в России и мире местонахождение юрских птицетазовых оперенных динозавров, представленное разрозненными частями скелетов в виде черепов, челюстей с зубами, конечностями, фалангами, когтями, рёбрами, позвонками, костями тазового и плечевого поясов, чешуйчатыми хвостами, разнобугорчатой кожей, различным оперением. Обнаружена единственная кость с рядом зубов посередине, возможно, принадлежащая амфибиям.



Рис. 5. Отпечаток панциря морского ежа

Fig. 5. Cast of echinoid armor

Посетителей музея порадуют экспонаты сопутствующей фауны: щитни, конхостраки, остракоды, насекомые, следы илоедов. Растительные остатки будут представлены водорослями, печёночными, листостебельными, сплахновыми мхами, плаунами, чекановскими и хвойными, известными из верхнеюрских отложений ундино-даинской серии региона.

Перейдём к пятому залу. В нём планируется разместить мезозойскую (160–97,5 млн лет) и кайнозойскую (5–0,8 млн лет) биоту озёр, рек и болот. Посетители увидят в этом зале следующие отделы: юра верхняя (160–145 млн лет), верхняя юра – нижний мел (150–140 млн лет) и нижний мел (140–97,5 млн лет).

Коллекция из юры верхняя была собрана в местонахождениях Шадорон, Унда, Дая, Усть-Карск, Шаман, Айрык, Букачача, Апсат, Новопавловка, Новоберезовское, Сухой Байгул, Олов. Это щитни, конхостраки, остракоды, насекомые, следы илоедов и растения.

Тургинские озёра, реки и болота с остатками моллюсков, остракод, конхострак, рыб, растений относятся к отделам верхняя юра – нижний мел. Местонахождения этих экспонатов следующие: Турга, Семен, Павловка, Аргунь-Ключи, Янки, Красная Горка, Шивия, Лесково, Бичектуй.

Коллекцию нижнего мела представят Кутинские озёра и реки с остатками моллюсков, остракод, конхострак, насекомых, рыб, следов илоедов, растений. Всё это извлечено из местонаждений Харанор, Кути, Ново-Павловка и Бичектуй.

Таким образом, в арсенале у нас имеются богатые научные коллекции, однако и это далеко не всё. Данный зал музея также удивит и порадует любителей палеонтологической науки экспонатами кайнозойской биоты (5–0,8 млн лет), неоген-эоплейстоцен (5–0,8 млн лет) с коллекциями моллюсков, конхостраков, остракод, насекомых, рыб. Кроме того, можно будет посмотреть монгольскую жабу, птиц, грызунов и растения. Все эти чудеса были найдены в следующих местонахождениях: озере Ножий, Краснокаменском угольном карьере, Новопавловке, Торейских озёрах.

И, наконец, плейстоцен (0,8–0,01 млн лет) будет представлен коллекцией мамонтов, шерстистых носорогов, бизонов и многими другими находками из местонаждений Титовская Сопка, Аргунь, Ингода, Хилок.



Рис. 6. Трёхпалая конечность

Fig. 6. Three-toed limb



Рис. 7. Челюсть с зубами

Fig. 7. Jaw with teeth



Рис. 8. Отпечаток тела щитня
Fig. 8. Cast of tadpole shrimp body



Рис. 9. Отдельные кости скелетов
Fig. 9. Separate bones of skeletons

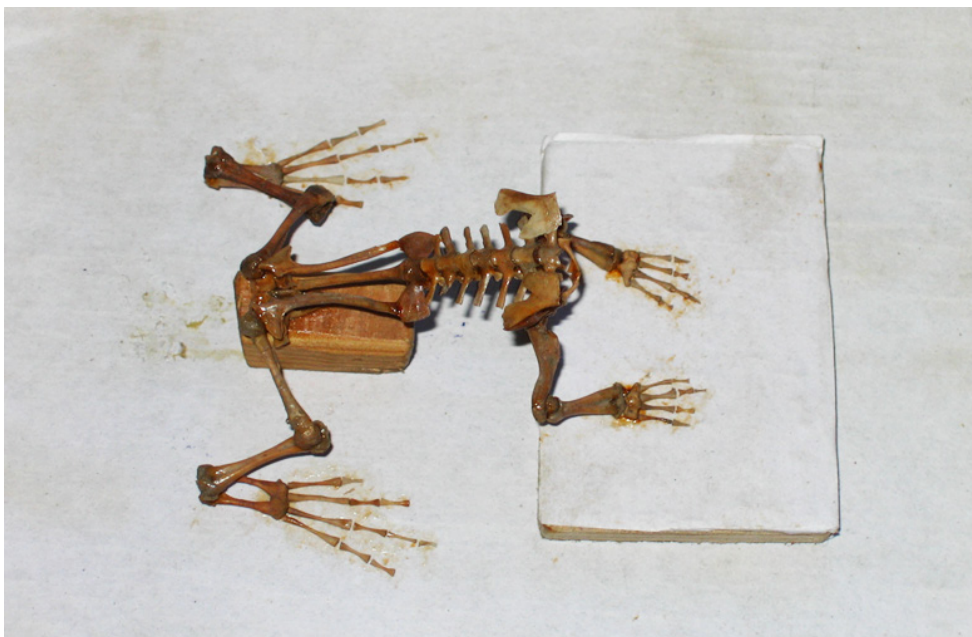


Рис. 10. Смонтированный скелет монгольской жабы

Fig. 10. Erected skeleton of mongoliantoad toad

– Какие задачи будет выполнять палеонтологический музей Забайкалья?

– Важные направления работы – разработка тем музейных экскурсий и подготовка к изданию путеводителей по залам и общему по музею. Также сотрудниками будут разрабатываться планы экспозиций во всех залах музея. И, естественно, составление графических макетов, моделей палеореконструкций, изготовление фотографий ископаемых остатков, подготовка коллекций для экспонирования, выделение коллекций дублетного и обменного фондов и подготовка каталогов. Планируется работа по созданию палеонтологических музеев «под открытым небом» в местах Красная Горка (Черновские Копи) и Белая Горка (Семен). Если будут такие музеи, значит, понадобятся каталоги туристских маршрутов и их описание в виде путеводителей.

Это ещё далеко не весь список задач палеонтологического музея. Сотрудники музея будут составлять списки необходимых полевых экспедиций для дополнительных сборов коллекций фондов и для изготовления сувениров и наборов ископаемых органических остатков. Ещё необходимы договоры с туристическими фирмами относительно посещения музея и организации туристских маршрутов.

Обязательным будет установление научных контактов с палеонтологическими музеями сопредельных стран, выражающееся не только в обмене коллекциями, но и в совместных полевых экспедициях, написании монографий, статей и участии в международных конференциях, что, несомненно, поднимет престиж и значение нашего музея и его сотрудников.

Очень важна организация при музее палеонтологического кружка и школы, чтобы приобщить молодое поколение к науке и привить интерес к окружающему их миру. Вдруг в будущем кто-то из учеников станет великим учёным и совершит важное для человечества открытие?

– София Михайловна, какое помещение Вы считаете наиболее подходящим для музея, где уместилась бы и должным образом предстала перед посетителями вся коллекция экспонатов?

– На данный момент самым оптимальным помещением для организации музея могут стать пустующие комнаты на первом этаже помещения по ул. Бутина, 26, где на втором этаже располагаются лаборатории Института природных ресурсов экологии и криологии Сибирского отделения РАН.

Подобное сочетание музея и института очень удобно по нескольким причинам.

Во-первых, нет необходимости принимать охранников, смотрителей, директора и гидов, т. к. ими могут стать сотрудники ИПРЭК СО РАН. Кстати, штат музея состоит из директора, научного консультанта, двух гидов и препаратора, поэтому сотрудники лаборатории вполне могут совмещать приятное с полезным.

Во-вторых, стоимость сувениров, наборов органических остатков, музейных экскурсий и туристских маршрутов будут разработаны экономистами института.

И, главное, музей должен находиться под эгидой ИПРЭК СО РАН, что позволит располагать квалифицированными сотрудниками, необходимыми научными консультациями, транспортом, снаряжением и многим другим.

Беседовала Ирина Блажевская

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Редакция принимает **не опубликованные ранее** материалы объемом до 1 п. л. (40 000 знаков с пробелами), выполненные в следующих жанрах:

Жанр	Минимальный объём
Статья (теоретического и эмпирического характера, содержащая основные научные результаты, полученные автором)	0, 5 п. л. (20 000 знаков)
Научные сообщения, доклады	0, 3 п. л. (12 000 знаков)
Научные обзоры, рецензии	0,2 п. л. (8 000 знаков)

В редакцию НЕОБХОДИМО ПРЕДСТАВИТЬ:

1. Электронный вариант статьи. В имени файла указываются фамилия автора(-ов) и название статьи.
2. Электронный вариант заполненного лицензионного договора.
3. Отзыв научного руководителя с указанием новизны и достоверности исследования, если автор статьи – аспирант.
4. Личную карточку автора – сведения об авторе(-ах).

СТРУКТУРА СТАТЬИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ В РЕДКОЛЛЕГИЮ ЖУРНАЛА

Отрасль науки. Название рубрики журнала.

Код: УДК.

Имя, отчество, фамилия автора приводятся на русском и английском языках. Количество соавторов в статье может быть не более 5. При наличии соавторов первым указывается ответственный/основной автор. На русском и английском языках даётся описание вклада в исследование каждого автора (по 1 предложению).

Город, страна – на русском и английском языках.

Место работы (постоянное и при наличии – место выполнения научного проекта) – на русском и английском языках.

Почтовый адрес – на русском и английском языках.

Источники финансирования статьи (при их наличии) – на русском и английском языках.

Название статьи – на русском и английском языках строчными буквами (не заглавными).

Аннотация: 150–200 слов на русском и английском языках. Текст аннотации должен включать основные результаты статьи: актуальность, методы, выводы исследования. Аннотация не должна содержать каких-либо ссылок.

Ключевые слова или словосочетания (5–7 терминов/понятий) отделяются друг от друга запятой. Приводятся на русском и английском языках.

Основной текст статьи, содержащий следующие блоки: вводную часть, данные о методологии и методике исследования, результаты исследования, обсуждение результатов, заключение – выводы. **Название блоков выделяется полужирным шрифтом.**

Статья должна иметь внутритекстовые ссылки на цитируемые источники. Ссылки приводятся в квадратных скобках с указанием порядкового номера в списке литературы и страницы, например [1, с. 25]. Несколько источников отделяются друг от друга точкой с запятой, например [1; 3; 4].

Список литературы указывается в алфавитном порядке и должен включать не менее 10 источников. Желательно, чтобы в нём были представлены зарубежные источники. Литература на иностранных языках должна следовать за литературой на русском языке.

Учебные пособия, публицистика, архивы, справочные, словарные и законодательные материалы являются источниками, не входят в список литературы и выносятся в текст статьи в виде подстрочных ссылок (сноски внизу страницы). Маркер сноски – арабская цифра, нумерация – постраничная.

Список литературы оформляется согласно ГОСТу Р 7.0.5-2008. Для каждого источника обязательно указываются издательство, общее количество страниц.

Самоцитирование допускается в объёме не более 20 % от общего количества источников в списке литературы.

Объём цитирования в статье должен составлять не более 40 % от общего объёма статьи.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СТАТЬИ

Рабочие языки: русский и английский.

Общие требования: формат – А4, ориентация – книжная.

Параметры страницы: верхнее и нижнее – 2 см; левое и правое – 2,5 см. Шрифт – Arial, кегль – 14, интервал – 1,5 строки. Отступ первой строки – 1,25 см. Текст – без переносов, выравнивание – по ширине.

При использовании дополнительных шрифтов при наборе статьи следует представить их в редакцию.

При наличии в статье других языков необходимо дублировать статью в формате PDF.

На последней странице статьи указывается, что «статья публикуется впервые», ставятся дата и ФИО автора(-ов).

Особенности набора слов, цифр, формул, единиц измерения.

Единицы измерения отделяются от символов и цифр, к которым они относятся.

Следует различать: О (буква) и 0 (ноль), 1 (единица) и I (римская единица или буква «и») и т. д. Необходимо отличать дефис (-) и тире (–).

Не следует заменять букву «ё» на «е».

Таблицы оформляются в формате Word, должны быть озаглавлены и иметь сквозную нумерацию в пределах статьи, обозначаемую арабскими цифрами, например *таблица 1*, в тексте ссылки нужно писать сокращённо, например *табл. 1*. Содержание таблиц не должно дублировать текст. Слова в таблицах следует писать полностью, переносы должны быть расставлены верно. В ячейке таблицы в конце предложения точка не ставится.

Рисунки оформляются только в чёрно-белом варианте (графики, диаграммы – формат Excel, схемы, карты, фотографии), приводятся со сквозной нумерацией (арабскими цифрами) и везде обозначаются сокращённо, например *рис. 1*. Представляются в формате jpg (разрешение – не менее 300 т/д) отдельными файлами с указанием его порядкового номера, фамилии автора(-ов) и названия статьи. Размер рисунка – 170×240 мм. Все детали рисунка при его уменьшении должны хорошо различаться. Все **подрисуночные подписи на русском и английском языках** прилагаются отдельным списком в конце статьи.

Объём рисунков не должен превышать ¼ объёма статьи.

Материалы, не соответствующие предъявленным требованиям, к рассмотрению не принимаются.

Авторы несут полную ответственность за ссылочный аппарат, подбор и изложение фактов, представленных в статье.

Почтовые расходы по пересылке авторского экземпляра журнала составляют 200р.



Пакет документов, необходимый для опубликования материалов, отсылается по электронной почте: zab-nauka@mail.ru.

Адрес редакции:

672007, г. Чита, ул. Бабушкина, 129. Забайкальский государственный университет. Редакция научных журналов (каб. 126).

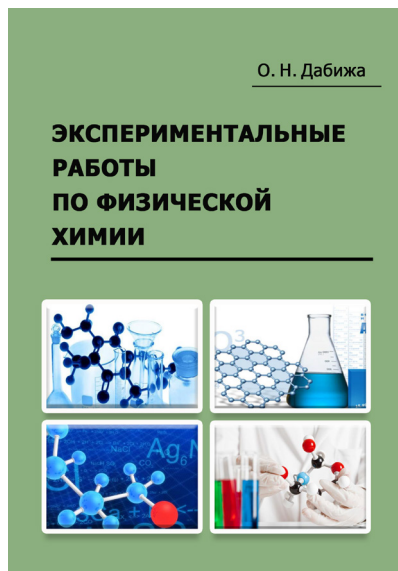
Ответственный секретарь:

Седина Елена Витальевна,

Блажевская Ирина Николаевна.

Тел. +7(3022) 35-24-79, e-mail: zab-nauka@mail.ru

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ



Дабижа, Ольга Николаевна

Экспериментальные работы по физической химии : учеб. пособие / О. Н. Дабижа ; Забайкал. гос. ун-т. – Чита : ЗабГУ, 2016. – 245 с.

ISBN 978-5-9293-1743-9

Учебное пособие состоит из 8 глав, включающих экспериментальные работы с краткими теоретическими сведениями к каждой из них, контрольные вопросы и задачи, а также библиографический список для освоения дисциплины «Физическая химия» и приобретения навыков выполнения физико-химических исследований и практических расчётов.

Учебное издание предназначено для студентов направлений 04.03.01 *Химия*, 21.05.02 *Прикладная геология*, 21.05.04 *Горное дело*.



Экологический мониторинг : практикум / Забайкал. гос. ун-т ; сост. Т. В. Воропаева, О. А. Лескова, Т. Е. Ткачук. – Чита : ЗабГУ, 2016. – 277 с.

ISBN 978-5-9293-1781-1

Практикум предназначен для аудиторной и самостоятельной работы студентов вузов, изучающих экологический мониторинг. В нём уделяется внимание видам экологического мониторинга, его методам, а также единой государственной системе мониторинга в РФ и международной интеграции в сфере экологического мониторинга, что позволяет использовать его на занятиях и для самостоятельной работы студентов по дисциплинам «Экологический мониторинг», «Биомониторинг», «Радиэкология», «Охрана окружающей среды» и др.

Учебное издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 05.03.06 *Экология и природопользование*, профиль «Экология»; направлению магистерской подготовки 05.04.06 *Экология и природопользование*, магистерская программа «Экологическая экспертиза» и направлению магистерской подготовки 44.04.01 *Педагогическое образование*, магистерская программа «Экологическое образование».