

ISSN 1996–1499

**2021 №3**



РОССИЙСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ИНВАЗИЙ

<http://www.sevin.ru/invasjour/>



Институт проблем экологии и эволюции  
имени А.Н. Северцова  
Российской Академии Наук

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН)

## Российский Журнал Биологических Инвазий

(ISSN 1996–1499)

Основан в январе 2008 г.

Выходит 4 раза в год

Главный редактор  
академик РАН *Дгебуадзе Юрий Юлианович*  
Заместитель главного редактора  
д.б.н., *Петросян Варос Гарегинович*  
Ответственный секретарь  
к.б.н., *Дергунова Наталья Николаевна*

### Редакционная коллегия

к.б.н., Бобров В.В., д.б.н., Виноградова Ю.К., д.б.н., Давидович Петр,  
д.б.н., Дзиаловски Эндрю, д.б.н., Звягинцев А.Ю., д.б.н., Ижевский С.С., д.б.н., Косой М.Ю.,  
д.б.н., Краснов Б.Р., д.б.н., Крылов А.В., к.б.н., Масляков В.Ю., д.б.н., Миллер Даниил,  
к.б.н., Морозова О.В., академик РАН, Павлов Д.С., д.б.н., Пельгунов А.Н.,  
д.б.н. Ричардсон Дэвид, к.б.н., Слынько Ю.В., д.б.н., Телеш И.В., к.б.н., Фенева И.Ю.,  
к.б.н., Хляп Л.А., д.б.н., Чжибинь Чжан, д.б.н., Шиганова Т.А., д.б.н., Щербина Г.Х.

### Тематика журнала

*Теоретические вопросы биологических инвазий* (теория, моделирование, результаты наблюдений и экспериментов): инвазионные коридоры, векторы инвазий, адаптации видов–вселенцев, уязвимость аборигенных экосистем, оценка риска инвазий, генетические, экологические, биологические, биогеографические и эволюционные аспекты влияния чужеродных видов на биологическое разнообразие биосистем различных уровней организации.

*Мониторинг* инвазионного процесса (сообщения о нахождении организмов за пределами естественного ареала, динамике расселения, темпах натурализации).

*Методы, средства накопления, обработки и представления данных прикладных исследований* (новые разработки, моделирование, результаты исследований) с применением фактографических и геоинформационных систем.

*Использование результатов исследований биологических инвазий* (методы и новые фундаментальные результаты) при изучении морских, пресноводных и наземных видов, популяций, сообществ и экосистем.

*Контроль, рациональное использование и борьба с видами вселенцами.*

Индексирование журнала – *AGRICOLA, CNKI, EBSCO Discovery Service, Gale, Gale Academic OneFile, Geobase, Global Health, Google Scholar, Health Reference Center Academic, OCLCWorldCat Discovery Service, ProQuest Agricultural & Environmental Science Database, ProQuest Biological Science Database, ProQuest Natural Science Collection, ProQuest SciTech Premium Collection, ProQuest-ExLibris Primo, ProQuest-ExLibris Summon, SCOPUS, Web of Science Core Collection, РИНЦ.*

Адрес: Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33.

тел. (495) 954-75-53; факс (495) 954-55-34;

E-mail: [invasjour@sevin.ru](mailto:invasjour@sevin.ru)

<http://www.sevin.ru/invasjour/>

## Содержание

<i>Барышев И.А.</i> О НАХОЖДЕНИИ ИНВАЗИВНОЙ АМФИПОДЫ <i>GMELENOIDES FASCIATUS</i> (STEBBING, 1899) В ВОДОТОКАХ БЕССЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА	2
<i>Дилбарян К.П., Казарян Л.А., Степанян И.Э., Хачатрян А.Г.</i> ИНВАЗИОННЫЕ ВРЕДИТЕЛИ, ОБНАРУЖЕННЫЕ В НЕКОТОРЫХ ТЕПЛИЦАХ ГОРОДА ЕРЕВАНА	7
<i>Захаров И.А.</i> ПОПУЛЯЦИИ ИНВАЗИОННОГО ВИДА АЗИАТСКОЙ БОЖЬЕЙ КОРОВКИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	15
<i>Кириллова Е.А., Кузицин К.В., Груздева М.А., Махров А.А., Артамонова В.С., Кириллов П.И., Балашов Д.А., Виноградов Е.В.</i> О ПОИМКЕ МИКИЖИ <i>PARASALMO MYKISS</i> НА ОСТРОВЕ САХАЛИН	18
<i>Лисицкая Е.В., Болтачева Н.А.</i> О РЕГЕНЕРАЦИИ ПОЛИХЕТЫ-ВСЕЛЕНЦА <i>POLYDORA WEBSTERI</i> (ANNELIDA: SPIONIDAE)	24
<i>Минеева О.В., Семенов Д.Ю.</i> ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАЗИТАХ <i>NEOGOBIUS ILJINI</i> (PERCIFORMES, GOBIIDAE) СРЕДНЕЙ ВОЛГИ	32
<i>Михайлова А.В., Попова Е.В., Шипулин С.В., Максимов А.А., Плотников И.С., Аладин Н.В.</i> О ВСЕЛЕНИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>MARENZELLERIA</i> (POLYCHAETA, SPIONIDAE) В БАССЕЙН КАСПИЙСКОГО МОРЯ	45
<i>Морозова О.В., Тишков А.А.</i> ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ: ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, КОРИДОРЫ И ЛОКАЛЬНЫЕ ИНВАЗИИ	50
<i>Egorov A.B., Postnikov A.M., Pavlyuchenkova L.N., Partolina A.N., Bubnov A.A.</i> APPLICATION OF HERBICIDES IN THE CONTROL OF THE INVASIVE SPECIES <i>HERACLEUM</i> <i>SOSNOWSKYI</i> MANDEN. (SOSNOWSKY'S HOGWEED) IN FORESTRY	63
<i>Prokin A.A., Potyutko O.M.</i> THE FIRST RECORD OF ALIEN SPECIES <i>LIMNODRILUS MAUMEENSIS</i> BRINKHURST ET COOK, 1966 (OLIGOCHEATA, TUBIFICIDAE) FROM RUSSIA	65

## О НАХОЖДЕНИИ ИНВАЗИВНОЙ АМФИПОДЫ *GMELINOIDES FASCIATUS* (STEBBING, 1899) В ВОДОТОКАХ БЕССЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

© 2021 Барышев И.А.

Институт биологии КарНЦ РАН ФИЦ КарНЦ РАН, Петрозаводск 185910, Россия;  
e-mail: i\_baryshev@mail.ru

Поступила в редакцию 28.01.2021. После доработки 08.07.2021. Принята к публикации 28.07.2021

Инвазивная амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) ранее не была отмечена в реках бассейна Онежского озера, хотя широко распространилась в его литорали за последние годы. В 2019 и 2020 гг. установлено обитание этого вида в приустьевых зонах водотоков (р. Рыбрека и р. Другая) на значительном удалении от озёрной литорали (0.5 и 1.7 км, соответственно). Выявлено, что *G. fasciatus* включается в сообщества как плёсов, так и перекатов, а на отдельных участках достигает доминирующих позиций в макрозообентосе, что указывает на возможность дальнейшего расширения его ареала за счёт речных экосистем региона.

**Ключевые слова:** амфиподы, сообщества, приустьевая зона, реки.

DOI:10.35885/1996-1499-2021-14-3-02-06

Амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), нативным ареалом которой является оз. Байкал, в настоящее время интенсивно расселяется по водоёмам и водотокам европейской части России, вызывая значительные изменения в структуре донных сообществ [Матафонов и др., 2005; Барбашова и др., 2021]. В настоящее время этот вид широко распространён в литорали Ладожского и Онежского озёр, где является важнейшим фактором трансформации прибрежных сообществ [Berezina et al., 2009; Кауфман, 2011; Курашов и др., 2012]. Также он выявлен в р. Свирь, соединяющей эти водоёмы [Березина, Панов, 2003]. Однако в реках, впадающих в Онежское оз., его ранее не отмечали, несмотря на большое количество материалов по реофильному макрозообентосу [Khrennikov et al., 2007; Барышев, 2013; Baryshev, 2017, 2020; Барышев, Кучко, 2019]. Также нет сведений об обитании этого вида в озёрах бассейна Онежского оз. [Куликова, Рябинкин, 2015; Савосин, Кучко, 2018]. Вместе с тем, в нативной части ареала *G. fasciatus* обитает и в реках [Задоев и др., 1985; Матафонов и др., 2005]. В р. Енисей он широко распространён от верхнего до нижнего течения, достигает наибольшего обилия на медленном течении с зарослями

погружённых и полупогружённых макрофитов [Андрианова и др., 2018, 2019].

С целью установить факт обитания *G. fasciatus* в водотоках бассейна Онежского оз. и определить, внедряется ли этот вид в сообщества реофильного макрозообентоса, был проведён поиск этой амфиподы на приустьевых участках, куда возможно предположить её расселение из литорали озера, где она обычна.

С 2010 по 2020 г. были обследованы 18 рек (50 проб, 23 станции), относящихся к юго-западному, северо-западному, восточному и южному берегам Онежского оз., а также к Заонежскому п-ову (рис. 1). Обследованы как плёсовые, так и перекатные участки в пределах 4 км от устья.

Для отбора проб на перекатах использовали количественную рамку типа «Surber» (с мешком-уловителем для предотвращения потери организмов) площадью 0.04 м<sup>2</sup>; материал на плёсах отобран при помощи дночерпателя ДАК250 (на глубине более 0.6 м) и скребка в виде сита на мелководье [Комулайнен и др., 1989]. Пробы (кроме р. Орзег) носят количественный характер, все организмы были определены, посчитаны и взвешены по таксонам.

В результате работ присутствие *G. fasciatus* выявлено в четырёх водотоках из 18 обследованных (табл. 1). В р. Рыбрека

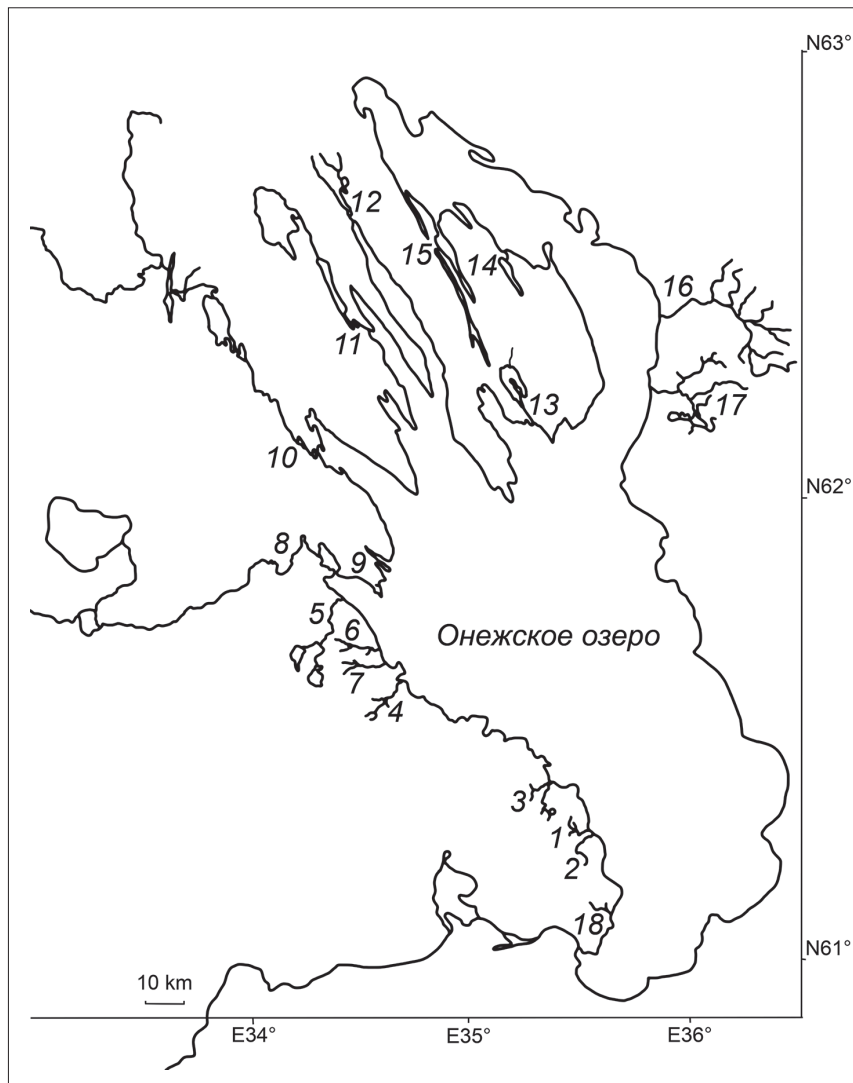


Рис. 1. Карта-схема расположения обследованных рек (нумерация в соответствии с табл. 1).

этот вид занимает весомое положение в реофильном сообществе макрозообентоса каменистых грунтов переката, находящегося в 530 м от озера ( $61^{\circ}16'21''$  с. ш.;  $35^{\circ}31'55''$  в. д.). Он преобладает по численности с долей 21%, опережая ручейника *Ceratopsyche silfvenii* (Ulmer) (13%), всех хирономид (*Cricotopus* sp., *Eukiefferiella* sp., *Parakiefferiella* sp., *Psectrocladius flavus* (Johannsen), *Polypedilum scalaenum* (Schrank), *Heterotrissocladus marcidus* (Walker), *Tanytarsus* sp., *Rheotanytarsus curtistylus* (Goetghebuer), *Microtendipes* gr. *pedellus*, *Procladius* sp., *Thienemanniella* sp., 13% в сумме) и веснянку *Leuctra fusca* (Linnaeus) (10%). По биомассе с долей 21% он на втором месте после *C. silfvenii* (48%).

В р. Другая *G. fasciatus* обнаружен в биотопе плёсовых участков с песчаным грунтом. На расстоянии 200 м от устья ( $61^{\circ}16'21''$  с. ш.;  $35^{\circ}33'27''$  в. д.) он доминирует в сообществе,

формируя 62% численности и 16% биомассы. Также в сообществе многочисленны двусторчатые моллюски *Pisidium* sp. (11%); по биомассе существенную долю имеют личинки стрекоз *Aeshna* sp. (42%) и брюхоногий моллюск *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus) (29%). На расстоянии 1700 м от устья ( $61^{\circ}15'36''$  с. ш.;  $35^{\circ}32'37''$  в. д.) доля *G. fasciatus* по численности составляет 3%, в то время как доминируют *Pisidium* sp. (53%) и малощетинковый червь *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède (26%); доля по биомассе составляет 1%, а преобладают *Pisidium* sp. (57%) и представитель двукрылых *Tipula* sp. (14%). В устье р. Шелтозерка, 60 м от озера ( $61^{\circ}22'47''$  с. ш.;  $35^{\circ}21'52''$  в. д.), доля *G. fasciatus* в сообществе плёсового участка с песчаным грунтом высока – 35% по численности и 57% по биомассе. Лидирующие позиции он делит с личинкам хирономид *Chironomus* sp.,

**Таблица 1.** Данные по распространению и обилию *G. fasciatus* в устьевых и приустьевых участках рек Онежского озера (2010–2020 гг.)

№	Реки	Длина, км	Расстояние от озера, м	Биотоп	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Число проб	Год
Реки юго-западного берега								
1*	Рыбрека	7.2	530	Пережат	1141±202	4.3±0.78	3	2019
2	Другая	8.1	200	Плѐс	1390	2.8	1	2020
	— // —	— // —	1700	Плѐс	100	0.1	1	2020
	— // —	— // —	2500	Плѐс	–	–	1	2020
3	Шелтозерка	11.0	60	Плѐс	1160	2.1	1	2020
	— // —	— // —	200	Плѐс	–	–	1	2020
	— // —	— // —	1100	Пережат	–	–	3	2010
4	Орзega	15	20	Плѐс	+	+	1	2020
	— // —	— // —	150	Плѐс	–	–	1	2020
5	Лососинка	23.3	700	Плѐс	–	–	2	2017
6	Нелукса	9.7	200	Пережат	–	–	3	2015
7	Большая Уя	16.0	500	Пережат	–	–	3	2017
Реки северо-западного берега								
8	Шуя	272.0	4000	Плѐс	–	–	2	2018
9	Окунья тоня	3.2	150	Плѐс	–	–	2	2017
10	Суна	60.0	1800	Плѐс	–	–	2	2018
11	Лижма	68.3	1050	Плѐс	–	–	2	2017
12	Уница	56.7	1300	Пережат	–	–	3	2010
Реки Заонежского полуострова								
13	Яндома	4.2	120	Пережат	–	–	3	2010
14	Падма	23.6	600	Пережат	–	–	3	2010
15	Космореска	28.0	200	Пережат	–	–	3	2012
Реки восточного берега								
16	Пяльма	68.0	480	Пережат	–	–	3	2010
17	Туба	15.5	620	Пережат	–	–	3	2010
Реки южной части								
18	Коровья	8.3	500	Пережат	–	–	3	2019

*Примечания.* Нумерация в соответствии с рисунком 1. «–» – *G. fasciatus* не выявлен; «+» – вид отмечен, но количественные данные отсутствуют. При указании средних значений после знака «±» приведена стандартная ошибка.

*H. marcidus* и *Sergentia coracina* (Zetterstedt), формирующими в сумме 55% численности и 25% биомассы. В устье р. Орзega (61°48'38" с. ш.; 34°35'33" в. д.), *G. fasciatus* выявлен на расстоянии 20 м от озера, однако данные о структуре донных сообществ отсутствуют. Отдельно следует отметить, что в макрозообентосе 14 рек из 18 обследованных этот инвазивный вид пока не выявлен, что указывает на то, что его распространение в настоящее время нельзя считать повсеместным.

**Заключение.** В ходе работ установлено обитание *G. fasciatus* в приустьевых зонах водото-

ков бассейна Онежского оз. В местах обнаружения этот вид достигает достаточно большого обилия, часто выступая доминантом в макрозообентосе. Наблюдаемое успешное внедрение этого инвазивного вида в донные сообщества как плѐсов, так и пережатков, указывает на возможность его дальнейшего расселения в водотоках бассейна Онежского оз. В связи с этим большую актуальность имеет продолжение исследований. В частности, важно установить факторы, ограничивающие распространение *G. fasciatus*, и выявить, какие водотоки наиболее уязвимы к его проникновению.

## Финансирование работы

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания ИБ КарНЦ РАН ФИЦ КарНЦ РАН (0218-2019-0081).

## Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

## Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

## Литература

- Андрианова А.В., Дербинева Е.В., Гадинов А.Н., Криволицкий Д.А., Мельников И.И. Кормовая база и потенциал рыбопродуктивности бассейна Енисея (верхнее и среднее течение) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 45. С. 142–163.
- Андрианова А.В., Якубайлик О.Э., Шанько Ю.В. Современные данные о пространственном распределении байкальских амфипод в реке Енисей и их визуализация в геоинформационной веб-системе // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 3. С. 2–19.
- Барбашова М.А., Трифонова М.С., Курашов Е.А. Особенности пространственного распределения инвазивных видов амфипод в литорали Ладожского озера // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 1. С. 13–26.
- Барышев И.А. Современное состояние и долговременные изменения зообентоса пороговых участков реки Шуя и её притока – реки Сяся (Карелия, басс. Онежского озера) // Труды Государственного природного заповедника «Кивач». Вып. 6. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. С. 114–119.
- Барышев И.А., Кучко Я.А. Современное состояние зоопланктона и зообентоса плёсового участка реки Суна (бассейн Онежского озера) после лесосплава и изменения гидрологического режима // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 11. С. 50–58. DOI: 10.17076/eco1125
- Березина Н.А., Панов В.Е. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро // Зоологический журн. 2003. Т. 82. № 6. С. 731–734.
- Задоев И.Н., Лейс О.А., Григорьев В.Ф. Результаты и перспективы акклиматизации байкальских гаммарид в водоёмах СССР // Сб. науч. трудов ГОСНИОРХ. 1985. Вып. 232. С. 30–34.
- Кауфман З.С. Некоторые вопросы формирования фауны Онежского и Ладожского озёр: Краткий обзор // Труды КарНЦ РАН. № 4. Водные проблемы Севера и пути их решения. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 64–76.
- Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Широков В.А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1989. 40 с.
- Куликова Т.П., Рябинкин А.В. Зоопланктон и макрозообентос малых водоёмов разных типов ландшафтов южной Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2015. № 6. С. 47–63.
- Курашов Е.А., Барбашова М.А., Барков Д.В., Русанов А.Г., Лаврова М.С. Инвазивные амфиподы как фактор трансформации экосистемы Ладожского озера // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 2. С. 87–104.
- Матафонов Д.В., Итигилова М.Ц., Камалтынов Р.М., Фалейчик Л.М. Байкальский эндемик *Gmelinoides fasciatus* (Micropodidae, Gammaridae, Amphipoda) в озере Арахлей // Зоологический журнал. 2005. Т. 84. № 3. С. 321–329.
- Савосин Е.С., Кучко Я.А. Зоопланктон и зообентос озера Гимольское (Западная Карелия) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 8 (151). С. 23–29.
- Baryshev I.A. Taxonomic Composition and Trophic Structure of Benthic Fauna in Rocky Rapids and Riffles in Rivers of the Republic of Karelia and Murmansk Oblast // Inland Water Biology. 2017. Vol. 10. No. 4. P. 405–414. doi: 10.1134/S1995082917040034
- Baryshev I.A. Zoobenthos of Pools of Rapid Rivers: Composition, Abundance, and Trophic Structure (Based on the Example of Eastern Fennoscandia) // Inland Water Biology. 2020. Vol. 13. No. 1. P. 69–78. doi: 10.1134/S1995082920010022
- Berezina N.A., Zhakova L.V., Zaporozhets N.V., Panov V.E. Key role of the amphipod *Gmelinoides fasciatus* in reed beds of Lake Ladoga // Boreal environment research. 2009. No. 14. P. 404–414.
- Khrennikov V.V., Baryshev I.A., Shustov U.A., Pavlov V.N., Ilmast N.V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north east Fennoscandia) // Ecohydrology & Hydrobiology. 2007. Vol. 7. No. 1. P. 71–77.

# THE FINDING OF THE INVASIVE AMPHIPOD *GMELINOIDES FASCIATUS* (STEBBING, 1899) IN WATERCOURSES OF THE ONEGA LAKE BASIN

© 2021 Baryshev I.A.

Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences,  
Petrozavodsk 185910, Russia;  
e-mail: [i\\_baryshev@mail.ru](mailto:i_baryshev@mail.ru)

The invasive amphipod *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) was not previously recorded in the rivers of the Onega Lake basin, although it has spread widely in its littoral in recent years. In 2019 and 2020, this species was found to inhabit the estuarine zones of watercourses (the Rybreka River and the Drugaya River) at a considerable distance from the lacustrine littoral zone (0.5 and 1.7 km, respectively). It was revealed that *G. fasciatus* is included in the communities of both pools and riffles, and in some areas reaches dominant positions in the macrozoobenthos, which indicates the possibility of further expansion of its range due to the river ecosystems of the region.

**Key words:** amphipods; communities; mouth; rivers.



## ИНВАЗИОННЫЕ ВРЕДИТЕЛИ, ОБНАРУЖЕННЫЕ В НЕКОТОРЫХ ТЕПЛИЦАХ ГОРОДА ЕРЕВАНА

© 2021 Дилбарян К.П.\*, Казарян Л.А.\*\*, Степанян И.Э.\*\*\*,  
Хачатрян А.Г.\*\*\*\*

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, Ереван 0014, Армения;  
e-mail: \*kdilbaryan@yahoo.com; \*\*lusineghazaryan24@gmail.com; \*\*\*ilonastepanyan37@gmail.com;  
\*\*\*\*hasoika@yahoo.com

Поступила в редакцию 14.07.2020. После доработки 30.07.2021. Принята к публикации 16.08.2021

При изучении фауны вредителей трёх тепличных комплексов г. Еревана «Григ Гарден», «Грин Парадиз» и «Аван», специализирующихся на выращивании декоративных растений, выявлены следующие инвазионные виды: *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, *Toxoptera citricida* Kirkaldy, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette (Aphididae Latr., *Toxoptera*, *Macrosiphoniella* Del Guercio), *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Aleyrodidae West., *Trialeurodes* Cockerell), *Tetranychus viennensis* Zacher (Tetranychidae Donn, *Tetranychus* Dufour) и *Cenopalpus mespili* Liv. et Mitrofanov (Tenuipalpidae Sayed, *Cenopalpus* Pritchard & Baker). В двух тепличных комплексах обнаружены резистентные к инсектицидам и акарицидам линии *Tetranychus viennensis* и *Macrosiphum rosae*.

**Ключевые слова:** вредители растений, тепличное хозяйство, тля, белокрылка, растительноядные клещи, инвазионные виды, биологический контроль.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-07-14

### Введение

Инвазии чужеродных представителей различных групп организмов за пределы их первичных ареалов давно являются насущной проблемой и носят глобальный характер. Инвазионные виды часто выступают в роли биологических загрязнителей и могут угрожать экологической безопасности страны, в связи с чем проблема инвазий становится важнейшей в плане обеспечения этой безопасности в каждой стране [Ижевский, 2002; Чужеродные..., 2021].

Возросшие объёмы импорта продукции растительного происхождения, в том числе семян и посадочного материала, приводят к тому, что с каждым годом увеличивается число различных вредителей, вселившихся в новые страны [Миронова, Ижевский, 2002].

В странах Европы, Америки, в некоторых странах Азии и в России давно ведётся учёт инвазионных видов вредителей растений [Ижевский, 1990, 1992, 1995, 2000; 2002; Lowe et al., 2000; Yan et al., 2001; Peacock, Worner, 2006; Roques et al., 2009; 2016; Масляков, Ижевский, 2011; Boubou et al., 2012;

Орлова-Беньковская, 2019; Селиховкин и др., 2020]. Показано, что в XX в. такие виды, как колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), фасолевая зерновка (*Acanthoscelides obtectus* Say.), табачный жук (*Lasioderma serricornis* Fabricius), зерновой капюшонник (*Rhyzopertha dominica* Fabricius), гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* Linnaeus), усач (*Trichoferus campestris* Faldermann), западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis* Pergande), тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum*), цитрусовая белокрылка (*Dialeurodes citri* Ashmead), картофельная моль (*Phthorimaea operculella* Zeller), южноамериканская томатная моль (*Tuta absoluta* Meyrick), минирующие мухи (*Liriomyza* spp.) и др. заселили страны Европы и СНГ [Ижевский, 1995, 2000; Никоян и др., 2015; Орлова-Беньковская, 2019; и др.]. Из Австралии и стран Юго-Восточной Азии в Америку попали такие виды, как *Selitrachodes globulus* La Salle & Gates, *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman, *Lycorma delicatula* White, *Horidiplosis ficifolii* Harris & de Goffau, *Trioza brevigenae* Mathur, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero &

Dellapé [Grapputo et al., 2005; La Salle et al., 2009; Dara et al., 2015; Hodel et al., 2016; и др.].

В итоге за последние десятилетия в странах Европы, Азии и Америки в процессе фундаментальных и прикладных исследований инвазионного процесса созданы базы данных по всем группам организмов, с разбивкой на несколько категорий: European Alien Species Information Network (EASIN) [2021], Invasive Species Compendium (CABI) [2021], Terrestrial Invasives [2021], Global Invasive Species Database [2021], Global Biodiversity Information Facility (GBIF) [2021], Invasive and Exotic Species Profiles & State, Regional and National Lists [2021], National Invasive Species Information Center (NISIC) [2021], [Ижевский, 2000; 2002; Дгебуадзе, 2014; Turbelin et al., 2017] и др.

Что касается Армении, то имеются лишь отрывочные данные по некоторым инвазионным насекомым-вредителям открытого грунта – щитовкам, тлям, мухам, жукам [Аветян, Марджанян, 1976; Воронова и др., 2014; Andrianov et al., 2015; Калашян и др., 2017; Kalashian et al., 2019] и инвазионным видам растительноядных клещей [Дилбарян, Кочарян 2006; Дилбарян, 2011]. Так, было показано, что некоторые инвазионные виды: белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum*), тли (*Macrosiphoniella sanborni*), растительноядные клещи (*Cenopalpus mespili*) в Армении зарегистрированы с 1970-х гг. [Аветян, Марджанян, 1976; Дилбарян, Кочарян 2006; 2014]. Учёт видов мошек (Diptera: Simuliidae) Армении, в том числе и инвазионных, с использованием молекулярных подходов (barcode of the *cox1* gene mtDNA), был проведён Андриановым с соавторами [Andrianov et al., 2015]. Жук *Harmonia axyridis* Pall., локально появившийся в Армении сравнительно недавно, стал широко распространяться по северу Республики [Калашян и др., 2017; Kalashian et al., 2019]. Ещё 4 вида насекомых вредителей растений (цитрусовая белокрылка (*Dialeurodes citri*), восточная плодоярка (*Grapholitha molesta* Busck.), картофельная моль (*Phthorimaea oherculella*), южноамериканская томатная моль (*Tuta absoluta* Meyrick)) были зарегистрированы в Армении в течение последних 35 лет по данным А. Никояна с соавторами [2015].

В Армении, согласно документу «Закон Республики Армения. О фитосанитарии» [2014], служба карантина растений должна отслеживать занесение чужеродных вредителей в страну. Так как Армения член Евразийского экономического союза, то 132 вида (насекомые и клещи) являются карантинными для неё. В принципе, карантинная служба в Армении должна отслеживать инвазии чужеродных и карантинных видов вредителей в республику, но, видимо, случается и недостаточный надзор.

В последние десятилетия в Армении стали усиленно строить всевозможные тепличные комплексы, специализирующиеся на выращивании декоративных, овощебахчевых и ягодных культур, в страну стали поступать новые растения, различных видов и сортов, в основном, путём ввоза их из стран Европы (Голландия, Испания, Италия, Польша и др.) и Азии (Иран). И изучению инвазионных вредителей растений из тепличных хозяйств нашей страны должно быть уделено повышенное внимание, что ранее не было сделано.

Все ввозимые растения должны проходить в своих странах обработку против вредителей перед отправкой на экспорт, однако при посещении некоторых тепличных комплексов г. Еревана, специализирующихся на содержании и продаже импортированных декоративных растений, нами были отмечены вредители растений.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение состава как вредителей растений в целом, так и инвазионных видов из некоторых тепличных комплексов г. Еревана.

### Материал и методика

Материал был собран и зафиксирован в весенне-осенний период 2016–2018 гг. в трёх тепличных комплексах (стеклянные теплицы) г. Еревана: «Григ Гарден», «Грин Парадиз» и «Аван», которые специализируются, в основном, на ввозе и продаже различных видов и сортов цветочных, древесных и кустарниковых декоративных культур.

Вредители для определения были собраны в пластиковые боксы вместе с участком

кормового растения. Выявление видового состава вредителей проводили под бинокулярным микроскопом, на препаратах, с использованием определителей следующих авторов: Багдасарян [1957; 1981], Шапошников [1964; 1982], Blackman & Eastop [2006], Дилбарян, Кочарян [2014], Ferguson et al. [2003]; Smith [2009]; Cranshaw [2013], а также интернет-ресурса Influential Points: Aphid identification [2021] и др.

Определение растительноядных клещей (Tetranychidae Donn., Tenuipalpidae Sayed) и клещей семейства Eriophyidae Nal. было проведено специалистом-систематиком К.П. Дилбарян. Определение насекомых групп Aleyrodidae West. и Aphididae Latr. было проведено специалистами-систематиками А.С. Акопян и К.П. Дилбарян. Некоторые виды тлей были любезно определены специалистом-систематиком Ш. Барджадзе.

Во всех тепличных комплексах оценивали видовой состав и сезонную заражённость растений вредителями. Сезонную заражённость растений вредителями оценивали для тлей и растительноядных клещей (Tetranychidae Donn., Tenuipalpidae Sayed).

С целью выявления резистентных популяций вредителей, одни и те же теплицы нами были обследованы по несколько раз за вегетационный сезон, сразу после ввоза новых растений, до и после обработок пестицидами, проводившихся в этих теплицах в профилактических целях.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы MS Excel 2010.

### Полученные результаты

Около 300 видов завезённых растений было обследовано нами в трёх тепличных комплексах г. Еревана. Выявлены группы вредителей, наносящих наибольший ущерб: белокрылки (Aleyrodidae West.), тли (Aphididae Latr.), растительноядные клещи (Tetranychidae Donn., Tenuipalpidae Sayed и Eriophyidae Nal.).

Во всех обследованных тепличных комплексах основу комплекса вредителей составляли растительноядные клещи, тли и белокрылки.

Растительноядные клещи *Tetranychus viennensis* Zacher, 1920, *T. urticae* C. L. Koch, 1836, и *Cenopalpus mespili* Liv. et Mitrofanov, 1967 были обнаружены на следующих цитрусовых растениях *Citrus medica* var. *sarcodactylis* (Hoola Van Nooten) Swingle, 1914, *Citrus paradise* Macfad., *Citrus hystrix* L., *Citrus reticulata* Blanco, 1837. *Tetranychus viennensis* на декоративных садовых розах (*Rosa* spp.).

Клещи из семейства Eriophyidae были обнаружены на листьях декоративных миниатюрных роз (*Rosa* spp.).

Тли были обнаружены, в основном, на декоративных садовых розах (*Rosa* spp.), растениях *Hibiscus rosa-sinensis*, цитрусовых (*Citrus limon* (L.) Osbeck, 1765, *Citrus reticulata* Blanco, 1837), *Chrysanthemum koreanum* (H.Lév. & Vaniot) Nakai, *Bougainvillea spectabilis* Willd и *Prunus persica* (L.) Batsch. Вид *Macrosiphum rosae* Linnaeus, 1758 (розовая и зелёная формы) отмечен на декоративных садовых розах. На растении *Hibiscus rosa-sinensis* был зарегистрирован широко распространённый вид-полифаг *Aphis gossypii* Glover. На цитрусовых растениях *C. limon* и *C. reticulata* было обнаружено по 2 вида тлей – *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 и *Toxoptera citricida* Kirkaldy, 1907. На корейской хризантеме (*Chrysanthemum koreanum*) был отмечен *Macrosiphoniella sanborni* Gillette, 1908. На бугенвиллии *Bougainvillea spectabilis* Willd. – тля *Myzus persicae* Sulzer, 1776.

Тепличной белокрылкой (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856) были поражены следующие растения: *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Pelargonium* spp., *Gerbera* L. 1758.

Из всех изученных нами групп вредителей, из трёх тепличных комплексов г. Еревана, инвазионными оказались виды тлей – *Toxoptera aurantii*, *T. citricida*.

Виды тлей (*Trialeurodes vaporariorum*, *Macrosiphoniella sanborni*) и клещей (*Tetranychus viennensis* и *Cenopalpus mespili*) также были обнаружены на ввезённых растениях, однако, эти виды были зарегистрированы в Армении с 1970-х гг. [Аветян, Марджанян, 1976].

Сезонная динамика численности тлей и растительноядных клещей представлена в Таблице.

**Таблица.** Видовой состав вредителей, обнаруженных в трёх изученных тепличных комплексах г. Еревана

Вид вредителя	Вид растения-хозяина	Теплица	Сезонная динамика заражения растений вредителями (месяцы)
<i>Macrosiphum rosae</i> L.	<i>Rosa</i> spp.	«Григ Гарден»	V, VI (первая половина), IX
		«Грин Парадиз»	
		«Аван»	
* <i>Toxoptera aurantii</i> Boyer de Fonscolombe	<i>C. limon</i> и <i>C. reticulata</i>	«Григ Гарден»	V–VI
* <i>Toxoptera citricida</i> Kirk.	<i>C. limon</i> и <i>C. reticulata</i>	«Григ Гарден»	V–VI
* <i>Macrosiphoniella sanborni</i> Gill.	<i>Chrysanthemum koreanum</i>	«Григ Гарден»	IX, X, XI
		«Грин Парадиз»	
<i>Myzus persicae</i> Sulzer	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd	«Григ Гарден»	IX, X
<i>Aphis gossypii</i> Glover	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L	«Григ Гарден»	V, VI
* <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood, 1856	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L, <i>Pelargonium</i> spp., <i>Gerbera</i> L. 1758	«Григ Гарден»	IV–VI, IX, X
		«Грин Парадиз»	VI–IX
* <i>Tetranychus viennensis</i> Zacher	<i>Rosa</i> spp.	«Григ Гарден»,	V–VI, IX, X
		«Грин Парадиз»,	
		«Аван»	
<i>T. urticae</i> C. L. Koch	<i>Citrus medica</i> var., <i>Citrus paradise</i> , <i>Citrus histrix</i> L., <i>Citrus reticulata</i>	«Григ Гарден»	V–VI, IX, X
* <i>Cenopalpus mespili</i> Liv. et Mitrofanov	<i>Citrus</i> sp.	«Григ Гарден»	V–VI, IX, X
<i>Eriophyoidea</i> sp.	<i>Rosa</i> spp.	«Григ Гарден»	V, VI

Примечание: \* – инвазионные виды.

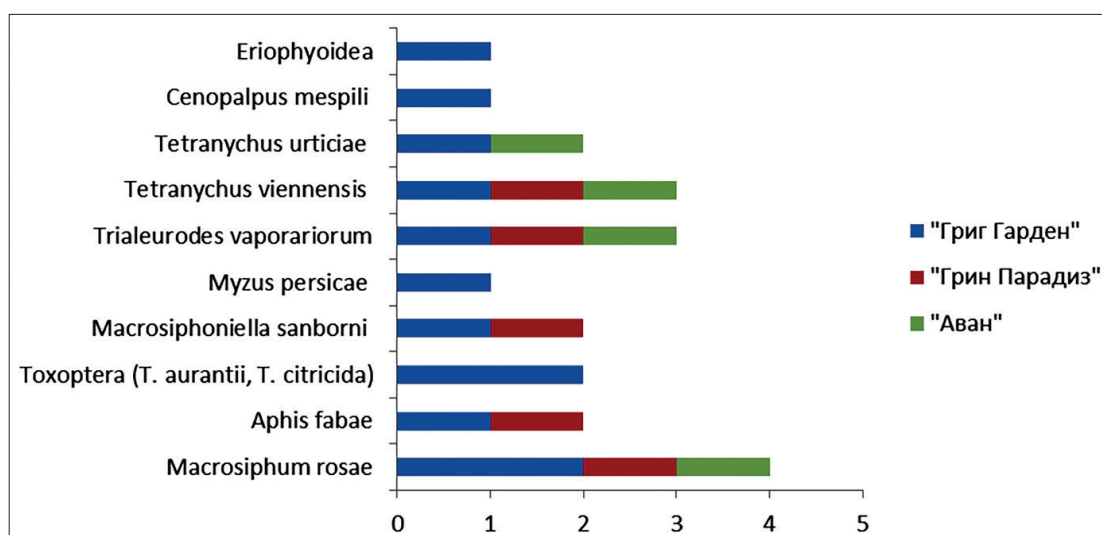
Наибольшей численностью во всех тепличных комплексах, обследованных нами, характеризовались тли и растительноядные клещи (таблица, рисунок). Высокая степень заражения растений вредителями различного видового состава была нами выявлена в тепличных комплексах «Григ Гарден» и «Грин Парадиз».

Для выявления наличия резистентных форм вредителей одни и те же теплицы нами были обследованы по несколько раз за вегетационный сезон: сразу после ввоза новых растений, до и после обработок пестицидами, проводившихся в этих теплицах в профилактических целях. В результате проведенного учёта фитофагов были обнаружены резистентные линии следующих вредителей: *Aphis fabae*, *Macrosiphum rosae*, (розовая и зелёная формы в теплицах «Аван» (к «Фуманус КС»), «Григ Гарден» (к «Атлетик КЭ») и

*Tetranychus viennensis* (в теплицах «Аван» и «Григ Гарден» к «Актелик КЭ»).

### Обсуждение результатов

Фауна инвазионных растительноядных вредителей, повреждающих тепличные и оранжерейные растения, в странах Евразии изучена достаточно хорошо [Березко, 2004; Ижевский, Миронова, 2008; Рак, Литвинова, 2010; Козлова, Моор, 2012; Рак, и др., 2014; Szczepkowski et al., 2014; Сухорученко и др., 2016; Марущак и др., 2018; и др.]. Выявлено, что наиболее широко распространёнными инвазионными видами, наносящими вред декоративным растениям (розы, гвоздика, хризантемы и др.), культивируемым в закрытом грунте, являются – растительноядные клещи, тли, трипсы, минирующая моль, тепличная белокрылка. Большинство из этих вредителей отмечены также и в нашей работе. Видовой



**Рис. 1.** Графическое представление биоразнообразия инвазивных вредителей по каждой из теплиц г. Еревана. По оси абсцисс (ОХ) представлены теплицы, по оси ординат (ОУ) – таксоны.

состав и наличие резистентных популяций вредителей растений на импортируемых из стран Европы и Азии растениях в Армению и содержащихся в условиях закрытого грунта, нами изучены впервые. На обследованных за два года декоративных растениях различных видов из трёх тепличных комплексов Еревана нами выявлено наличие трёх основных групп вредителей: тли (Aphididae Latreille, 1802), белокрылки (Aleyrodidae Westwood, 1840) и растительноядные клещи (Tetranychidae Donnadieu, 1875, Tenuipalpidae Sayed, 1950, Eriophyoidea Nalepa, 1898). Эти виды, скорее всего, попали в Армению с привезённым растительным материалом, так как осмотр растений производился нами сразу после их поступления в тепличные комплексы.

Несмотря на проводимую обработку инсектицидами и акарицидами привезённого растительного материала в теплицах Еревана после его получения, вышеуказанные вредители не были уничтожены полностью и были обнаружены вновь, что может свидетельствовать о возникновении резистентности к этим препаратам в популяциях вышеуказанных вредителей, и, возможно уже при ввозе в нашу страну.

### Заключение

В результате проведённых исследований видового состава вредителей растений в трёх

тепличных комплексах г. Еревана, специализирующихся на завозе, содержании и продаже декоративных пород древесных, кустарниковых и травяных культур было выявлено 6 видов тлей, 3 вида растительноядных клещей, один вид белокрылок. Из общего видового состава вредителей инвазионными оказались: *Toxoptera aurantii*, *T. citricida*. Виды тлей (*Trialeurodes vaporariorum*, *Macrosiphoniella sanborni*) и растительноядных клещей (*Tetranychus viennensis* и *Cenopalpus mespili*) были ввезены в Армению ранее с новыми сортами древесных пород и успешно натурализовались [Аветян, Марджанян, 1976; Дилбарян, 2011; Дилбарян, Кочарян, 2014].

На некоторых видах ввезённых растений при обследовании их сразу после поступления были обнаружены резистентные к инсектицидам и акарицидам популяции/линии следующих вредителей: *Macrosiphum rosae* (розовая и зелёная формы) и *Tetranychus viennensis*.

В связи с этим мы настоятельно рекомендуем всем руководителям теплиц проводить постоянный мониторинг ввозимых в страну растений, особенно на предмет инвазионных видов вредителей, и постоянно использовать новые био-агенты для подавления численности их резистентных популяций.

Данное исследование по инвазионной фауне вредителей растений в тепличных хозяй-

ствах является пилотным и требует дальнейшего продолжения и мониторинга с целью выявления как новых инвазионных видов вредителей растений, так и их резистентных к инсектицидам линий/популяций.

### Благодарности

Авторы глубоко признательны Анжеле Акопян за оказанную помощь при проведении данного исследования и написании настоящей статьи, а также всем руководителям (Ашот Григорян и др.) тепличных комплексов г. Еревана, в которых проводились исследования, за сотрудничество. Особую благодарность авторы выражают Рецензентам за конструктивные замечания.

### Финансирование работы

Исследования проведены при частичной финансовой поддержке гранта № АрмБел-А-п18\_1ф-5 по теме «Генетика популяций насекомых вредителей – оценка состояния и разработка новых методов для регулирования их численности».

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

### Литература

Аветян А.С., Марджанян Г.М. Вредители сельскохозяйственных культур леса и складов Армении. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1976. 832 с.

Багдасарян А.Т. Тетранихонидные клещи (надсемейство Tetranychoidae). Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1957. 162 с.

Багдасарян А.Т. Эриофионидные клещи плодовых деревьев и кустарников Армении. Ереван: Изд-во АН Арм ССР, 1981. 201с.

Березко О.М. Основные вредители роз в закрытом грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2004. № 8. С. 312–315.

Воронова Н.В., Сетракова Е.М., Карагян Г.А., Айвазян А.Э., Буга С.В. Морфометрический анализ тлей *Brachycaudus divaricatae* Shar.(Rhinchota; Aphididae): варьирование значений признаков между аборигенными и инвазивными популяциями // Гродзенскага

дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5: Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. 2014. № 2. С. 136–43.

Дгебуадзе, Ю.Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований. // Российский журнал биологических инвазий. 2014. Т. 7. № 1. С. 2–8.

Дилбарян К.П. Хищные клещи семейства Phytoseiidae Berlese, 1916 Армении (биоразнообразие и меры борьбы с растительноядными клещами): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Ереван, 2011. 32с.

Дилбарян К.П., Кочарян М.А. Фауна клещей плоскотелок (Acariiformes: Tenuipalpidae) Армении // Межд. научн. журн. Известия Армянской с.-х. Академии. 2006. № 2. С. 11–13.

Дилбарян К.П., Кочарян М.А. Клещи –плоскотелки (Acarimorphes: Tenuipalpidae) Армении. Ереван: Гитутюн, 2014. 119с.

Закон Республики Армения «О фитосанитарии» // РА 2014.07.30/41(1054), часть 666, номер АО-140-Н.

Ижевский С.С. Чужеземные вредители растений в СССР // Защита растений. 1990. № 8. С. 30–32.

Ижевский С.С. Новые вредители тепличных растений // Защита растений. 1992. № 12. С. 26–27.

Ижевский С.С. Чужеземные насекомые как биоагрессоры // Экология. 1995. № 2. С. 119–123.

Ижевский С.С. Появление новых вредителей в теплицах // Гавриш. 2000. № 4. С. 24–26.

Ижевский С.С. Проникновение чужеземных растительноядных насекомых на территорию России // Защита и карантин растений. 2002. № 1. С. 28–31.

Ижевский С.С., Миронова М.К. Первые находки эхинотрипса американского *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) на территории России. // Российский журнал биологических инвазий. 2008. № 1. С. 16–19.

Калашян М.Ю., Креджян Т.Л., Карагян Г.А. Божья коровка-арлекин *Harmonia axyridis* Pall. (Coleoptera, Coccinellidae) в Армении // Российский журнал биологических инвазий. 2017. Т. 10. № 3. С. 21–23.

Козлова Е.Г., Моор В.В. Применение *Phytoseiulus persimilis* против паутинового клеща на разных сортах роз. // Защита и карантин растений. 2012. № 12. С. 16–20.

Марущак В.Н., Дорофеева Л.М., Максимов С.А. Опыт борьбы с тепличной белокрылкой на цветочных культурах защищенного грунта // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. Т. 8. № 166. С. 86–89.

Масляков В.Ю., Ижевский С.С. Инвазии растительноядных насекомых в европейскую часть России. М.: ИГРАН, 2011. 272с.

Миронова М.К., Ижевский С.С. Пути инвазий чужеземных насекомых-фитофагов (на примере карантинных видов) // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных видов / Под ред. Ю.Ю. Дгебуадзе и др. М.: МСОП-ИПЭЭ РАН, 2002. С. 62–64.

Никоян А., Хачатрян Г., Овсепян А., Алексанян А. Карантинные вредители – присутствующие в Армении и ожидающие проникновения, а также токсичные со-

- рники: Руководство. Ереван: Государственная служба безопасности пищевых продуктов Министерства сельского хозяйства РА, 2015. 301 с.
- Орлова-Беньковская М.Я. Справочник по чужеродным жесткокрылым европейской части России. Ливны, 2019. 550с.
- Рак Н.С., Литвинова С.В. Миграция и акклиматизация вредных организмов при интродукции растений в оранжереях Крайнего Севера России. // *Hortus botanicus*. 2010. № 5. С. 1–5.
- Рак Н.С., Литвинова С.В., Жиров В.К. Биологический метод защиты растений от вредителей в оранжереях полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН // *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2014. № 3. С. 56–61.
- Селиховкин А.В., Дренкхан Р., Мандельштам М.Ю., Мусолин Д.Л. Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*. 2020. Т. 65. № 2. С. 263–283.
- Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Кудряшова Л. Ю. Американский трипс (*Echinothrips americanus* Morgan) – новый адвентивный вредитель культур защищенного грунта в России // *Вестник Защиты Растений*. 2016. № 19. 96 с.
- Чужеродные виды на территории России (Электронный ресурс) // (<http://www.sevin.ru/invasive/index.html>). Проверено 30.07.2021.
- Шапошников Г.Х. Подотряд Aphidinea – Тли // *Определитель насекомых европейской части СССР*. М.: Наука, 1964. Т. 1. С. 489–616.
- Шапошников Г.Х. Подотряд тли – Aphidoidea // *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей овощных культур и картофеля в СССР*. Л.: Колос, 1982. С. 50–57.
- Andrianov B.V., Goryacheva I.I., Vlasov S.V., Gorelova T.V., Harutyunova M.V., Harutyunova K.V., Mayilyan K.R., Zakharov I.A. Identification of potentially invasive species of black flies (Diptera: Simuliidae) from Armenia based on an analysis of variability in the mtDNA barcode of the cox1 gene and chromosomal polymorphism // *Russian Journal of Genetics*. 2015. Vol. 51. No. 3. P. 289–299.
- Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. J. Wiley & Sons, Chichester, UK. 2006. Vs. 1 & 2.
- Boubou A., Migeon A., Roderick G.K., Auger P., Cornuet J.M., Magalhaes S., Navajas M. Test of colonisation scenarios reveals complex invasion history of the red tomato spider mite *Tetranychus evansi* // *PLoS One*. 2012. Vol. 7. No. 4. P. e35601.
- Cranshaw W.S. Greenhouse Whitefly". Colorado State University. USA. 2013. Fact Sheet No. 5. 587p.
- Dara S. K., Barringer L., Arthurs S.P. *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae): A new invasive pest in the United States // *J. Integ. Pest Mngmt*. 2015. Vol. 6. No. 1. P. 20
- European Alien Species Information Network (EASIN) // (<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>). Date accessed 5.08.2021.
- Ferguson G, Murphy G, Shipp L. Management of whiteflies in greenhouse crops – factsheet. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2003 // (<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/03-067.htm>). Date accessed Jan. 2010.
- Global Invasive Species Database // (<http://www.issg.org/database/species>). Date accessed 05.08.2021.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF) // (<https://www.gbif.org/what-is-gbif>). Date accessed 05.08.2021.
- Grapputo A., Boman S., Lindstroem L., Lyytinen A., Mappes J. The voyage of an invasive species across continents: genetic diversity of North American and European Colorado potato beetle populations // *Molecular ecology*. 2005. Vol. 14. No. 14. P. 4207–4219.
- Hodel Donald R., Arakelian G., Ohara L.M., Wilen C., Dara S.K. The Ficus leaf-rolling psyllid. A new pest of *Ficus microcarpa* // *PalmArbor* 2016. 2016-2: P. 1–9.
- Influential Points: Aphid identification // (<https://influentialpoints.com>). Date accessed 31.07.2021.
- Invasive and Exotic Species Profiles & State, Regional and National Lists // (<https://www.invasive.org/species.cfm>). Date accessed 05.08.2021.
- Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International // ([www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc)). Date accessed 5.08.2021.
- Kalashian M.Yu, Ghrejan T.L., Karagyan G.H. Expansion of Harlequin Ladybird *Harmonia axyridis* Pall. (Coleoptera, Coccinellidae) in Armenia // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 153–156.
- La Salle J., Arakelian G., Garrison R. W., Gates M.W. A new species of invasive gall wasp (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae) on blue gum (*Eucalyptus globulus*) in California // *Zootaxa*. 2009. Vol. 2121. No. 1. P. 35–43.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., Poorter M.De. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. Auckland: Invasive Species Specialist Group, 2000. Vol. 12.
- National Invasive Species Information Center (NISIC) // (<https://www.invasivespeciesinfo.gov>). Date accessed 05.08.2021.
- Peacock L., Worner S. Using analogous climates and global insect distribution data to identify potential sources of new invasive insect pests in New Zealand // *New Zealand Journal of Zoology*. 2006. Vol. 33. No. 2. P. 141–145.
- Roques A., Rabitsch W., Rasplus J.Y., Lopez-Vaamonde C., Nentwig W., Kenis M. Alien terrestrial invertebrates of Europe // *Handbook of alien species in Europe*. Dordrecht: Springer, 2009. 63–79 pp.
- Roques A., Auger-Rozenberg M.A., Blackburn T.M., Garnas J., Pyšek P., Rabitsch W., Richardson D.M., Wingfield M.J., Liebhold A.M., Duncan R.P. Temporal and inter-specific variation in rates of spread for insect species invading Europe during the last 200 years // *Biological Invasions*. 2016. Vol. 18. No. 4. P. 907–920.
- Smith P.E. Edited by Whitefly: identification and biology // *New Zealand greenhouse tomato crops*. 2009. P. 1–8.
- Szczepkowski A., Gierczyk B. Kujawa A. Greenhouses of botanical gardens as a habitat of alien and native macrofungi: a case study in Poland // *Open Life Sciences*. 2014. Vol. 9. No. 8. P. 777–795.

Terrestrial Invasives // (<https://www.invasivespeciesinfo.gov/terrestrial-invasives>). Date accessed 5.08.2021.  
Turbelin A.J., Malamud B.D., Francis R.A. Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion

and policy responses // *Global Ecology and Biogeography*. 2017. Vol. 26. No. 1. P. 78–92.  
Yan X., Zhenyu L., Gregg W.P., Dianmo L. Invasive species in China – an overview // *Biodiversity & Conservation*. 2001. Vol. 10. No. 8. P. 1317–1341.

## INVASIVE PESTS DETECTED IN SOME GREENHOUSES OF YEREVAN CITY

© 2021 Dilbaryan K.P.\*, Ghazaryan L.A.\*\*\*, Stepanyan I.E.\*\*\*, Khachatryan A.G.\*\*\*\*

Scientific Center of Zoology and Hydroecology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Yerevan 0014, Armenia;

e-mail: \*[kdilbaryan@yahoo.com](mailto:kdilbaryan@yahoo.com); \*\*[lusineghazaryan24@gmail.com](mailto:lusineghazaryan24@gmail.com); \*\*\*[ilonastepanyan37@gmail.com](mailto:ilonastepanyan37@gmail.com); \*\*\*\* [hasoika@yahoo.com](mailto:hasoika@yahoo.com)

The following invasive species: *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, *Toxoptera citricida* Kirkaldy, *Macrosiphoniteella sanborni* Latr, *Toxoptera*, *Macrosiphoniella* Del Guercio), *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Aleyrodidae West., *Trialeurodes* Cockerell), *Tetranychus viennensis* Zacher (Tetranychidae Donn, *Tetranychus* Dufour), and *Cenopalpus mespili* Lufour. et Mitrofanov (Tenuipalpidae Sayed, *Cenopalpus* Pritchard & Baker) were identified during studying of the pest fauna of three greenhouse complexes (“Grig Garden”, “Green Paradise” and “Avan”) in Yerevan which are specialized on the cultivation of ornamental plants. Insecticide and acaricide resistant lines of *Tetranychus viennensis* and *Macrosiphum rosae* were found in two greenhouse complexes.

**Keywords:** pests, greenhouses, aphid, whitefly, herbivorous mites, invasive species, biological control.



# ПОПУЛЯЦИИ ИНВАЗИОННОГО ВИДА АЗИАТСКОЙ БОЖЬЕЙ КОРОВКИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2021 Захаров И.А.

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва 119333, Россия;  
e-mail: [iaz34@mail.ru](mailto:iaz34@mail.ru)

Поступила в редакцию 26.11.2019. После доработки 07.08.2021. Принята к публикации 16.08.2021

Описан состав популяций инвазионного вида *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) из Калининграда, Москвы и Ростовской области. Выявлено различие в составе популяций по частоте морф, различающихся по окраске надкрыльев.

**Ключевые слова:** *Harmonia axyridis*, инвазионные виды.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-15-17

## Введение

Азиатская божья коровка *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) с 2000 г. стремительно распространилась по всей Западной Европе [Андрианов и др., 2018]. В 2010 г. было зафиксировано массовое размножение *H. axyridis* в Калининграде [Zakharov et al., 2011], а с 2011–2013 гг. инвазионные популяции этого вида освоили Черноморское побережье Краснодарского края и Крымский п-ов [Андрианов и др., 2018].

В настоящем сообщении описаны популяции *Harmonia axyridis* из областей Европейской части России с умеренным климатом – из Калининграда, Москвы и Ростовской области.

## Материалы и методы

В Калининграде сборы *H. axyridis* проводили на липах, растущих на улицах в центре и в южной части города. В Москве жуки были собраны в пределах северной части Южного округа (Донской и Даниловский районы) на липах, в Ростове-на-Дону – на деревьях на территории Ботанического сада, в Ростовской области – в посёлке Недвиговка (20 км к западу от Ростова), на сорных растениях. Собирали жуков на стадии имаго. Собранные образцы сохраняются в лаборатории генетики насекомых ИОГен РАН. По окраске и рисунку на надкрыльях жуков разделяли на

морфы *succinea* (красных или жёлтых, с варьирующим числом чёрных точек), *spectabilis* (чёрных с четырьмя красными пятнами), *conspicua* (чёрных, с двумя красными пятнами). При обработке результатов были использованы общепринятые статистические методы.

## Результаты и обсуждение

В 2019 г. *H. axyridis* были собраны в Калининграде, Ростове-на-Дону и в окрестностях последнего, а осенью 2020 г. – в Москве. Жуки были разделены на морфы, их численность представлена в таблице.

Как видно, изученные популяции статистически значимо различаются по доле чёрных особей (морфы *spectabilis* и *conspicua*). Ранее нами была изучена наиболее северная из западноевропейских популяций в Норвегии (г. Осло). В ней также был низкий процент чёрных особей (таблица). Приведённые данные говорят о дифференциации инвазионных популяций и о накоплении чёрных форм в южной части распространения *H. axyridis*.

*H. axyridis* является высоко конкурентным видом, который на новых освоенных им территориях угнетает другие виды кокциnellид, конкурируя с ними за пищевые ресурсы и поедая яйца и личинок других божьих коровок [Brown et al., 2008; Roy, Brown, 2015]. В этой связи отметим, что при сборе *H. axyridis* в Ка-

**Таблица.** Состав популяций *Harmonia axyridis* Калининграда, Москвы, Ростова-на Дону, Ростовской области и (для сравнения) г. Осло, Норвегия.

Место сбора, координаты, с. ш. / в.д.	Время сбора	Численность			Всего	Чёрных, %	Б/п, %
		con	spec	succ (б/п)			
Калининград 54.71° / 20.51°	20–24.08. 2019	1	1	189 (8)	191	1.0 ± 0.72	4.2 ± 1.45
Москва 55.61 / 37.68	09.2020	1	10	73 (1)	84	13.1 ± 3.68	1.2 ± 1.19
Ростов-на-Дону, Ботанический сад 47.22° / 39.72°	5.10.2019	4	5	60 (7)	69	13.0 ± 4.05	10.1 ± 3.63
пос. Недвиговка, Ростовская обл. 47.26° / 39.35°	7.10.2019	2	7	62 (7)	71	12.7 ± 3.95	9.9 ± 3.54
Ростов и Ростовская обл., всего	5–7.10.2019	6	12	122 (14)	140	12.9 ± 2.83	10.0 ± 2.53
Осло, Норвегия 59.91° / 10.73°	18–19.07. 2017	1	6	131 (5)	138	5.1 ± 1.87	3.6 ± 1.59

*Примечание:* con – conspiciua, spec – spectabilis, succ – succinea., б/п – без пятен.

лининграде нами не было найдено ни одной особи *Adalia bipunctata* (оба вида занимают одну экологическую нишу), хотя в 1990-е гг. и в 2008 г. (до появления *H. axyridis*) этот вид был здесь многочисленным. В Москве в 2020 г. на одних и тех же деревьях адалии встречались чаще, чем *H. axyridis*.

Таким образом, инвазионный вид *H. axyridis* проникает в Европейскую часть России как с юга, так и с северо-запада, в последнем случае через Белоруссию и Латвию, которые он ранее освоил [Barševskis, 2009; Круглова, 2015]. Можно ожидать дальнейшего распространения азиатской божьей коровки по территории Европейской части России вплоть до Урала и объединения северо-западного и южного путей инвазии. Генофонды северных и южных популяций, как показано выше, различаются, вероятно, в результате адаптации к разным эколого-климатическим условиям, а также дрейфа генов. Последнее вероятно, поскольку заселение новых территорий может происходить при миграции небольшого числа особей. При встрече северо-западного и южного потоков инвазии будет происходить скрещивание особей разного происхождения, что может приводить к гетерозисным эффектам и повышению жизнеспособности.

### Благодарности

Автор благодарит Д.Е. Романова, предоставившего сборы *H. axyridis* в Ростове-на-Дону и окрестностях, и Д.А. Романова за помощь в оформлении статьи.

### Финансирование работы

Анализ данных по распространению вида и подготовка рукописи выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 16-16-00079-П).

### Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

### Литература

- Андрианов Б.В., Блехман А.В., Горячева И.И., Захаров-Гезехус И.А., Романов Д.А. Азиатская божья коровка *Harmonia axyridis*: глобальная инвазия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 143 с.  
Круглова О.Ю. Фенооблик формирующихся в Республике Беларусь группировок инвазийного вида божьих коровок *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera,

- Coccinellidae) // Труды Белорусского государственного университета. 2015. Т. 10, вып. 1. С. 327–335.
- Barševskis A. Multicoloured Asian lady beetle (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) (Coleoptera: Coccinellidae) for the first time in the fauna of Latvia // Baltic Journal of Coleopterology. 2009. Vol. 9. Is. 2. P. 135–138.
- Brown P.M.J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hägg T., Kenis M., Klausnitzer B.E.M., Kovář I., Loomans A.J.M., Majerus M.E.N., Nedvéd O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H.E., Ternois V., Zakharov I.A., Roy D.B. *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid // BioControl. 2008. Vol. 53. Is. 1. P. 5–21. DOI: 10.1007/s10526-007-9132-y
- Roy H.E., Brown P.M.J. Ten years of invasion: *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Britain // Ecological Entomology. 2015. Vol. 40. Is. 4. P. 336–348. DOI: 10.1111/een.12203
- Zakharov I.A., Goryacheva I.I., Suvorov A. Mitochondrial DNA polymorphism in invasive and native populations of *Harmonia axyridis* // European Journal of Environmental Sciences. 2011. Vol. 1. Is. 1. P. 15–18.

## POPULATIONS OF INVASIVE SPECIES – ASIAN LADYBIRD – IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

© 2021 Zakharov I.A.

Vavilov Institute of General Genetics of the RAS, Moscow 119333, Russia;  
e-mail: iaz34@mail.ru

The composition of populations of invasive species *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) from Kaliningrad, Moscow and Rostov-on-Don was described. A difference in the composition of the southern and northwestern populations by the frequency of morphs, differing in the color of the elytra, was revealed.

**Keywords:** *Harmonia axyridis*, invasive species.

## О ПОИМКЕ МИКИЖИ *PARASALMO MYKISS* НА ОСТРОВЕ САХАЛИН

© 2021 Кириллова Е.А.<sup>а, \*</sup>, Кузищин К.В.<sup>а, b, \*\*</sup>, Груздева М.А.<sup>b, \*\*\*</sup>,  
Махров А.А.<sup>а, \*\*\*\*</sup>, Артамонова В.С.<sup>а, \*\*\*\*\*</sup>, Кириллов П.И.<sup>а, \*\*\*\*\*</sup>,  
Балашов Д.А.<sup>с, \*\*\*\*\*</sup>, Виноградов Е.В.<sup>с, \*\*\*\*\*</sup>

<sup>а</sup> Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, Москва 119071, Россия;

<sup>б</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва 119234, Россия;

<sup>с</sup> Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),  
п. Рыбное, Московская обл. 141821, Россия;

e-mail: \*[ekirillova@sevin.ru](mailto:ekirillova@sevin.ru); \*\*[kk\\_office@mail.ru](mailto:kk_office@mail.ru); \*\*\*[mg\\_office@mail.ru](mailto:mg_office@mail.ru); \*\*\*\*[makhrov12@mail.ru](mailto:makhrov12@mail.ru);  
\*\*\*\*\*[valar12@mail.ru](mailto:valar12@mail.ru); \*\*\*\*\*[pkirillov@sevin.ru](mailto:pkirillov@sevin.ru); \*\*\*\*\*[balashoff@gmail.com](mailto:balashoff@gmail.com); \*\*\*\*\*[vinogradus11@gmail.com](mailto:vinogradus11@gmail.com)

Поступила в редакцию 22.01.2021. После доработки 07.08.2021. Принята к публикации 16.08.2021

Сообщается о поимке половозрелой микижи 23.10.2018 г. в р. Лангери (Смирныховский район, северо-восточное побережье о. Сахалин) – вне нативного ареала на Дальнем Востоке России. Представлена морфологическая характеристика пойманной особи, определён её возрастной класс – 5.0+. Видовая принадлежность рыбы подтверждена генетическим методом.

**Ключевые слова:** микижа, *Parasalmo (Oncorhynchus) mykiss*, ареал, инвазия, Сахалин.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-18-23

### Введение

Микижа *Parasalmo mykiss* (Walbaum), обитающая по обе стороны Тихого океана, на азиатском побережье Северной Пацифики имеет ограниченный ареал, приуроченный, в основном, к водоёмам Камчатки. Краевые реликтовые пресноводные популяции известны на о. Большой Шантар в юго-западной части Охотского моря [Савваитова и др., 1973; Алексеев, Свириденко, 1985; Павлов и др., 2001; Груздева и др., 2015].

Упоминания о поимках микижи за пределами нативного ареала относятся к единичным экземплярам, пойманным рыбаками-любителями в приустьевой зоне рек. Достоверных данных о существовании естественных самовоспроизводящихся популяций вида в азиатской части ареала, за пределами Камчатки и Шантарских островов, нам обнаружить не удалось. Однако, в литературе имеются указания на то, что в начале – середине XX в. микижа встречалась в некоторых реках материкового побережья Охотского моря [Слюнин, 1900; Берг, 1948]. Описан случай поимки проходной микижи в лимане

Амура [Кагановский, 1949]. С конца 1990-х гг. всё чаще стали появляться сведения о поимках микижи на юге Дальнего Востока России – в приустьевых участках рек Приморья и Хабаровского края [Золотухин, Романов, 1998; Золотухин, 2002; Барабанщиков, 2014; Антонов, Костомарова, 2019; Дуленин, Козлова, 2019; Антонов и др., 2020]. По сведениям сахалинских СМИ и рыбаков-любителей (на тематических форумах и в личных сообщениях), начиная с 2018 г. микижу единично отлавливали в реках южного, юго-западного и северо-восточного побережий о. Сахалин. Однако до настоящего времени научного подтверждения эти сведения не имели.

Цель настоящей работы: представить достоверные данные о поимке микижи на о. Сахалин.

### Материал и методика

Нами изучен образец кожи с одиннадцатью чешуями, полученный от рыбы, пойманной 23.10.2018 г. на спиннинг в р. Лангери (Смирныховский район, северо-восточное побережье о. Сахалин) в 10 км (50°23'32.5"

с. ш. 143°41'52.3" в. д.) от устья, и зафиксированный в кристаллической поваренной соли на месте поимки. Отбор и фиксацию материала, следуя указаниям авторов статьи, проводил поймавший эту особь рыболов-любитель К.В. Ким. Чешуя была проанализирована в соответствии с методиками, описанными в работах Кузищина с соавторами [1999] и Павлова с соавторами [2001].

Биологический материал был использован также для подтверждения видовой принадлежности особи генетическим методом: проведён анализ частичной нуклеотидной последовательности митохондриального гена *COI* (так называемый баркодинг) по ранее описанной методике [Артамонова и др., 2018]. В качестве контроля дополнительно были секвенированы аналогичные последовательности пяти особей из природной популяции микижи р. Быстрая (бассейн р. Большая, западное побережье п-ова Камчатка), пойманных в мае 2019 г. Образцы ткани (фрагменты жировых плавников) этих рыб были фиксированы этанолом в соотношении 1:5.

По фотографиям, предоставленным К.В. Кимом, описан внешний вид рыбы и сделана оценка длины её тела по Смитту (*FL*) с точностью до 5 см. Состояние гонад этой особи охарактеризованы рыболовом.

### Результаты

Впервые случай поимки микижи на о. Сахалин (северо-восточное побережье) подтверждён фактическим материалом. Пойманная особь была относительно крупной – *FL* 55–60 см. Высота тела составляла около 19–20% *FL*. Спина рыбы была серой, с хорошо выраженным контрастным переходом на серебристые бока. На верхней части головы и спине имелось множество чёрных пятен, преимущественно правильной формы, простиравшихся до основания хвостового плавника. Бока тела тусклого серебристого цвета; брюхо светлое, но не белое. Жировой плавник без тёмной каймы, но с контрастными чёрными пятнами. Голова закруглённая, жаберные крышки розовые. По бокам тела хорошо выражена продольная светло-розовая полоса. Брюшной и анальный плавники светло-ро-

зовые, их вершины окрашены в белый цвет. По сообщению рыболова, поймавшего эту рыбу, особь была самкой. Мелкая икра имела яркую красно-оранжевую окраску. Исходя из этих данных, стадию зрелости особи можно оценить как III.

Для определения возраста были пригодными только три чешуи. Их анализ показал, что полный возраст микижи из р. Лангери составляет 5+ (рисунок). В 1-й годовой зоне было в среднем 7.3 (7–8) склеритов; во 2-й годовой зоне – 8.3 (8–9), в 3-й годовой зоне – 10.0 (на всех трёх чешуях было по 10 склеритов); в 4-й годовой зоне – 10.3 (10–11) склеритов; в 5-й годовой зоне – 12.3 (12–13) склеритов. В 1–5-й годовых зонах склериты суженные, ровные, неизломанные. Зона прироста текущего года сформирована 4 полными и 1 незамкнутым склеритом, все они изломанные, местами прерывистые; межсклеритное расстояние не менее, чем в 2 раза превышает таковое в каждой из предыдущих годовых зон.

Частичная последовательность митохондриального гена *COI* микижи, пойманной в р. Лангери, оказалась полностью идентичной соответствующей последовательности рыб из бассейна р. Большая (Камчатка), которые были взяты в качестве контроля (последовательности всех пяти изученных рыб из этой

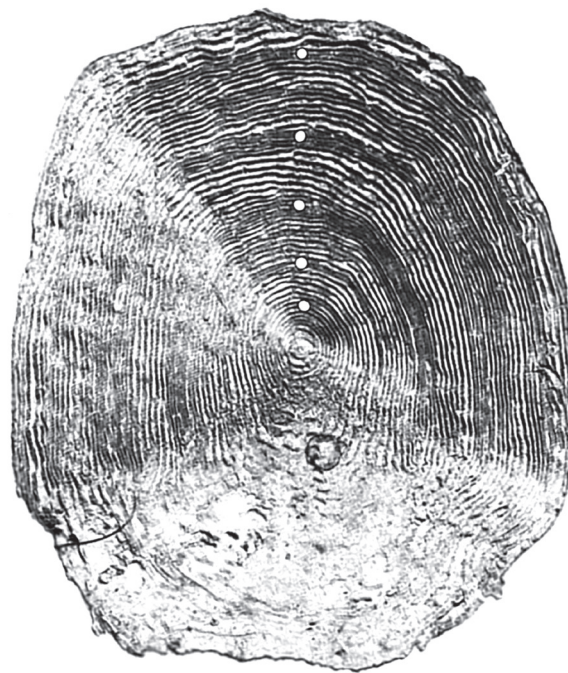


Рис. Чешуя микижи *Parasalmo mykiss* из р. Лангери, о. Сахалин. Точками обозначены годовые кольца.

популяции также оказались полностью идентичными). Данный вариант последовательности широко распространён у культивируемой в России радужной форели различных пород, ведущих своё происхождение от производителей из Калифорнии (последовательности из базы данных Genbank [2021] №№ MG951595, MG951596, MG951597). Этот же вариант последовательности (MG951594) встретился нам ранее у двух особей радужной форели, сбежавших из садков, и отловленных нами в октябре 2012 г. в р. Тао (бассейн Хуанхэ, провинция Ганьсу, КНР) [Артамонова и др., 2018]. Более того, этот гаплотип встречается у рыб Аляски (DQ288270), Канады (KX145060, KX145451), а также у радужной форели, разводимой в Японии (GU207327). По этой причине определить популяционную принадлежность особи, выловленной в р. Лангери, не удалось.

### Обсуждение

Микижа, пойманная в р. Лангери, по окраске отличается от речной микижи и сходна с эстуарной и с проходной микижей из рек западной Камчатки, описанной в работах [Павлов, Кузицин, 1999; Павлов и др., 2001], серебристой окраской бока и слабо выраженной розовой полосой на боку.

По числу и форме склеритов в 1–5-й годовых зонах чешуя экземпляра микижи из р. Лангери в целом соответствует структуре чешуи эстуарной и речной-эстуарной микижи Камчатки и Шантарских островов [Кузицин и др., 1999; Павлов, Кузицин, 1999; Павлов и др., 2001; Груздева и др., 2015], но в краевой зоне на чешуе микижи из р. Лангери число склеритов существенно меньше, чем это установлено для эстуарной и речной-эстуарной микижи Камчатки, где зона, соответствующая эстуарному периоду жизненного цикла, сформирована 12–18 склеритами [Павлов и др., 2001]. Однако, факт нагула изученной нами особи в море налицо, её дифференцированный возрастной класс можно описать как 5.0+. Обозначение 5.0+ означает, что данная особь провела в реке 5 полных лет и менее одного года (0+) в море. Такие особи встречаются практически во всех популяциях микижи, обитающих в реках Западной Камчатки

от р. Воямполка на севере до р. Опала на юге [Павлов и др., 2001; Кузицин, 2010; Kendall et al., 2015], а также выявлены в шантарских популяциях вида [Груздева и др., 2015].

В составе локальных популяций микижи зачастую симпатрично обитают особи с разными типами жизненной стратегии [Павлов и др., 2001; Behnke, 2002]. При этом структура популяций претерпевает краткосрочные и долгосрочные изменения под влиянием факторов внешней среды [Савваитова и др., 2003; Павлов и др., 2016], поскольку микижа обладает высокой экологической пластичностью, которая обеспечивает существование вида в динамично меняющихся условиях среды обитания [Behnke, 2002; Sloat et al., 2014]. Известно, что в результате масштабной интродукции микижа получила широкое распространение и стала образовывать самовоспроизводящиеся популяции далеко за пределами нативного ареала [MacCrimmon, 1971].

На основании неоднократных сообщений рыболовов-любителей, ранее подтверждённых лишь фото- и видеоматериалами, можно констатировать, что в последние годы поимки микижи в реках о. Сахалин приобрели регулярный характер. Все они относятся к южной части о. Сахалин (от 50° с. ш. и ниже) и приходятся на сентябрь-октябрь. Эти поимки, без сомнения, являются показателем происходящих изменений в морских и пресноводных экосистемах. Учитывая, что микижа – один из наиболее агрессивных инвазивных видов лососёвых рыб, активно внедряющихся в водные экосистемы и перестраивающих их [Crowl et al., 1992; Lowe et al., 2000; Hitt et al., 2003], случаи её обнаружения вне нативного ареала позволяют получить представление о процессах, приводящих к расширению ареала вида. Мы предполагаем, что основной предпосылкой для распространения микижи на юге Дальнего Востока стали крупномасштабные климатические изменения в Северной Пацифике.

Известно, что микижа (радужная форель), вселившаяся в новые водоёмы, может негативно влиять на местные виды рыб [Kitano, 2004; Hasegawa et al., 2010; Hasegawa, 2020], однако в ряде случаев натурализовавшаяся радужная форель со временем становилась

ценным эксплуатируемым объектом водных биоресурсов [MacCrimmon, 1971; Crowl et al., 1992; Pascual et al., 2001; Cambray, 2003; Riva Rossi et al., 2004]. Таким образом, выявленные случаи поимки (подтверждённый и неподтверждённые) и, следовательно, вероятность натурализации микижи в реках о. Сахалин требуют пристального внимания и ведения мониторинга состояния ихтиофауны и водоёмов региона.

### Благодарности

Авторы выражают признательность К.В. Киму – рыболову-любителю, поймавшему микижу в р. Лангери, за предоставление биологического материала и важные пояснения относительно обстоятельств поимки и морфологических показателей данной особи; В.В. Смирнову (председателю правления НКО «Ассоциация устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина») за содействие в предоставлении информации и материала и К.Ю. Тузюку (заместителю директора ООО «Плавник» до 2019 г.) за доставку образцов в Москву.

### Финансирование работы

Анализ материала и подготовка публикации выполнены за счёт гранта РФФИ № 19-14-00015 «Механизмы миграционного поведения рыб и рыбообразных в речных системах. Роль экологических и физиологических факторов». Генетические исследования контрольных выборок проведены в рамках гранта РФФИ № 20-54-53003 ГФЕН.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

### Литература

Алексеев С.С., Свириденко М.А. Ми́кижа *Salmo mykiss* Walbaum (Salmonidae) Шантарских островов // Вопросы ихтиологии. 1985. Т. 24, вып. 1. С. 68–73.

- Антонов А.Л., Костомарова И.В. Ми́кижа *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) у границ Ботчинского заповедника: инвазия или новые данные об ареале? // Амурский зоологический журнал. 2019. Т. 11. № 4. С. 340–347.
- Антонов А.Л., Кузищин К.В., Костомарова И.В. Находки ми́кижи *Parasalmo mykiss* на юге Дальнего Востока: к вопросу об ареале вида в азиатской части Северной Пацифики // Вопросы ихтиологии. 2020. Т. 60. № 5. С. 597–602.
- Артамонова В.С., Колмакова О.В., Кириллова Е.А., Махров А.А. Филогения лососевидных рыб (Salmonoidei) по данным анализа митохондриального гена COI (баркодинг) // Сибирский экологический журнал. 2018. Т. 25. № 3. С. 293–310. (Artamonova V.S., Kolmakova O.V., Kirillova E.A., Makhrov A.A. Phylogeny of salmonoid fishes (Salmonoidei) based on mtDNA COI gene sequences (barcoding) // Contemporary Problems of Ecology. 2018. Vol. 11. No. 3. p. 271–285.)
- Барабанщиков Е.И. О поимках ми́кижи *Parasalmo mykiss* на юге Приморского края // Бюллетень № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. С. 188–190.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 1. 466 с.
- Груздева М.А., Пичугин М.Ю., Кузищин К.В. и др. Ми́кижа *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) (Salmoniformes: Salmonidae) Шантарских островов: структура популяций, фенетическое и генетическое разнообразие // Биология моря. 2015. Т. 41. № 6. С. 403–417.
- Дуленин А.А., Козлова Т.В. Представители сем. Salmonidae реки Ботчи: современное состояние ресурсов и возможности промысла // Бюллетень № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2019. С. 155–166.
- Золотухин С.Ф. Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности // Известия ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 800–818.
- Золотухин С.Ф., Романов Н.С. Случай поимки тихоокеанской форели *Parasalmo mykiss* в Японском море в экономической зоне России // Вопросы ихтиологии. 1998. Т. 38. № 3. С. 418–419.
- Кагановский А.Г. О нахождении сёмги (*Salmo penshinensis* Pallas) в Амурском лимане // Известия ТИНРО. 1949. Т. 31. С. 200–201.
- Кузищин К.В. Формирование и адаптивное значение внутривидового экологического разнообразия у лососёвых рыб (семейство Salmonidae): Автореф. дис. ... доктора биологических наук. М.: МГУ, 2010. 49 с.
- Кузищин К.В., Савваитова К.А., Груздева М.А. Структура чешуи как критерий дифференциации локальных популяций ми́кижи *Parasalmo mykiss* из рек западной Камчатки и Северной Америки // Вопросы ихтиологии. 1999. Т. 39. № 6. С. 809–818.
- Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А. и др. Состояние биоразнообразия лососёвых рыб и рыбообразных и среды их обитания в бассейне реки Утхолок. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. 197 с.

- Павлов С.Д., Кузищин К.В. Морфобиологические и генетические особенности микижи *Parasalmo mykiss* из реки Воямполки (западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. 1999. Т. 39. № 6. С. 748–760.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузищин К.В. и др. Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. М.: Научный мир, 2001. 200 с.
- Савваитова К.А., Кузищин К.В., Груздева М.А. и др. Долгосрочные и краткосрочные изменения структуры популяций камчатской микижи *Parasalmo mykiss* из рек западной Камчатки // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43. № 6. С. 789–800.
- Савваитова К.А., Максимов В.А., Мина М.В. и др. Камчатские благородные лососи (систематика, экология, перспективы использования как объекта форелеводства и акклиматизации). Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. 120 с.
- Слюнин Н.В. Охотско-Камчатский край: Естественно-историческое описание: В 2 т. / Сост. д-р Н.В. Слюнин. СПб.: Изд. Мин. Финансов; тип. А.С. Суворина, 1900. Т. 1. 690 с.
- Behnke R.J. Trout and Salmon of North America. New York: Free Press, 2002. 359 p.
- Cambrey J.A. The global impact of alien trout species – a review; with reference to their impact in South Africa // African Journal of Aquatic Science. 2003. Vol. 28. P. 61–67. DOI:10.2989/16085914.2003.9626601.
- Crowl T.A., Townsend C.R., McIntosh A.R. The impact of introduced Brown and Rainbow trout on native fish: the case of Australasia // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 1992. Vol. 2. P. 217–241. DOI:10.1007/BF00045038.
- Genbank Overview (Электронный ресурс) // (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). Проверено 07.01.2021.
- Hasegawa K. Invasions of rainbow trout and brown trout in Japan: A comparison of invasiveness and impact on native species // Ecology of Freshwater Fish. 2020. Vol. 29. No. 3. P. 419–428. DOI:10.1111/eff.12534.
- Hasegawa K., Yamamoto T., Kitanishi S. Habitat niche separation of the nonnative rainbow trout and native masu salmon in the Atsuta River, Hokkaido, Japan // Fisheries Science. 2010. Vol. 76. P. 251–256. DOI:10.1007/s12562-009-0210-1.
- Hitt N.P., Frissell C.A., Muhlfeld C.C., Allendorf F.W. Spread of hybridization between native Westslope Cutthroat Trout, *Oncorhynchus clarki lewisi*, and nonnative Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2003. Vol. 60. P. 1440–1451. DOI:10.1139/F03-125.
- Kendall N.W., McMillan J.R., Sloat M.R. et al. Anadromy and residency in steelhead and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: a review of the processes and patterns // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2015. Vol. 72. No. 3. P. 319–342. DOI:10.1139/cjfas-2014-0192.
- Kitano S. Ecological impacts of rainbow, brown and brook trout in Japanese inland waters // Global Environmental Research. 2004. Vol. 8. No. 1. P. 41–50.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). First published as special lift-out in Aliens 12, December 2000. Auckland, NZ: ISSG, 2000. Updated and reprinted version: November 2004. 12 p. [<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126.pdf>].
- MacCrimmon H.R. World distribution of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1971. Vol. 28. P. 663–704.
- Pascual M., Bentzen P., Riva Rossi C.M. et al. First documented case of anadromy in a population of introduced rainbow trout in Patagonia, Argentina // Transactions of the American Fisheries Society. 2001. Vol. 130. P. 53–67. DOI:10.1577/1548-8659(2001)130<0053:FD-COAI>2.0.CO;2.
- Riva Rossi C.M., Lessa E.P., Pascual M.A. The origin of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Santa Cruz River, Patagonia, Argentina as inferred from mitochondrial DNA // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2004. Vol. 61. No. 7. P. 1095–1101. DOI:10.1139/f04-056.
- Sloat M.R., Fraser D.J., Dunham J.B. et al. Ecological and evolutionary patterns of freshwater maturation in Pacific and Atlantic salmonines // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2014. Vol. 24. No. 3. P. 689–707. DOI:10.1007/s11160-014-9344-z.



## CATCHES OF MYKISS *PARASALMO MYKISS* IN THE RIVERS OF SAKHALIN ISLAND

© 2021 Kirillova E.A.<sup>a,\*</sup>, Kuzishchin K.V.<sup>a,b,\*\*</sup>, Gruzdeva M.A.<sup>b,\*\*\*</sup>,  
Makhrov A.A.<sup>a,\*\*\*\*</sup>, Artamonova V.S.<sup>a,\*\*\*\*\*</sup>, Kirillov P.I.<sup>a,\*\*\*\*\*</sup>,  
Balashov D.A.<sup>c,\*\*\*\*\*</sup>, Vinogradov E.V.<sup>c,\*\*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup> Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow 119071, Russia;

<sup>b</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia;

<sup>c</sup> Branch for the freshwater fisheries of “VNIRO” (“VNIIPRKH”), Rybnoe 141821, Russia.

e-mail: \*[ekirillova@sevin.ru](mailto:ekirillova@sevin.ru); \*\*[kk\\_office@mail.ru](mailto:kk_office@mail.ru); \*\*\*[mg\\_office@mail.ru](mailto:mg_office@mail.ru); \*\*\*\*[makhrov12@mail.ru](mailto:makhrov12@mail.ru);

\*\*\*\*\*[valar12@mail.ru](mailto:valar12@mail.ru); \*\*\*\*\*[pkirillov@sevin.ru](mailto:pkirillov@sevin.ru); \*\*\*\*\*[balashoff@gmail.com](mailto:balashoff@gmail.com); \*\*\*\*\*[vinogradus11@gmail.com](mailto:vinogradus11@gmail.com)

It is reported about a new capture of mature mykiss on October 23, 2018 in the Langery River (Smirnykhovskiy district, north-eastern coast of Sakhalin) – beyond the native range in the Far East of Russia. Morphological characteristics of the captured individual are presented, its age class is determined as 5.0+. The species of the fish is confirmed genetically.

**Keywords:** rainbow trout, *Parasalmo (Oncorhynchus) mykiss*, range, invasion, Sakhalin.

## О РЕГЕНЕРАЦИИ ПОЛИХЕТЫ-ВСЕЛЕНЦА *POLYDORA WEBSTERI* (ANNELIDA: SPIONIDAE)

© 2021 Лисицкая Е.В.\*, Болтачева Н.А.\*\*

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей  
имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь 299011, Россия  
e-mail: \*e.lisitskaya@gmail.com, \*\*nboltacheva@mail.ru

Поступила в редакцию 21.05.2021. После доработки 08.07.2021. Принята к публикации 28.07.2021

Получены новые данные по регенерационной способности полихеты-вселенца *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943. Материал собран в 2019–2020 гг. в акватории Севастополя. Полидоры были извлечены из блистеров в створках экзотического для Чёрного моря вида устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), выращиваемых на устричной ферме. Полихет содержали в аквариумах с фильтрованной морской водой при температуре от 8.8 до 25.8 °С и солёности 17.5–17.8‰. В лабораторных условиях у червей удаляли сегменты тела и наблюдали, как происходит их восстановление. Установлено, что у *P. websteri* регенерируют и передняя, и задняя части тела. Минимальное количество сегментов, способных одновременно восстанавливать обе части – три жаберных сегмента, выделенных из середины тела. Процесс регенерации у *P. websteri* существенно зависел от температуры воды. В диапазоне 8.8–26 °С установлена прямая зависимость между температурой воды и количеством регенерировавших особей и обратная зависимость между температурой воды и временем, затраченным на восстановление утраченных фрагментов. При прогреве воды доля регенерировавших *P. websteri* увеличивалась с 15 до 87%, а продолжительность регенерации уменьшалась в 2.5 раза.

**Ключевые слова:** виды-вселенцы, Polychaeta, *Polydora websteri*, регенерация, *Crassostrea gigas*, Чёрное море.

DOI:10.35885/1996-1499-2021-14-3-24-31

### Введение

Во всём мире морские прибрежные экосистемы подвергаются интенсивному вторжению инвазивных видов [Goedknecht et al., 2016]. Среди полихет-вселенцев в различных районах Мирового океана значительную долю составляют представители семейства Spionidae. Так, в северной части Чёрного моря из 11 чужеродных видов полихет, пять относятся к указанному семейству [Boltachova et al., 2021]. Их успешной инвазии способствуют эврибионтность, толерантность к загрязнению среды обитания, а также особенности биологии размножения. Представители семейства Spionidae, как правило, имеют длительную пелагическую стадию развития, благодаря чему они могут распространяться на большие расстояния, в том числе, с балластными водами судов. Виды этого семейства, перфорирующие раковины моллюсков, имеют возможность интродукции в новые районы обитания с объектами аквакультуры, а затем они могут поражать и нативные виды

[Waser et al., 2020]. В Чёрное море из полихет-перфораторов была завезена *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943. Впервые этот вид зарегистрирован в 2005 г. у побережья Румынии [Surugiu, 2005]. В 2009 г. полидора была обнаружена в створках устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), выращиваемых на марихозьяствах у берегов Крыма [Лисицкая и др., 2010]. В последние годы появились исследования, согласно которым вид *C. gigas* отнесён к новому роду *Magallana* и имеет альтернативное название – *M. gigas*. Однако многие малакологи полагают, что убедительного основания для изменения номенклатуры нет и следует оставить прежнее название – *C. gigas* [Bayne et al., 2017].

Устрицы *C. gigas* с целью культивирования были завезены из Японского моря в Чёрное в 1980 г. [Холодов и др., 2010]. В дальнейшем, в течение более чем 30-ти лет, партии устриц различного возраста поставляли в марихозьяства на побережья Крыма, Северного Кавказа, а также Румынии [Холодов

и др., 2010]. Возможно, именно вместе с *C. gigas* проникла в Чёрное море и *P. websteri*. За последнее десятилетие эта полихета расселилась в северной части Чёрного моря, она обнаружена не только в створках выращиваемых устриц, но и в прибрежных камнях, а также в раковинах моллюсков-вселенцев *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) и *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) [Surugiu, 2012; Бондарев, Болтачева, 2021; Сёмин и др., 2021; Boltachova et al., 2021]. Полихеты *P. websteri*, перфорируя раковины культивируемых моллюсков, вызывают образование в створках блистеров – «грязевых пузырей», что приводит к потере устрицами товарного вида и снижению их коммерческой ценности. Очень широкое распространение *P. websteri* и других видов спионид-перфораторов привело к большим проблемам в аквакультуре устриц не только в Европе, но и на побережье Северной и Южной Америки, в Австралии, Новой Зеландии, на Гавайях [Radashevsky et al., 2006; Goedknegt et al., 2016; Martinelli et al., 2020; Waser et al., 2020]. Для борьбы с полидорами на морских фермах проводят профилактические мероприятия, включающие механическую чистку устричных садков и устриц, но при этом полностью избавиться от полихет-перфораторов не удаётся. Можно предположить, что одной из причин этого является способность полихет к регенерации. Однако процессы регенерации и их особенности изучены лишь у немногих видов спионид, для *P. websteri* таких данных нет [Bely, 2006; Whitford, Williams, 2016].

Цель работы: изучение регенерационной способности полихеты-вселенца *P. websteri*, являющейся перфоратором культивируемых моллюсков *C. gigas*.

### Материал и методика

Полихет собирали в 2019–2020 гг. из раковин устриц *C. gigas*, выращенных на устричной ферме на внешнем рейде Севастополя (44°37'12.12" с. ш., 33°30'9.73" в. д.). Полихет, идентифицированных как *Polydora websteri*, извлекали из блистеров в створках устриц и помещали в чашки Петри с фильтрованной морской водой для дальнейших исследований в лабораторных условиях. При планиро-

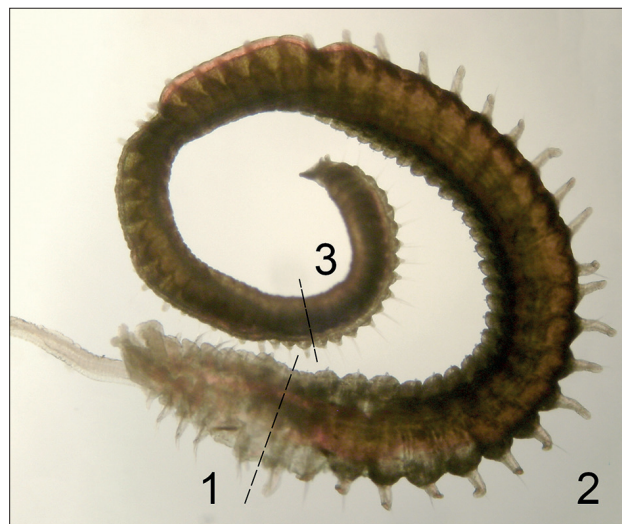


Рис. 1. *Polydora websteri*, внешний вид со схемой разделения тела: 1 – передняя часть; 2 – средняя часть; 3 – задняя часть.

вании экспериментов тело полидоры условно разделяли на три части (рис. 1).

К передней части мы относили простомииум, перистомииум и шесть передних сегментов, не имеющих жабр; к задней – пигидий с хвостовыми сегментами, лишёнными жабр; к средней – все сегменты тела, начиная с 7-го, на которых имелись жабры.

Для релаксации полихет использовали 1% раствор  $MgCl_2$  в течение 10 минут. Сегменты препарировали с помощью скальпеля. В ходе операций отделяли следующие фрагменты: простомииум плюс от 3 до 6 прилегающих безжаберных сегментов; простомииум с прилегающими безжаберными сегментами и с последующими одним-двумя жаберными сегментами; простомииум с двенадцатью и более сегментами. В задней части отделяли пигидий плюс 3, 5, 8, 10, 12 безжаберных сегментов; из средней части тела вырезали от 2 до 33 жаберных сегментов.

После операции фрагменты тела полидор переносили в кристаллизаторы с морской водой (солёность 17.5–17.8‰). Воду меняли раз в 2 дня, корм не добавляли. Предварительно морскую воду фильтровали через мельничный газ с размером ячеек 100 мкм, что позволяло сохранить в ней микроводоросли. Для экспериментов использовали полидор от ювенильных особей (24 сегмента) до половозрелых (116 сегментов), с длиной тела от 1080 до 2750 мкм, шириной от 300 мкм до 1100 мкм.

Самки с яйцами встречались единично, поэтому при анализе результатов отдельный учёт их регенерационных способностей не проводили. Изучение влияния температуры воды на продолжительность регенерации выполняли при различной температуре воды – от 8.8 до 25.8 °С. Для этого исследования использовали взрослых полихет, к которым относили особей, имевших более 30–35 сегментов. Повторную регенерацию изучали на ювенильных особях, имевших 24–30 сегментов. Всех исследуемых полидор просматривали под микроскопами МБС-9 и «Микмед-5». Всего в экспериментах было использовано 219 экземпляров. Фотографии выполнены фотокамерой «Sony cyber-shot 16.2».

### Результаты

При осмотре устриц *C. gigas* из садков устричной фермы в раковинах некоторых из них были обнаружены заполненные илом полости – блистеры разной формы и размеров, иногда занимающие до 2/3 поверхности створки (рис. 2 А). В блистере находили от 1 до 7 экземпляров *P. websteri*. Среди извлечённых полидор попадались особи, восстанавливающие передний отдел тела (рис. 2 В).

В лабораторных условиях полидор, извлечённых из блистеров, оперировали и наблюдали за процессом их регенерации. Заживление раны у *P. websteri* начиналось сразу же после операции – у всех исследованных червей место разреза затягивалось путём быстрого сокращения мышц, выделения целомической жидкости не происходило. В области повреж-

дения отмечен интенсивный приток крови. В первый день после операции у фрагментов *P. websteri* были отмечены признаки формирования бластемы – плотного скопления клеток, на второй день она визуально увеличивалась в размере. В регенерации передней и задней частей тела наблюдали некоторые различия.

Восстановление передней части тела зарегистрировано у 25–50% прооперированных полихет. При морфогенезе передней части сначала происходило образование бластемы, из которой регенерировали простомииум, головные придатки, а затем 7–8 передних сегментов (рис. 3 А, В). Отмечено, что у всех экземпляров *P. websteri*, регенерировавших голову, глаза не восстанавливались. У фрагментов тела, включающих только пигидий с прилегающими безжаберными сегментами (в количестве 3–12), регенерация передней части ни разу отмечена не была.

Регенерация задней части тела зарегистрирована у 50–75% прооперированных червей. В первую очередь формировался диск пигидия, затем из зоны роста образовывались хвостовые сегменты. Отмечено, что восстановление пигидия и хвостовых сегментов проходило у фрагментов, включающих простомииум с перистомииумом и не менее 7–8 прилегающих сегментов (соответственно, хотя бы один-два сегмента имели жабры) (рис. 3 С). У фрагментов, состоящих из головы и прилегающих только безжаберных сегментов, регенерация задней части зарегистрирована не была.

Регенерация одновременно и передней и задней частей отмечена у 11–20% полидор



Рис. 2. Створка устрицы *Crassostrea gigas* с блистером (А); *Polydora websteri* с восстановленным передним концом, извлеченная из блистера устрицы (В).

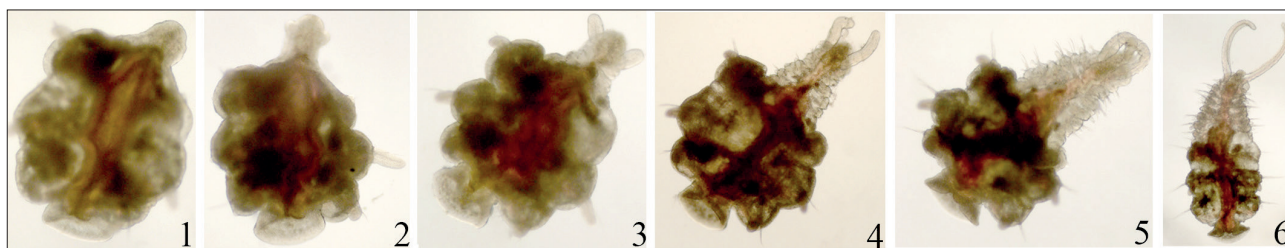


**Рис. 3.** *Polydora websteri*, регенерация: передней части (А, В), задней части (С), передней и задней частей (D).

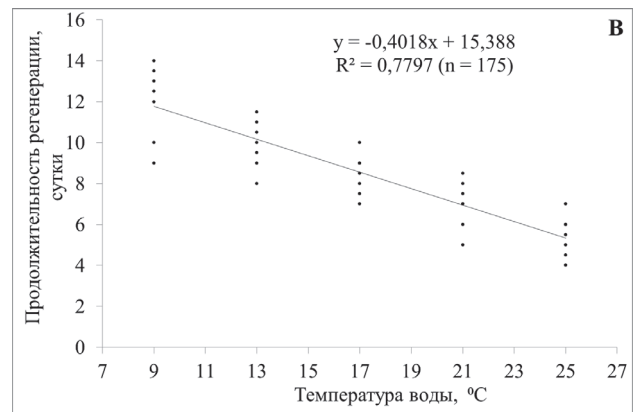
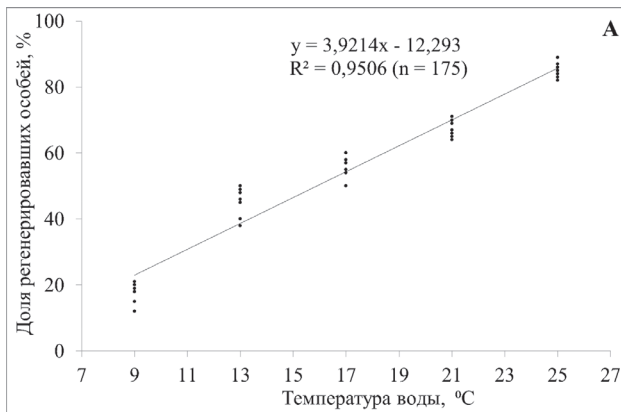
(рис. 3 D). Наименьший фрагмент, у которого после операции одновременно происходило восстановление и передней, и задней частей тела, включал три жаберных сегмента, выделенных из середины тела (рис. 4). Фрагменты тела, которые не регенерировали, через 2–3 недели начинали мацерироваться.

Существенное влияние на процессы регенерации у *P. websteri* оказывала температура морской воды. Так, в зимний период, при

температуре воды 8.8–11.8 °С регенерация была зарегистрирована у 15–21% прооперированных червей и проходила в течение 9–14 дней. При повышении температуры воды до 12–14 °С регенерировало до 50% особей в течение 8–11 дней. При температуре воды 15–19 °С в течение недели регенерировало 50–60% полидор. При прогреве воды до 20–23 °С регенерация была зарегистрирована у 64–71% *P. websteri*. При такой темпе-



**Рис. 4.** Регенерация передней и задней частей тела у трёхсегментного фрагмента *P. websteri* при температуре воды 8.8–9.2 °С: 1 – девятый день после разрезания, 2 – десятый, 3 – двенадцатый, 4 – пятнадцатый, 5 – восемнадцатый, 6 – двадцать четвёртый день после разрезания.



**Рис. 5.** Зависимость доли регенерировавших *Polydora websteri* (А) и продолжительности регенерации (В) от температуры воды.

ратуре пигидий и 5–7 хвостовых сегментов образовывались в течение 4–5 дней, голова с зачатками пальп формировалась за 6 дней. Отмечено, что у всех полидор после регенерации передней части отсутствовали глаза. К девятому дню длина пальп достигала пятого сегмента, были сформированы 7–8 передних сегментов, на пятом сегменте образовывались 2–3 специализированные щетинки. При температуре воды 24–26 °C доля регенерировавших червей достигала 82–87%. При этом диск пигидия формировался уже на второй день после операции, а хвостовые сегменты образовывались из зоны роста на третий день. Начало регенерации головы отмечено на третий день после ампутации. В течение 5–6 дней формировался простомиум с пальпами и 7–8 сегментов тела.

Таким образом, отмечена прямая зависимость между температурой воды и количеством регенерировавших *P. websteri* (рис. 5 А) и обратная зависимость между температурой воды и временем, затраченным на восстановление утраченных фрагментов (рис. 5 В).

В лабораторных условиях при температуре воды 24 °C зарегистрирован ряд последовательных регенераций у прооперированных полидор. Так, 24-сегментые *P. websteri*, разрезанные на уровне 8-го сегмента, через 6–7 дней восстанавливали и передний, и задний части тела. Из одной полидоры получалось две особи. Затем каждую особь вновь разрезали на 2 части – регенерация обоих концов проходила также за 6–7 дней. Таким образом, из одной *P. websteri* в течение 13–14 дней образовывались 4 особи.

## Обсуждение

Многие виды морских беспозвоночных животных, в том числе многощетинковые черви, обладают высокой степенью регенеративных способностей [Bely, 2006; Bely, Nyberg, 2010; Костюченко и др., 2016; Özpölat, Bely, 2016; Козин и др. 2017]. Установлено, что полихеты способны к репаративной регенерации по типу эпиморфоза с образованием в месте повреждения бластемы, из которой формируются недостающие части тела. При этом многие виды полихет после повреждения восстанавливают и задние, и передние структуры, а для некоторых видов известно, что они восстанавливают только задний отдел тела [Bely, 2006]. Регенерация характерна для представителей широко распространённого в Мировом океане семейства Spionidae. Так, у побережья Южной Америки в створках культивируемых устриц обнаружены *Polydora ecuadoriana* Blake, 1983, находящиеся на стадии восстановления [Radashevsky et al., 2006]. Однако экспериментальные исследования по регенерации были проведены лишь на отдельных видах. Про некоторых спионид известно, что они способны восстанавливать только задний [Bely, 2006] или только передий отделы [Radashevsky et al, 2006; Lindsay et al., 2008; David, Williams, 2012], у других изученных видов отмечена регенерация и задней, и передней частей [Whitford, Williams, 2016; Starunov et al., 2020]. У близкородственных видов способность к регенерации может существенно отличаться [Bely, Nyberg, 2010; Костюченко и др., 2016].

Наши исследования показали, что полихета-вселенец *P. websteri* способна восстанавливать и переднюю, и заднюю части тела. После разрезания червей рана в месте разреза затягивалась сразу же. Из литературных источников известно, что после ампутации происходит миграция клеток к месту раны. Такое заживление характерно даже для видов, не способных к полноценной регенерации [Bely, 2006; Özpolat, Bely, 2016]. У *P. websteri* как на переднем, так и на заднем концах фрагментов, в течение 1–2 дней образовывалась бластема. Через 2–4 дня передняя бластема дифференцировалась на зачаток головы, на голове сразу же начинали развиваться пальпы. В течение 3–13 дней после разреза формировалось 8 передних сегментов, на которых затем образовывались щетинки. Задняя бластема дифференцировалась в пидгий и зону роста в течение 2–9 дней после разреза, из зоны роста последовательно развивались новые сегменты. Наши данные сходны с результатами, полученными ранее для других видов спионид. Так, при передней регенерации у *Pygospio elegans* Claparède, 1863 и *Dipolydora quadrilobata* (Jacobi, 1883) морфогенез происходил по сходной схеме – восстановление простомиума и перистомиума прошло за 6 суток, а формирование пальп и затылочного органа завершилось позже, на 9–12 день [Lindsay et al., 2008]. У *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) регенерация длилась в течение 7–14 дней [Whitford, Williams, 2016]. У симбионта губок *Polydora colonia* Moore, 1907 морфогенез при передней регенерации включал образование бластемы, из которой восстанавливалось максимум 8 передних сегментов [David, Williams, 2012]. У *P. ecuadoriana* регенерация проходила в течение 4–5 дней, количество восстановленных сегментов зависело от количества удалённых сегментов. Они были равны, если удаляли менее восьми сегментов, а если удаляли девять или более сегментов, регенерировали только восемь передних сегментов. [Radashevsky et al., 2006]. В наших экспериментах у *P. websteri* в передней части тела также восстанавливалось не более 8 сегментов. У *P. elegans* процесс регенерации изучен при температуре воды 18 °С. Установлено, что после травми-

ческой ампутации *P. elegans* в течение 7 дней восстанавливал недостающие участки тела путём образования небольших, но полностью сформированных регенерированных частей [Starunov et al., 2020].

На скорость регенерации влияют видоспецифические различия, индивидуальная физиология организмов, а также условия окружающей среды (например, наличие пищи, температура и др.) [Lindsay et al., 2008]. Нами установлено, что продолжительность регенерационных процессов у *P. websteri* существенно зависела от температуры воды. При повышении температуры от 8 °С до 26 °С регенерация проходила в 2.5 раза быстрее. Восстановление утраченных частей тела при разной температуре воды изучали у *P. colonia*. Авторы показали, что при температуре 24 °С черви регенерировали в 2 раза быстрее, чем при 14 °С [David, Williams, 2012]. У *P. websteri* от температуры воды зависел и процент регенерировавших особей – при изменении температуры от 8 °С до 26 °С их доля увеличивалась от 20 до 87%. У других представителей спионид доля регенерировавших особей ниже. Так, например, у *M. viridis* передняя часть тела регенерировала у 5.1–9.1% прооперированных червей [Whitford, Williams, 2016]. У *D. quadrilobata* 7.6–18% особей восстанавливали передние части тела, для *P. elegans* эти показатели составляли от 6.5 до 14.2% [Lindsay et al., 2008].

Таким образом, регенерационная способность вида-перфоратора *P. websteri* существенно выше, чем у других видов спионид, обитающих на рыхлых грунтах (*M. viridis*, *P. elegans*, *D. quadrilobata*). Вероятно, именно это способствует быстрому восстановлению *P. websteri* после утраты фрагментов в природных условиях, а также во время чистки устричных садков на морских фермах.

### Заключение

Установлено, что полихета-вселенец *Polydora websteri* регенерирует и переднюю, и заднюю части тела. Для успешной регенерации в выделенных фрагментах необходимо было наличие жаберных сегментов. Минимальное количество сегментов, способных

одновременно восстанавливать обе части, – три жаберных сегмента, выделенных из середины тела. Морфогенез проходит аналогично описанному ранее для других видов спионид. Для ювенильных особей отмечен ряд повторных регенераций.

В диапазоне 8.8–26 °С установлена прямая зависимость между температурой воды и количеством регенерировавших *P. websteri*. При прогреве воды доля регенерировавших особей увеличивалась с 15 до 87%. Между температурой воды и временем, затраченным на восстановление утраченных фрагментов, выявлена обратная зависимость – при повышении температуры воды продолжительность регенерации сокращалась с 14 до 4 суток.

Можно предположить, что высокая регенеративная способность *P. websteri* является одной из причин, которая не позволяет успешно бороться с этой полидорой-перфоратором, повреждающей раковины моллюсков, выращиваемых на морских фермах.

### Благодарности

Выражаем благодарность глубокоуважаемым рецензентам за тщательный анализ нашей работы и ценные рекомендации по улучшению финального варианта статьи.

### Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по темам: «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (государственная регистрация № 121030300149-0) и «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (государственная регистрация № 121030100028-0).

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Все экспериментальные протоколы были выполнены в соответствии с руководящими принципами ЕС по использованию лабораторных животных и уходу за ними (86/609 / СЕЕ) и при соблюдении правил, утверждённых распоряжением Президиума АН СССР от 2 апреля 1980 N 12000-496 и приказом Минвуза СССР от 13 сентября 1984 N 22. Все усилия были предприняты, чтобы использовать только минимальное количество животных, необходимое для получения надёжных научных данных.

### Литература

- Бондарев И.П., Болтачева Н.А. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в северной части Чёрного моря. Часть V: Annelidae (Polychaeta) // Морской биологический журнал. 2021. Т. 6. № 2. С. 18–32. <https://doi.org/10.21072/mbj.2021.06.2.02>
- Козин В.В., Филиппова Н.А., Костюченко Р.П. Восстановление нервной и мышечной системы в ходе регенерации полихеты *Alitta virens* (Annelida: Nereididae) // Онтогенез. 2017. Т. 48 (3). С. 234–247. <https://doi.org/10.7868/S0475145017030089>
- Костюченко Р.П., Козин В.В., Купряшова Е.Е. Регенерация и бесполое размножение у аннелид: клетки, гены и эволюция // Известия РАН. Серия Биологическая. 2016. № 3. С. 231–241.
- Лисицкая Е.В., Болтачева Н.А., Лебедевская М.В. Новый для фауны Украины вид *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Чёрное море) // Морской экологический журнал. 2010. Т. 9. № 2. С. 74–80.
- Сёмин В.Л., Колочкина Г.А., Птушкин М.Д., Тимофеев В.А., Симакова У.В. *Polydora websteri* – комменсал *Anadara kagoshimensis* в Азово-Черноморском регионе // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 2. С. 93–102.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Севастополь: DigitPrint, 2010. 424 с.
- Bayne B.L., Ahrens M., Allen S.K., Anglès d'Auriac M., Backeljau T., Beninger P., Bohn R., Boudry P., Davis J., Green T., Guo X., Hedgcock D., Ibarra A., Kingsley-Smith P., Krause M., Langdon C., Lapègue S., Li C., Manahan D., Mann R., Perez-Paralle L., Powell E.N., Rawson P.D., Speiser D., Sanchez J.L., Shumway S., Wang H. The proposed dropping of the genus *Crassostrea* for all Pacific cupped oysters and its replacement by a new genus *Magallana*: A dissenting view // Journal of Shellfish Research. 2017. Vol. 36. P. 545–547. <https://doi.org/10.2983/035.036.0301>
- Bely A.E. Distribution of segment regeneration ability in the Annelida // Integr. Comp. Biol. 2006. Vol. 46. P. 508–518.



- Bely A.E., Nyberg K.G. Evolution of animal regeneration: re-emergence of a field // *Trends Ecol. Evol.* 2010. Vol. 25, No. 3. P. 161–170.
- Boltachova N.A., Lisitskaya E.V., Podzorova D.V. Distribution of alien polychaetes in biotopes of the northern part of the Black Sea // *Russian Journal of Biological Invasions.* 2021. Vol. 12, No. 1. P. 11–26.
- David A.A., Williams J.D. Asexual reproduction and anterior regeneration under high and low temperatures in the sponge associate *Polydora colonia* (Polychaeta: Spionidae) // *Invertebrate Reproduction & Development.* 2012. Vol. 56:4. P. 315–324. <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2011.638404>.
- Goedknecht M.A., Feis M.E., Wegner K.M., Luttikhuisen P.C., Buschbaum Ch., Camphuysen K. (C. J.), Jaap van der Meer, Thielges D.W. Parasites and marine invasions: ecological and evolutionary perspectives // *Journal of Sea Research.* 2016. Vol. 113. P. 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.12.003>.
- Lindsay S. M., Jackson J.L., Forest D.L. Morphology of anterior regeneration in two spionid polychaete species: implications for feeding efficiency // *Invertebrate Biology.* 2008. Vol. 127, No. 1. P. 65–79.
- Martinelli J.C., Lopes H.M., Hauser L., Jimenez-Hidalgo I., King T.L., Padilla-Gamiño J.L., Rawson P., Spencer L.H., Williams J.D., Wood Ch.L. Confirmation of the shell-boring oyster parasite *Polydora websteri* (Polychaeta: Spionidae) in Washington state, USA // *Scientific Reports.* 2020. 10:3961. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60805-w>
- Özpolat B.D., Bely A.E. Developmental and molecular biology of annelid regeneration: a comparative review of recent studies // *Current Opinion in Genetics & Development.* 2016. Vol. 40. P. 144–153.
- Radashevsky V.I., Lana P.C., Nalesso R.C. Morphology and biology of *Polydora* species (Polychaeta: Spionidae) boring into oyster shells in South America, with the description of a new species // *Zootaxa.* 2006. Vol. 1353. P. 1–37.
- Starunov V.V., Barmasova G.A., Nesterenko M.A., Kulakova M.A., Novikova E.L. *Pygospio elegans* (Annelida: Spionidae) – an annelid model for regeneration studies // *Invertebrate Zoology.* 2020. 17(3): 247–266.
- Surugiu V. Inventory of inshore polychaetes from the Romanian coast (Black Sea) // *Mediterranean Marine Science.* 2005. Vol. 6. 1. P. 51–73.
- Surugiu V. Systematics and ecology of species of the *Polydora*-complex (Polychaeta: Spionidae) of the Black Sea // *Zootaxa.* 2012. Vol. 3518. No. 1. P. 45–65.
- Waser A.M., Lackschewitz D., Knol J., Reise K., Wegner K.M., Thielges D.W. Spread of the invasive shell-boring annelid *Polydora websteri* (Polychaeta, Spionidae) into naturalised oyster reefs in the European Wadden Sea // *Marine Biodiversity.* 2020. 50: 63. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01092-6>
- Whitford T.A., Williams J.D. Anterior regeneration in the polychaete *Marenzelleria viridis* (Annelida: Spionidae) // *Invertebrate Biology.* 2016. Vol. 135(4). P. 357–369. DOI: 10.1111/ivb.12148

## ABOUT REGENERATION OF ALIEN POLYCHAETE *POLYDORA WEBSTERI* (ANNELIDA: SPIONIDAE)

© 2021 Lisitskaya E.V.\*, Boltachova N.A.\*\*

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the RAS, Sevastopol 299011, Russian Federation  
e-mail: \*[e.lisitskaya@gmail.com](mailto:e.lisitskaya@gmail.com), \*\*[nboltacheva@mail.ru](mailto:nboltacheva@mail.ru)

New data on the regenerative capacity of the invader polychaete *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943 have been obtained. The material was collected in 2019–2020 in the area of Sevastopol. Polychaetes were extracted from blisters in the valves of an exotic oyster species for the Black Sea – *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). Molluscs were grown on an oyster farm. Polychaetes were kept in aquariums with filtered seawater at a temperature from 8.8 to 25.8 °C and a salinity of 17.5–17.8‰. Under laboratory conditions, body segments were removed from the worms and their recovery was observed. It was found that *P. websteri* regenerated both the anterior and posterior parts of the body. The minimum number of segments capable to simultaneously restore both anterior and posterior regions is three mid-body segments. The regeneration process in *P. websteri* depends significantly on the water temperature. In the range of 8.8–26 °C, a direct relationship was established between the water temperature and the number of regenerated individuals. An inverse relationship was found between the water temperature and the time spent on regenerating the lost fragments. When warming up the water, the proportion of regenerated *P. websteri* increased from 15 to 87%, and the duration of regeneration decreased 2.5 times.

**Key words:** alien species, Polychaeta, *Polydora websteri*, regeneration, *Crassostrea gigas*, the Black Sea.

## ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАЗИТАХ *NEOGOBIOUS ILJINI* (PERCIFORMES, GOBIIDAE) СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

© 2021 Минеева О.В.<sup>a,\*</sup>, Семенов Д.Ю.<sup>b,\*\*</sup>

<sup>a</sup> Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти 445003, Россия;  
<sup>b</sup> Ульяновский государственный университет, Ульяновск 432017, Россия;  
e-mail: \*ksukala@mail.ru; \*\*perchsdj@list.ru

Поступила в редакцию 12.03.2021. После доработки 01.07.2021. Принята к публикации 28.07.2021.

Представлены результаты исследования фауны многоклеточных паразитов каспийского бычка-головача *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev, 1996) в трёх плёсах Куйбышевского водохранилища (Средняя Волга). Обнаружено 12 видов и не определённых до вида форм паразитов, в том числе специфичная для бычков сем. Gobiidae метацеркария *Holostephanus cobitidis*. Наиболее разнообразная фауна макропаразитов отмечается в Приплотинном плёсе. Доминантным видом в составе паразитофауны бычка-головача исследованного водоёма является чужеродная трематода *Nicolla skrjabini*, естественный ареал которой ограничен реками Азово-Черноморского бассейна.

**Ключевые слова:** каспийский бычок-головач, паразитофауна, заражённость, Куйбышевское водохранилище.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-32-44

### Введение

Каспийский бычок-головач *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev, 1996) – наиболее крупный бычок-вселенец волжских водохранилищ. Нативный ареал вида включает Каспийское море, низовья Волги (до Астрахани) и Урала, а также мелкие речки и озёра Дагестана, Азербайджана, Северного Ирана и Туркмении [Москалькова, 2003; Богуцкая и др., 2004]. Ранее *N. iljini* рассматривали в качестве каспийского подвида черноморского бычка-головача *N. kessleri* (Günther, 1861) [Берг, 1949], отличающегося от номинативного подвида формой головы и рядом особенностей окраски [Prazdnikov et al., 2013]. Карриологическое исследование двух таксонов утвердило их самостоятельный видовой статус [Vasil'eva, Vasil'ev, 2003].

Активному расселению головача за пределы нативного ареала способствовали, в первую очередь, крупномасштабное гидростроительство, развернутое в бассейне Волги (зарегулирование стока, создание межбассейновых каналов), активизация судоходства, многочисленные преднамеренные интродукции видов, а также установление многолет-

ней устойчивой тенденции повышения среднегодовых температур [Slynko et al., 2011; Shakirova et al., 2015].

Распространение вида из водоёмов-доноров шло в двух направлениях. После создания Волго-Донского канала (1952 г.), связавшего бассейны двух рек, *N. iljini* проник из Волги в Цимлянское водохранилище (вдхр.), в котором в начале 1970-х гг. стал весьма многочисленным. В настоящее время постоянные популяции каспийского бычка-головача известны в Северском Донце, а также нижнем течении и дельте Дона [Богуцкая и др., 2004].

Освоение вселенцем каскада волжских водохранилищ носит весьма мозаичный характер. С 1970 г. *N. iljini* регистрируется в Волгоградском [Гавлена, 1977], а с 1982 г. – в Саратовском водохранилищах [Козловская, 1997], в которых на сегодняшний день является весьма обычным, хоть и не достигающим высокой численности видом [Шашуловский, Ермолин, 2005; Ermolin, 2010].

Дальнейшее расселение бычка в северном направлении заняло определённое время. В 1997 г. головач найден в Чебоксарском вдхр. [Клевакин и др., 2003], в озёрном и

приплотинном участках которого он достаточно многочислен в настоящее время [Минин и др., 2011]. В расположенном ниже Куйбышевском вдхр. *N. iljini* впервые обнаружен только в 2003 г. (Ульяновский плёс) [Алеев, Семенов, 2003], однако уже к 2005 г. значительно нарастил численность в низовьях водоёма (получил статус обычного по встречаемости вида) [Семенов, 2005] и достиг верховьев водохранилища (обнаружены первые особи в Волжском плёсе) [Галанин, 2012]. Таким образом, скорость натурализации каспийского бычка-головача значительно превышает темпы освоения акватории Куйбышевского вдхр. вселившимися ранее кругляком *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) и цуциком *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) [Галанин, 2009, 2012].

Имеющиеся в литературе сведения о регистрации *N. iljini* в Рыбинском и Ивановском водохранилищах [Слынько и др., 2001] не подтверждены дальнейшими исследованиями [Слынько, Терещенко, 2014; Герасимов, Карабанов, 2015], следовательно, средневожские водохранилища (Чебоксарское и Куйбышевское) можно считать северной границей распространения вида в Волжском каскаде.

Каспийский бычок-головач проникает и в волжские притоки – известны речные популяции вне водохранилищ: в р. Чардым (приток Волгоградского вдхр.) и Москве-реке [Рыбы севера..., 2007; Skomorokhov, 2016].

В целом необходимо отметить, что инвазивная (приобретённая) часть ареала *N. iljini* значительно уступает современному распространению других понто-каспийских бычков сем. Gobiidae, которые активно осваивают водоёмы Восточной, Центральной и Западной Европы [Koščo et al., 2010; Jakovlić et al., 2015; Van Kessel et al., 2016], а также проникли на Североамериканский континент [Богущая и др., 2004; Gendron et al., 2012].

Расселение и натурализация видов-инвайдеров в реципиентных экосистемах оказывают значительное влияние на аборигенную фауну. Активно включаясь в нативные трофические и топические взаимодействия, чужеродные виды зачастую вытесняют местные виды, конкурируя с ними за пищу, становясь

хищниками по отношению к ним, существенно меняя среду их обитания [Семенченко, Ризевский, 2013; Самые опасные..., 2018]. Ещё одним важным аспектом распространения инвазивной фауны за пределы исторического ареала является ухудшение эпизоотологической обстановки в водоёмах-реципиентах, зачастую катастрофическое [Лутта, 1941; Бисерова, 2010].

Каспийский бычок-головач в настоящее время остаётся одним из наименее изученных в паразитологическом отношении чужеродных видов рыб волжских водохранилищ, исследованиями охвачены лишь нижневожские популяции вида [Kvach et al., 2015; Минеева, 2013а, 2013б, 2018; Mineeva, 2019].

Целью настоящей работы является изучение фауны макропаразитов *N. iljini* в Куйбышевском вдхр.

### Материал и методика

В основу исследования положен ихтиологический материал, собранный в летний период 2019 и 2020 гг. в трёх плёсах Куйбышевского вдхр. (Ундорский, Ульяновский, Приплотинный). С использованием набора крючковых снастей отловлено 57 экз. каспийского бычка-головача. Для транспортировки в лабораторию и последующего изучения рыбу на месте лова фиксировали 70°-м раствором этанола (исключение составили особи, пойманные в акватории яхт-клуба «Роза ветров» (Приплотинный плёс) – их исследовали живыми). У каждой особи измерялась стандартная длина и определялся возраст (по отолитам) (табл. 1).

Перед вскрытием рыбу предварительно отмачивали в воде. После проведения тщательного наружного осмотра (плавники и жаберные дуги просматривались под биноклем) исследовали внутренние органы (сердце, мочевой и жёлчный пузыри, печень, селезёнку, кишечник, брыжейку, гонады, почки, глаза, головной и спинной мозг, мускулатуру) компрессорным методом, осматривалась полость тела.

Моногенея и глосидии моллюсков изучались по глицерин-желатиновым препаратам, трематоды – по постоянным препаратам,

**Таблица 1.** Данные об изученных выборках каспийского бычка-головача из разных станций Куйбышевского водохранилища

Станция / координаты	Дата отлова	Число обследованных рыб, экз.	Стандартная длина рыб ( $L_{ст}$ ), мм		Возраст рыб
			$M \pm m$	min – max	
Ульяновский плёс г. Ульяновск 54°25'46" с. ш., 48°35'49" в. д.	18–19.06. 2019 г.	15	67.1±2.1	51.7–83.3	2+, 3+
Ундорский плёс д. Дубки 54°60'62" с. ш., 48°43'65" в. д.	29–30.07 2019 г.	18	81.4±2.4	61.9–95.9	2+, 3+
Приплотинный плёс Усинский залив 53°29'64" с. ш., 49°25'53" в. д. я/к «Роза ветров» 53°27'52" с. ш., 49°22'39" в. д.	21.06, 21.08 2019 г., 23.06., 31.08. 2020 г.	24	52.7±3.2	36.4–104.0	1+ – 3+

окрашенным уксуснокислым кармином, нематоды, скребни, рачок и пиявка – по глицериновым препаратам [Быховская-Павловская, 1985]. Видовая диагностика макропаразитов осуществлялась по соответствующим определителям [Определитель..., 1985, 1987; Судариков и др., 2006], их систематика приведена по данным сайта Fauna Europaea [2021].

Заражённость хозяина охарактеризована следующими показателями: экстенсивность инвазии (процентная доля заражённых особей в общем числе исследованных рыб), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное количество экземпляров паразита, приходящихся на одну заражённую особь), индекс обилия (средняя численность паразита у всех исследованных рыб, включая незаражённых).

Статистическую обработку осуществляли в пакетах программ Microsoft Excel. Данные представлены в виде средних арифметических со стандартными ошибками среднего.

### Результаты и их обсуждение

В исследованной части акватории Куйбышевского вдхр. у каспийского бычка-головача обнаружено 12 видов и не определённых до вида форм многоклеточных паразитов разных систематических групп (табл. 2).

Единственным доминантным видом в составе паразитофауны *N. iljini* является кишечная трематода *Nicolla skrjabini* (табл. 2). Этот чужеродный в бассейне Волги гельминт азо-

во-черноморского происхождения представляет собой яркий пример «сопряжённой инвазии» («invasion meltdown» [Simberloff, Von Holle, 1999]): полноценная натурализация сосальщика последовала за инвазионным успехом других чужеродных видов (свободноживущих позвоночных и беспозвоночных). В реализации жизненного цикла паразита в качестве хозяев разных категорий принимают участие гравийная улитка *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828) (Gastropoda, Lithoglyphidae), бокоплавы (Malacostraca, Gammaridae), в том числе инвазивные (родов *Dikerogammarus*, *Pontogammarus*, *Chaetogammarus*) и рыбы (преимущественно бентосоядные) [Стенько, 1976]. Список дефинитивных хозяев *N. skrjabini* включает около трёх десятков видов [Жохов и др., 2006; Mineeva, 2016], однако в реципиентных водоёмах с наибольшей частотой и численностью трематодой заражаются именно рыбы-вселенцы – понто-каспийские бычки сем. Gobiidae [Ondračkova et al., 2005, 2012; Molnar, 2006; Mineeva, 2016; Mineeva, Mineev, 2020]. В Куйбышевском вдхр. чужеродная трематода впервые зарегистрирована в 2019 г. у бычка-кругляка, для которого она также является доминантным видом (ЭИ=72.22%, ИО=22.20 экз.) [Mineeva, Semenov, 2021].

Остальные виды являются редкими паразитами головача исследуемого водоёма. Низкие показатели частоты встречаемости и средней численности паразитов (табл. 2) сви-

**Таблица 2.** Паразиты каспийского бычка-головача в Куйбышевском водохранилище

Паразит / локализация	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
<b>Monogenea</b>			
<i>Gyrodactylus sp.</i> / жабры	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<b>Trematoda</b>			
<i>Nicolla skrjabini</i> Iwanitzky, 1928 / кишечник	78.95±5.45	1–453	61.56±14.90
<i>Holostephanus cobitidis</i> Opravilova, 1968, mtc. / мышцы туловища	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<i>Diplostomum sp.</i> , mtc. / хрусталик глаза	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<b>Chromadorea</b>			
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> Dujardin, 1843 / кишечник	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<i>Camallanus lacustris</i> Zoega, 1776 / кишечник	12.28±4.39	1–4	0.26±0.11
<i>Camallanus truncatus</i> Rudolphi, 1814 / кишечник	5.26±2.89	1–4	0.12±0.08
<b>Acanthocephala</b>			
<i>Acanthocephalus lucii</i> (Müller, 1776) / кишечник	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<i>Pomphorhynchus laevis</i> (Müller, 1776) /кишечник	1.75±1.75	1	0.02±0.02
<b>Clitellata</b>			
<i>Rhynchobdellida gen. sp.</i> / ротовая полость	5.26±2.98	1	0.05±0.03
<b>Bivalvia</b>			
<i>Unionidae gen. sp.</i> / жабры	7.02±3.41	1–13	0.46±0.30
<b>Crustacea</b>			
<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann, 1832 /жабры	1.75±1.75	1	0.02±0.02

*Примечание.* Здесь и далее: ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия.

детельствуют о незначительной роли хозяина в реализации их жизненных циклов.

Фауна эктопаразитов *N. iljini* в бассейне Средней Волги включает представителей 4 классов. Видовая идентификация единично обнаруженной моногенеи р. *Gyrodactylus* осложнена её плохой сохранностью. Однако, учитывая, что моногенетические сосальщики являются узкоспецифичными паразитами, приуроченными к определённым хозяевам, можно ожидать регистрацию в Куйбышевском вдхр. специфичного бычковым *G. protherorhini* (Najdenova, 1966) Ergens, 1967. Этот широко распространённый в нативном ареале эвригалинный вид [Семёнова и др., 2007] активно распространяется в новые экосистемы вслед за хозяевами – рыбами сем. Gobiidae. В настоящее время моногенея известна во многих водотоках Центральной и Восточной Европы (Дунай, Рейн, Хрон, Висла, Морава, Буг) [Ondračková et al., 2005, 2012; Kvach et al., 2014; Ondračková, 2016], в бассейне Волги достоверно обнаружена у *P. marmoratus* в нижнем течении реки (вблизи

Волгограда) [Kvach et al., 2015]. Не определённые до вида черви р. *Gyrodactylus* зарегистрированы у кругляка, головача и цуцика Саратовского вдхр., при этом заражённость паразитом явно носит сезонный характер (максимум инвазии отмечается в весенние месяцы) [Минеева, 2013б].

Работа по видовой идентификации пиявки из ротовой полости бычков продолжается. Гирудофауна водоёма включает 4 вида кольчатых червей отр. *Rhynchobdellida*, паразитирующих на рыбах: аборигенных *Piscicola geometra* (Linnaeus, 1761), *Cystobranchus* (= *Piscicola*) *fasciatus* (Kollar, 1842) и *Hemiclepsis marginata* (Müller, 1774), а также понто-каспийского вселенца *Caspiobdella fadejewi* (Epstein, 1961) [Изюмова, 1977; Лапкина и др., 2002; Токинова, Закирова, 2017]. Следует отметить, что в нативном ареале (Каспийское море, дельта Волги) головач свободен от пиявок [Семёнова и др., 2007; Kvach, Ondračková, 2020]. В приобретённой части ареала (нижневолжские водохранилища) для *N. iljini* известны *P. geometra* и *C. fadejewi*

[Минеева, 2013а, 2013б; Kvach, Ondračková, 2020].

Личинки моллюсков являются обычными паразитами понто-каспийских бычков в водоёмах-реципиентах, причём видовое разнообразие и уровень инвазии рыб глохидиями значительно превышает аналогичные показатели в аборигенных экосистемах [Ondračkova et al., 2005; Минеева, 2013б; Kvach, Ondračková, 2020]. У *N. iljini* в нативной (Каспийское море) [Kvach, Ondračková, 2020] и приобретённой (Саратовское вдхр.) [Минеева, 2013а] частях ареала известны не определённые до вида глохидии сем. *Unionidae*. В Куйбышевском вдхр. и его притоках личинки унионид широко распространены у рыб разных видов [Исюмова, 1977; Рубанова, 2016].

Ракообразные редко инвазируют головача. В естественном ареале у бычка отмечены веслоногие рачки р. *Lernaea* [Kvach, Ondračková, 2020]. Зарегистрированный в Куйбышевском вдхр. патогенный *Ergasilus sieboldi* известен у хозяина и в нижнем течении Волги (Саратовское вдхр.) [наши неопубликованные данные].

Эктопаразиты совместно с личинками дигенетических сосальщиков образуют группу видов, активно инвазирующих хозяина. Метацеркария *Holostephanus cobitidis* является специфичным паразитом бычковых и обыкновенной щиповки *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758 (Cypriniformes, Cobitidae) [Судариков и др., 2006]. Распространённая у рыб сем. *Gobiidae* в Каспийском море [Судариков и др., 2006; Семёнова и др., 2007], личинка *H. cobitidis* сохраняется у бычков и в волжских водохранилищах, хотя и с низкой встречаемостью и численностью [Тютин и др., 2012; Kvach et al., 2015; Минеева, 2019]. Сосальщик впервые зарегистрирован в составе паразитов рыб Средней Волги лишь в 2019 г. (единично обнаружен у кругляка Куйбышевского вдхр.) [Минеева, Semenov, 2021]. Низкая заражённость чужеродных бычков исследуемой трематодой может быть связана с неравномерностью распределения в водоёме брюхоногого моллюска *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) [Михайлов, 2014], промежуточного хозяина червя.

Видовая идентификация единично зарегистрированной метацеркарии р. *Diplostomum* затруднена вследствие деформации эмбриональных тканей личинки, вызванной фиксацией 70°-м спиртом.

Шесть видов гельминтов (в том числе доминант *N. skrjabini*) заражают бычка-головача трофическим путём. Нематодофауна *N. iljini* в северной части приобретённого ареала включает 3 кишечных вида, наиболее распространены черви р. *Camallanus* (табл. 2). Рыбы р. *Neogobius*, дефинитивные хозяева камаллянусов, могут заражаться последними при потреблении инвазированных веслоногих рачков родов *Cyclops*, *Mesocyclops*, *Acanthocyclops*, являющихся промежуточным звеном в цикле развития нематод. Как правило, в этом случае заражённость бычков незначительна, поскольку планктонные организмы являются редким компонентом их пищевого рациона как в нативном, так и в приобретённом ареале [Богущая и др., 2004; Семенов, 2009; Евланов и др., 2013]. Крупные бычки разных видов демонстрируют склонность к ихтиофагии, что является ещё одним способом заражения их камаллянусами (нематоды приобретаются через молодь мирных карповых рыб – резервуарных хозяев паразитов). В этом случае заражённость бычков может достигать значительных величин [Kvach et al., 2015; Минеева, 2018].

В нашем исследовании все обнаруженные черви р. *Camallanus* были представлены молодыми экземплярами, не достигшими половой зрелости, что свидетельствует о недавней инвазии хозяина. Следует отметить, что заражённость головача Куйбышевского вдхр. *C. lacustris* и *C. truncatus* превышает встречаемость и численность этих видов у бычка-кругляка, отловленного в тех же станциях водоёма [Минеева, Semenov, 2021]. Это может косвенно свидетельствовать о том, что именно ихтиофагия является преимущественным каналом инвазии *N. iljini* камаллянусами. Во всех исследованных плёсах основу пищевого рациона хищника составляла рыба, на потребление которой тот переходит уже на 1-м году жизни [Семенов, 2009].

В водоёмах-донорах для каспийского бычка-головача известен лишь *C. lacustris* [Семё-

нова и др., 2007; Kvach et al., 2015], уровень инвазии которым сопоставим с полученными нами данными. Гельминт сохраняется и в инвазивной части ареала, где вселенец дополнительно включается в циркуляцию *C. truncatus* (вид впервые зарегистрирован в составе паразитов нижеволжских популяций *N. iljini* (Саратовское вдхр.)) [Минеева, 2018].

Единично регистрируемой *Pseudocapillaria tomentosa* головач заражается при питании инвазированными олигохетами родов *Tubifex* и *Limnodrilus* (резервуарные или промежуточные хозяева в цикле развития паразита), которые весьма распространены в Куйбышевском вдхр. [Куйбышевское водохранилище..., 2008; Перова и др., 2018]. Эта патогенная нематода (поражает слизистую оболочку кишечника рыб) известна у *N. iljini* и в нативном [Семёнова и др., 2007], и в приобретённом ареале (Саратовское вдхр.) [Минеева, 2018], где также встречается с низкой частотой и численностью.

Заражение бычков скребнями *Acanthocephalus lucii* и *Pomphorhynchus laevis* обусловлено питанием рыб бентосными организмами. Первый приобретается через инвазированного рачка *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) (Malacostraca, Isopoda), который был особенно многочислен в первые годы после создания Куйбышевского вдхр. [Куйбышевское водохранилище, 1983], но впоследствии значительно снизил своё присутствие на мелководьях разного типа [Куйбышевское водохранилище..., 2008]. Следует отметить, что *A. lucii* не известен у головача в Каспийском море и дельте Волги [Семёнова и др., 2007; Kvach, Ondračková, 2020], данный вид приобретается уже в водоёмах-реципиентах – впервые отмечен в составе паразитов *N. iljini* Саратовского вдхр. [Минеева, 2013а].

*P. laevis* использует в качестве промежуточных хозяев разные виды бокоплавов (Amphipoda, Gammaridae), что определяет высокую заражённость паразитом именно бентосоядных рыб, которые могут выполнять в его цикле развития в том числе роль резервуарных хозяев [Определитель..., 1987]. Скребень встречается у головача и в нативном [Семёнова и др., 2007], и приобретённом ареале [Минеева, 2013а; Kvach et al., 2015].

Является патогенным гельминтом, способен прободать стенку кишечника рыб, проникать во внутренние органы, вызывая, таким образом, воспалительные процессы и присоединение вторичной инфекции. Подобная картина наблюдалась и в нашем исследовании: зарегистрированный экземпляр скребня крепился крючьями в печени рыбы, тело при этом находилось в её кишечнике.

Приведённый нами список макропаразитов бычка-головача Куйбышевского вдхр. (12 видов), безусловно, не может претендовать на полноту. Информативность паразитологического исследования ихтиологического материала, фиксированного любым способом (замораживание, применение 4%-го формальдегида или 70°-го этанола), значительно снижена, что приводит к неполным качественным и количественным данным о составе паразитов [Kvach et al., 2018]. Так, моногенея *Gyrodactylus sp.* была обнаружена у одного из двух исследованных живыми бычков, но не зарегистрирована ни у одной из 55 фиксированных этиловым спиртом особей.

Обращает на себя внимание разнообразие крупных таксонов паразитов – у головача Куйбышевского вдхр. обнаружены представители 7 классов паразитических Metazoa (табл. 2). Заражённость бычковых рыб, которые легко приобретают новых паразитов в водоёмах-реципиентах [Kvach et al., 2015; Mineeva, 2019; Kvach, Ondračková, 2020], напрямую зависит от спектра питания и образа жизни животных.

Приуроченность рыб к прогреваемым мелководьям с каменистым, галечным и песчано-галечным грунтом определяет инвазию метацеркариями трематод (вследствие пространственной близости с моллюсками, промежуточными хозяевами сосальщиков) и эктопаразитами. Такое же число макропаразитов (6 видов) приобретается рыбами трофическим путём.

В Каспийском море *N. iljini* питается преимущественно рыбой (в том числе бычками), в меньшей степени – ракообразными и моллюсками [Богущая и др., 2004]. В реципиентных водоёмах (водохранилища Средней и Нижней Волги) основу пищевого рациона вида по встречаемости составляют бокопла-

вы, в том числе чужеродные *Dikerogammarus villosus* Sowinsky, 1894, *D. haemobaphes* Eichwald, 1841, *Pontogammarus robustoides* Sars, 1894 [Рыбы севера..., 2007; Семенов, 2009]. Большое значение в откорме головача в водоёмах приобретённого ареала сохраняет молодь рыб, на потребление которой *N. iljini* переходит уже на 1-м году жизни, – это доминирующий компонент питания по массе. Каспийский бычок-головач – единственный хищник мелководья Куйбышевского вдхр., охотящийся на минимальных глубинах, где другие хищные виды рыб практически не встречаются [Семенов, 2009]. Другие группы гидробионтов (моллюски, личинки хирономид и стрекоз, планктонные ракообразные) являются редкими компонентами пищевого рациона вселенца [Рыбы севера..., 2007; Семенов, 2009].

Настоящим исследованием выявлены определённые различия в спектре питания *N. iljini* в разных участках Куйбышевского вдхр. Так, в Ундорском плёсе рацион головача включал молодь рыб, личинок хирономид (Diptera, Chironomidae) и бокоплавов. В акватории Ульяновского плёса спектр питания бычка расширился за счёт планктонных ракообразных (преимущественно родов *Daphnia* и *Bosmina*). Наиболее разнообразно вселенец питался в Усинском заливе, где рацион особей включал также моллюсков р. *Dreissena*, личинок стрекоз и мух.

Спектр питания рыб определяется в первую очередь доступностью кормовых объектов. Качественные и количественные характеристики зоопланктона и зообентоса в отдельных участках Куйбышевского вдхр. тесным образом связаны с особенностями гидролого-гидрохимических условий плёсов: антропогенным эвтрофированием, климатическими флуктуациями, пространственной неоднородностью распределения потоков биогенной нагрузки на водоём, уровенным режимом. Последний фактор способен значительно нивелировать качественные и количественные показатели популяций гидробионтов литоральных участков, в первую очередь сидячих и прикреплённых форм [Хамитов и др., 2014]. Таким образом, своеобразие гидрологического режима отдельных плёсов

Куйбышевского вдхр. является важнейшим фактором, определяющим состав их фауны, в том числе фауны паразитов.

Нами выявлены определённые различия в видовом составе макропаразитов и основных показателях инвазии головача в отдельных участках исследуемого водоёма (табл. 3).

Наиболее разнообразная фауна макропаразитов наблюдалась у бычков, отловленных в Приплотинном плёсе Куйбышевского вдхр. (7 видов), однако треть исследованных рыб из данного участка свободны от заражения. В то же время в средней части водоёма (Ундорский и Ульяновский плёсы) при отмечаемом наименьшем видовом разнообразии паразитических Metazoa (4 и 6 видов, соответственно) инвазированы практически все отловленные особи *N. iljini* (табл. 3).

Подавляющее число видов паразитов (8 из 12) зарегистрированы только в каком-то одном плёсе (табл. 3), следствием чего является низкое сходство состава паразитофаун каспийского бычка-головача в разных точках водохранилища. Более всего схожи составы макропаразитов у рыб, отловленных в Ундорском и Ульяновском плёсах (выявлено 3 общих вида).

Единственный паразит, обнаруживаемый у головача во всех плёсах, – кишечная трематода *N. skrjabini*, высокий уровень инвазии которой (табл. 3) свидетельствует о значительной роли бокоплавов, в том числе чужеродных, в питании рыб. Сосальщик является доминантным видом в составе паразитофауны бычков во всех участках водохранилища, однако заражённость рыб гельминтом в отдельных плёсах существенно различается (табл. 3). Минимальные показатели инвазии головача трематодой отмечаются в выборке из Приплотинного плёса (практически полностью (19 экз. из 24) отобрана в Усинском заливе в июне 2019 и 2020 гг.), что может быть следствием невысокой численности брюхоногого моллюска *L. naticoides*, промежуточного хозяина червя, в данном участке водоёма. Существует мнение, что инвазионная активность (скорость расселения) гравийной улитки в заливы водохранилища сравнительно невелика, что обусловлено в основном летним «цветением» воды и связанными с



**Таблица 3.** Заражённость каспийского бычка-головача в отдельных плёсах Куйбышевского водохранилища

Паразит	П	Ундорский плёс	Ульяновский плёс	Приплотинный плёс
<i>Gyrodactylus</i> sp.	ЭИ	–	–	4.17±4.17
	ИИ	–	–	1
	ИО	–	–	0.04±0.04
<i>N. skrjabini</i>	ЭИ	83.33±9.04	100.00	62.50±10.09
	ИИ	1–211	2–453	1–52
	ИО	47.06±16.80	166.00±42.52	7.17±2.71
<i>H. cobitidis</i>	ЭИ	–	–	4.17±4.17
	ИИ	–	–	1
	ИО	–	–	0.04±0.04
<i>Diplostomum</i> sp.	ЭИ	–	–	4.17±4.17
	ИИ	–	–	1
	ИО	–	–	0.04±0.04
<i>P. tomentosa</i>	ЭИ	–	–	4.17±4.17
	ИИ	–	–	1
	ИО	–	–	0.04±0.04
<i>C. lacustris</i>	ЭИ	22.22±10.08	20.00±10.69	–
	ИИ	1–4	1–3	–
	ИО	0.50±0.27	0.40±0.23	–
<i>C. truncatus</i>	ЭИ	11.11±7.62	6.67±6.67	–
	ИИ	2–4	1	–
	ИО	0.33±0.24	0.07±0.07	–
<i>A. lucii</i>	ЭИ	–	6.67±6.67	–
	ИИ	–	1	–
	ИО	–	0.07±0.07	–
<i>P. laevis</i>	ЭИ	–	–	4.17±4.17
	ИИ	–	–	1
	ИО	–	–	0.04±0.04
<i>Rhynchobdellida</i> gen. sp.	ЭИ	16.67±9.04	–	–
	ИИ	1	–	–
	ИО	0.17±0.09	–	–
<i>Unionidae</i> gen. sp.	ЭИ	–	20.00±10.69	4.17±4.17
	ИИ	–	1–13	1
	ИО	–	1.67±1.09	0.04±0.04
<i>E. sieboldi</i>	ЭИ	–	6.67±6.67	–
	ИИ	–	1	–
	ИО	–	0.07±0.07	–
Всего видов паразитов		4	6	7
Общая заражённость, %		94.44±5.56	100.00	66.67 ±9.83

*Примечание.* П – параметры, «–» – паразит не обнаружен, в выборку из Приплотинного плёса объединены данные из Усинского залива и яхт-клуба «Роза ветров».

этим заморными явлениями в прибрежной зоне, а также повышением температуры воды в водоёмах [Kurina, 2020].

В целом необходимо отметить, что видовой состав паразитофауны каспийского бычка-головача значительно обедняется по мере продвижения вида на север от нативного ареала. В Каспийском море и дельте Волги для *N. iljini* известно не менее 60 видов макропаразитов [Судариков и др., 2006; Семёнова и др., 2007; Kvach et al., 2015; Kvach, Ondračková, 2020]. Состав метазойных паразитов бычка-головача Куйбышевского вдхр. (табл. 2) значительно беднее, чем у нижеволжских популяций хозяина, для которых выявлено 29 видов [Kvach et al., 2015; Минеева, 2013а, 2018; Mineeva, 2019]. При этом необходимо отметить достаточно высокое сходство параз-

итофаун головача Средней и Нижней Волги: 11 видов макропаразитов *N. iljini* Куйбышевского вдхр. (91.7% от общего таксономического состава) известны у хозяина в Саратовском и Волгоградском водохранилищах (неопределённую до вида пиявку мы пока не относим в их число). Можно констатировать, что состав паразитофауны головача Куйбышевского вдхр. представляет собой значительно усечённый список паразитических Metazoa бычков Нижней Волги.

В причинах столь существенных различий видовой разнообразия макропаразитов вселенца в отдельных реципиентных водоёмах ещё предстоит разобраться, однако совершенно очевидно, что исследование живых (нефиксированных каким-либо способом) рыб, отловленных на разных биотопах, по-

зволит значительно расширить список паразитов, инвазирующих бычков Средней Волги. В том числе, за счёт редких видов (встречающихся единично), которые могут достигать большого разнообразия в составе паразитофауны. Так, в расположенном ниже Саратовском вдхр. из 27 зарегистрированных видов макропаразитов (вскрывались только живые головачи) 7 видов (трематоды *Bunodera luciopercae* Müller, 1776, *Phyllodistomum folium* Olfers, 1926, *Rhipidocotyle campanula* Dujardin, 1845 (mtc.), *Hysteromorpha triloba* Lutz, 1931 (mtc.), *Apharhyngostrigea cornu* Ciurea, 1927 (mtc.), нематоды *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909 (l.), *Desmidocercella numidica* Seurat, 1920 (l.)) обнаружены всего по одному разу за весь период исследования (2009–2015 гг.) [Минеева, 2018; Mineeva, 2019].

Отдельного внимания, на наш взгляд, заслуживает факт отсутствия у *N. iljini* Куйбышевского вдхр. червей, развитие которых протекает с участием зоопланктонных организмов (как указывалось выше, наиболее вероятным способом заражения бычков нематодами р. *Camallanus* является ихтиофагия). В первую очередь это касается видов, достигающих в расположенном ниже водоёме (Саратовское вдхр.) высоких показателей встречаемости и численности у исследуемого хозяина – личинки нематоды *Contraecaecum microcephalum* (Rudolphi, 1819) (ЭИ=62.04%, ИО=3.38 экз.) [Минеева, 2018] и плероцеркоида *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (ЭИ=50.00%, ИО=2.15 экз.) [Минеева, Минеев, 2019], облигатными промежуточными хозяевами которых являются веслоногие рачки (Crustacea, Copepoda).

Нематода, в реализации жизненного цикла которой в качестве факультативных промежуточных хозяев принимают участие личинки стрекоз и мальки рыб, известна у карповых и окунёвых рыб в притоках Куйбышевского вдхр. (реки Кама и Большой Черемшан) [Костарев, 2003; Рубанова, 2016].

Цестода *T. crassus* (Pseudophyllidea, Triaenophoridae), представитель арктического пресноводного зоогеографического комплекса, – специфичный паразит рыб сем. Gobiidae [Куперман, 1973]. Южная форма червя широ-

ко распространена у головача и в нативном ареале [Семёнова и др., 2007], и в реципиентных водоёмах (Саратовское вдхр., Нижняя Волга) [Минеева, Минеев, 2019]. Бычки (дополнительные хозяева в цикле развития гельминта) активно включаются в местные пищевые сети, что приводит к заражению их лентецом при питании рачками и дальнейшей передаче инвазии облигатному дефинитивному хозяину – щуке.

В летний период Куйбышевское вдхр. по показателям зоопланктона соответствует характеристикам эвтрофного водоёма [Лазарева и др., 2018б]. Особенностью структуры зоопланктона водохранилища в настоящее время является высокая доля копепод, образующих около 50% численности и более 50% биомассы [Лазарева и др., 2018а, б]. Именно циклопы и каляниды, обладающие хищным типом питания, играют роль промежуточных хозяев в цикле развития *T. crassus* [Куперман, 1973]. Зарегистрированные нами в кишечных трактах бычков ветвистоусые рачки семейств Daphniidae и Bosminidae в силу устройства челюстного аппарата и характера питания (тонкие фильтраторы) не могут заглатывать достаточно крупные по размерам яйца цестоды, следовательно, не участвуют в реализации её жизненного цикла.

Необходимо отметить, что, в Куйбышевском вдхр. пока не регистрируется и северная форма цестоды *T. crassus* [Zhokhov et al., 2019], которая продвигается на юг вслед за своим дополнительным хозяином – европейской ряпушкой *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758), расселившейся по всей акватории водоёма [Shakirova et al., 2015]. Таким образом, это водохранилище остаётся «белым пятном» в карте распространения лентеца в бассейне Волги, что, несомненно, требует дальнейшего изучения паразитофауны рыб-вселенцев (бычков и ряпушки) и аборигенной щуки (как облигатного дефинитивного хозяина паразита).

Помимо каспийского бычка-головача, в исследуемом водоёме обитают и другие представители сем. Gobiidae – бычки цуцик, кругляк и песочник, а также пуголовка звёздчатая *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) [Shakirova et al., 2015]. В паразитологическом

отношении изучен только известный в водоёме с 1968 г. бычок-кругляк, для которого зарегистрировано 16 видов макропаразитов [Mineeva, Semenov, 2021]. Паразитофауны *N. iljini* и *N. melanostomus*, не образующих в водохранилище пространственно разобщённых стай (обитают в одних биотопах), характеризуются достаточно высоким видовым сходством, общими для бычков являются 8 видов паразитических Metazoa. Однако у головача обнаруживается гораздо большее разнообразие крупных таксонов паразитов (7 классов), в то время как у кругляка, отловленного в тех же участках водохранилища, отмечены только цестоды, трематоды, нематоды и личинки двустворчатых моллюсков [Mineeva, Semenov, 2021].

### Заключение

Каспийский бычок-головач в Куйбышевском вдхр. инвазирован 12 видами и не определёнными до вида формами многоклеточных паразитов, состав которых в отдельных участках (плёсах) водоёма характеризуется низким видовым сходством. Чужеродная трематода *Nicolla skrjabini*, нативный ареал которой ограничен реками Азово-Черноморского бассейна, – единственный вид, встречающийся у рыб во всех точках исследования. Высокий уровень заражения сосальщиком свидетельствует о значительной роли амфипод, в том числе инвазивных, в питании бычков. Большинство зарегистрированных паразитов являются широкоспецифичными местными видами, в циркуляции которых головач не играет существенной роли.

Отмечается значительное обеднение видового состава макропаразитов *Neogobius iljini* по мере продвижения вселенца вверх по каскаду волжских водохранилищ. Вместе с тем, фауны паразитических Metazoa каспийского бычка-головача Средней и Нижней Волги характеризуются достаточно высоким видовым сходством.

Составы паразитов *N. iljini* и близкородственного *N. melanostomus* в исследованной акватории Куйбышевского вдхр. также демонстрируют высокое сходство, что обусловлено общностью биотопов и значительным совпадением спектров питания рыб.

### Благодарности

Авторы благодарны канд. биол. наук О.В. Мухортовой (СамФИЦ РАН, ИЭВБ РАН, Тольятти) за помощь в определении ракообразных.

### Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства высшего образования и науки России (тема № АААА-А17-117112040039-7).

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

### Литература

- Алеев Ф.Т., Семенов Д.Ю. Новые данные о нахождении рыб-вселенцев (Gobiidae, Pisces) в Ульяновском и Ундоровском плёсах Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья. Сборник научных трудов Ульяновского государственного педагогического университета. 2003. Вып. 4. С. 96–99.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 3. С. 926–1382.
- Бисерова Л.И. Паразитологические аспекты инвазий чужеродных видов // Труды ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 137–141.
- Богуцкая Н.Г., Болдырев В.С., Насека А.М. Бычки Neogobiinae (Teleostei: Gobiidae) в экосистемах Евразии и североамериканских Великих озёр // В кн.: Биологические инвазии в водные и наземные экосистемы / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богуцкой. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 297–320.
- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Гавлена Ф.К. Бычок-головач *Neogobius kessleri* (Günther) в Волгоградском водохранилище // Вопросы ихтиологии. 1977. Т. 17. № 2. С. 359–360.
- Галанин И.Ф. Исследование расселения бычка-цуцика *Proterorhinus marmoratus* (Palas, 1814) в Куйбышевском водохранилище // Учёные записки Казанского государственного университета. Естественные науки. 2009. Т. 151. Кн. 2. С. 250–259.
- Галанин И.Ф. К вопросу о расселении бычков родов *Neogobius* и *Proterorhinus* в прибрежье Куйбышевского водохранилища // Российский журнал биологических инвазий. 2012. №1. С. 32–37.

- Герасимов Ю.В., Карабанов Д.П. Видовая структура рыбного населения Рыбинского водохранилища // В кн.: Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология / Под ред. Ю.В. Герасимова. Ярославль: Филигрань, 2015. С. 8–21.
- Евланов И.А., Кириленко Е.В., Минеев А.К., Минеева О.В., Мухортова О.В., Попов А.И., Рубанова М.В., Шемонаев Е.В. Влияние чужеродных видов гидробионтов на структурно-функциональную организацию экосистемы Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(7). С. 2277–2286.
- Жохов А.Е., Молодожникова Н.М., Пугачёва М.Н. Расселение трематод-вселенцев *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928) и *Plagioporus skrjabini* Kowal, 1951 (Trematoda: Oprescoelidae) в Волге // Экология. 2006. № 5. С. 398–400.
- Изюмова Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути её формирования. Л.: Наука, 1977. 284 с.
- Клевакин А.А., Минин А.Е., Блинов Ю.В. Аннотированный каталог рыб водоёмов Нижегородской области. Нижний Новгород: Типография Нижегородского ун-та, 2003. 36 с.
- Козловская С.И. Бычки в Саратовском водохранилище // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37. № 3. С. 420.
- Костарев Г.Ф. Паразиты и болезни рыб бассейна Средней Камы (в условиях загрязнения). Пермь: Изд-во ПГУ, 2003. 194 с.
- Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. 214 с.
- Куйбышевское водохранилище: научно-информационный справочник / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.
- Куперман Б.И. Ленточные черви рода *Triacnophorus* – паразиты рыб (экспериментальная систематика, экология). Л.: Наука, 1973. 208 с.
- Лазарева В.И., Сабитова Р.З., Быкова С.В., Жданова С.М., Соколова Е.А. Распределение летнего зоопланктона в каскаде водохранилищ Волги и Камы // Труды ИБВВ РАН. 2018а. Вып. 83(86). С. 62–84.
- Лазарева В.И., Сабитова Р.З., Соколова Е.А. Особенности структуры и распределения позднелетнего (август) зоопланктона в водохранилищах Волги // Труды ИБВВ РАН. 2018б. Вып. 82(85). С. 28–51.
- Лапкина Л.Н., Жарикова Т.И., Свирский А.М. Заражённость рыб пиявками (сем. Piscicolidae) в волжских водохранилищах // Паразитология. 2002. Т. 36, вып. 2. С. 132–139.
- Лутта А.С. Воспаление жабр у *Acipenser nudiventris*, вызванное моногенетическим сосальщиком *Nitzschia sturionis* Abildg. // Зоологический журнал. 1941. Т. 20. № 4–5. С. 520–527.
- Минеева О.В. Фауна паразитов бычка-головача *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev, 1996) Саратовского водохранилища // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013а. № 4(1). С. 158–161.
- Минеева О.В. Паразиты некоторых видов рыб-вселенцев Саратовского водохранилища // Вестник ТГУ. 2013б. Т. 18, вып. 3. С. 886–890.
- Минеева О.В. Нематоды бычковых рыб (Perciformes, Gobiidae) в Саратовском водохранилище // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. № 2. С. 67–72.
- Минеева О.В., Минеев А.К. Чужеродная цестода *Triacnophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) у рыб Саратовского водохранилища // Учёные записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2019. Кн. 2. С. 325–338.
- Минин А.Е., Постнов Д.И., Логинов В.В., Якимов В.Н. К вопросу о статистическом анализе пространственной структуры рыбного населения побережья Чебоксарского водохранилища по данным неводных съёмов // Известия КГТУ. 2011. № 22. С. 159–166.
- Михайлов Р.А. Видовой состав пресноводных моллюсков водоёмов Среднего и Нижнего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 5(5). С. 1765–1772.
- Москалькова К.И. *Neogobius iljini* Vasiljeva et Vasiljev, 1996 – каспийский бычок-головач // В кн.: Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. Т. 2. С. 119–120.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Л.: Наука, 1985. 425 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Л.: Наука, 1987. 583 с.
- Перова С.Н., Пряничникова Е.Г., Жгарева Н.Н., Зубишина А.А. Таксономический состав и обилие макрозообентоса волжских водохранилищ // Труды ИБВВ РАН. 2018. Вып. 82(85). С. 52–66.
- Рубанова М.В. Фауна гельминтов окуня *Perca fluviatilis* L., 1758 (Osteichthyes, Perciformes) р. Большой Черемшан (Куйбышевское водохранилище) // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 5(3). С. 489–492.
- Рыбы севера Нижнего Поволжья: В 3 кн. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2007. 208 с.
- Самые опасные инвазионные виды России (топ-100) / Под ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г.Петросяна, Л.А. Хляп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
- Семенов Д.Ю. Роль бычка-головача (*Neogobius iljini* Vasiljeva et Vasiljev, 1996) в трофической цепи экосистемы Ульяновского плёса Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск, 2005. Вып. 6. С. 32–34.
- Семенов Д.Ю. Данные о морфологии и биологии каспийского бычка-головача *Neogobius gorlap* (Perciformes, Gobiidae) Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 6. С. 856–859.
- Семёнова Н.Н., Иванов В.П., Иванов В.М. Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. 558 с.
- Семенченко В., Ризевский В. Биологическое загрязнение пресноводных экосистем Беларуси // Наука и инновации. 2013. № 4(122). С. 25–27.
- Слынько Ю.В., Кияшко В.И., Яковлев В.Н. Рыбы-вселенцы в бассейне Верхней Волги // В кн.: Экологиче-

- ские проблемы Верхней Волги / Ред. А.И. Копылов. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. С. 84–86.
- Слынько Ю.В., Терещенко В.Г. Рыбы пресных вод Понто-Каспийского бассейна (разнообразие, фауногенез, динамика популяций, механизмы адаптаций). М.: Изд-во ПОЛИГРАФ-ПЛИУС, 2014. 328 с.
- Стенько Р.П. Жизненный цикл трематоды *Crowcrocaecum skrjabini* (Iwanitzky, 1928) (Allocreadiata, Opencelidae) // Паразитология. 1976. Т. 10, вып. 1. С. 9–16.
- Судариков В.Е., Ломакин В.В., Атаев А.М., Семёнова Н.Н. Метациркулярии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги // Метациркулярии трематод – паразиты гидробионтов России. Т. 2. М.: Наука, 2006. 183 с.
- Токинова Р.П., Закирова А.Р. Состав и распределение пиявок (Clitellata: Hirudinida) в пресноводной фауне Татарстана // Российский журнал прикладной экологии. 2017. № 1. С. 32–37.
- Тютин А.В., Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И., Медянцева Е.Н. Паразиты гидробионтов-вселенцев в бассейне Верхней Волги // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 4. С. 96–105.
- Хамитов О.И., Тарасов Г.С., Яковлев В.А., Фролова Л.А. Влияние сезонной динамики уровня воды на макрозообентос литоральных участков Куйбышевского водохранилища в районе пос. Старое Аракчино (г. Казань) // Учёные записки Казанского университета. Естественные науки. 2014. Т. 156. Кн. 3. С. 58–66.
- Шашуловский В.А., Ермолин В.П. Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45. № 3. С. 324–330.
- Ermolin V.P. Composition of the ichthyofauna of the Saratov reservoir // Journal of Ichthyology. 2010. Vol. 50. No. 2. P. 211–215.
- Fauna Europaea (Электронный ресурс) // (<http://www.fauna-eu.org/>). Accessed on 04.03.2021.
- Gendron A.D., Marcogliese D.J., Thomas M. Invasive species are less parasitized than native competitors, but for how long? The case of the round goby in the Great Lakes-St. Lawrence Basin // Biological Invasions. 2012. Vol. 14. P. 367–384.
- Jakovlić I., Piria M., Čprem N., Tomljanović T., Matulić D., Treer T. Distribution, abundance and condition of invasive Ponto-Caspian gobies *Ponticola kessleri* (Günther, 1861), *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), and *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Sava River basin, Croatia // Journal of Applied Ichthyology. 2015. Vol. 31. No. 5. P. 1–7.
- Koščo J., Košuthová L., Košuth P., Pekárik L. Non-native fish species in Slovak waters: origins and present status // Biologia. 2010. Vol. 65. No. 6. P. 1057–1063.
- Kurina E.M. Specific features of distribution of alien species of macrozoobenthos in the bays of reservoirs (by example of water bodies of the middle and lower Volga basins // Russian Journal of Biological Invasions. 2020. Vol. 11. No. 2. P. 118–125.
- Kvach Yu., Boldyrev V., Lohner R., Stepien C.A. The parasite community of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the Lower Volga River region // Biologia. 2015. Vol. 70. No. 7. P. 948–957.
- Kvach Yu., Kornyychuk Yu., Mierzejewska K., Rubtsova N., Yurakhno V., Grabowska J., Ovcharenko M. Parasitization of invasive gobiids in the eastern part of the Central trans-European corridor of invasion of Ponto-Caspian hydrobionts // Parasitological Research. 2014. Vol. 113. P. 1605–1624.
- Kvach Yu., Ondračková M. Checklist of parasites for Ponto-Caspian gobies (Actinopterygii: Gobiidae) in their native and non-native ranges // Journal of Applied Ichthyology. 2020. Vol. 36. No. 4. P. 472–500.
- Kvach Yu., Ondračková M., Janáč M., Jurajda P. Methodological issues affecting the study of fish parasites. III. Effect of fish preservation method // Diseases of aquatic organisms. 2018. Vol. 127. P. 213–224.
- Mineeva O.V. Infestation of fish with the alien parasite *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928) (Trematoda, Opencelidae) in the Saratov reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2016. Vol. 7. No. 3. P. 268–274.
- Mineeva O.V. The trematoda fauna of Ponto-Caspian gobies (Pisces, Gobiidae) in the Saratov reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2019. Vol. 10. No. 1. P. 22–29.
- Mineeva O.V., Mineev A.K. The first data on parasites of monkey goby *Neogobius fluviatilis* (Perciformes, Gobiidae) in the Saratov reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 341–347.
- Mineeva O.V., Semenov D.Yu. The parasite fauna of the round goby *Neogobius melanostomus* (Perciformes, Gobiidae) in the Kuybyshev reservoir (Middle Volga) // Russian Journal of Biological Invasions. 2021. Vol. 12. No. 1. P. 83–93.
- Molnar K. Some remarks on parasitic infections of the invasive *Neogobius spp.* (Pisces) in the Hungarian reaches of the Danube River, with a description of *Goussia szekelyi sp. n.* (Apicomplexa: Eimeriidae) // Journal of Applied Ichthyology. 2006. Vol. 22. No. 5. P. 1–6.
- Ondračková M. *Gyrodactylus proterorhini* in its non-native range: distribution and ability to host-switch in freshwaters // Parasitological Research. 2016. Vol. 115. P. 3153–3162.
- Ondračková M., Dávidová M., Pečmková M., Blažek R., Gelnar M., Valová Z., Černý J., Jurajda P. Metazoan parasites of *Neogobius* fishes in the Slovak section of the River Danube // Journal of Applied Ichthyology. 2005. Vol. 21. No. 4. P. 345–349.
- Ondračková M., Šimková A., Civaňová K., Vyskočilová M., Jurajda P. Parasite diversity and microsatellite variability in native and introduced populations of four *Neogobius* species (Gobiidae) // Parasitology. 2012. Vol. 139. Iss. 11. P. 1493–1505.
- Prazdnikov D.V., Vasil'ev V.P., Vasil'eva E.D. Polymorphism and interpopulation variability of the karyotype in the caspian bighead goby *Neogobius gorlap* (Gobiidae, Perciformes) // Journal of Ichthyology. 2013. Vol. 53. No. 6. P. 425–430.
- Shakirova F.M., Severov Y.A., Latypova V.Z. Modern composition of alien fish species in the Kuybyshev reservoir and possible introduction of new representatives into its ecosystem // Russian Journal of Biological Invasions. 2015. Vol. 6. No. 4. P. 278–291.

- Simberloff D., Von Holle B. Positive interactions of non-indigenous species: invasional meltdown? // *Biological Invasions*. 1999. Vol. 1. P. 21–32.
- Skomorokhov M.O. Caspian bighead goby *Neogobius gorlap* Iljin in Berg, 1949 (Gobiidae, Pisces) – a new invader species in the Moscow River // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2016. Vol. 7. No. 3. P. 297–301.
- Slynko Yu.V., Dgebuadze Y.Y., Novitskiy R.A., Kchristov O.A. Invasions of alien fishes in the basins of the largest rivers of the Ponto-Caspian basin: composition, vectors, invasion routes, and rates // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2011. Vol. 2. No. 1. P. 49–59.
- Van Kessel N., Dorenbosch M., Kranenbarg J., Van der Velde G., Leuven R.S.E.W. Invasive Ponto-Caspian gobies rapidly reduce the abundance of protected native bullhead // *Aquatic Invasions*. 2016. Vol. 11. Iss. 2. P. 179–188.
- Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. *Neogobius gorlap* Iljin in Berg, 1949 // *The freshwater fishes of Europe*. Vol. 8/I. Mugilidae, Atherinidae, Atherinopsidae, Blenniidae, Odontobutidae, Gobiidae I / Ed. P.J. Miller. AULA-Verlag GmbH Wiebelstein, 2003. P. 253–264.
- Zhokhov A.E., Pugacheva M.N., Molodozhnikova N.M., Berechikidze I.A. Alien parasite species of the fish in the Volga river basin: a review of data on the species number and distribution // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 136–152.

## **FIRST DATA ON PARASITES OF *NEOGOBIUS ILJINI* (PERCIFORMES, GOBIIDAE) OF THE MIDDLE VOLGA**

© 2021 Mineeva O.V.<sup>a,\*</sup>, Semenov D.Yu.<sup>b,\*\*</sup>

<sup>a</sup> Samara Federal Research Scientific Center of the RAS,  
Institute of Ecology of Volga River Basin of the RAS, Tolyatti 445003, Russia;

<sup>b</sup> Ulyanovsk State University, Ulyanovsk 432017, Russia;  
e-mail: \*ksukala@mail.ru; \*\*perchsdj@list.ru

The results of a study of the fauna of multicellular parasites of the Caspian bighead goby *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev, 1996) in three reaches of the Kuibyshev reservoir (Middle Volga) are presented. Twelve species and undefined forms of parasites were found, including a specific to the fam. Gobiidae metacercaria *Holostephanus cobitidis*. The most diverse fauna of macroparasites is observed in the lower reaches of the reservoir (Priplotinny reach). The dominant species in the parasite fauna of the Caspian goby of the studied reservoir is the alien fluke *Nicolla skrjabini*, whose natural range is limited to the rivers of the Azov and Black seas basin.

**Key words:** Caspian bighead goby, parasite fauna, infestation, Kuibyshev reservoir.

## О ВСЕЛЕНИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MARENZELLERIA* (POLYCHAETA, SPIONIDAE) В БАССЕЙН КАСПИЙСКОГО МОРЯ

© 2021 Михайлова А.В.<sup>а,\*</sup>, Попова Е.В.<sup>а</sup>, Шипулин С.В.<sup>а</sup>,  
Максимов А.А.<sup>б</sup>, Плотников И.С.<sup>б,\*\*</sup>, Аладин Н.В.<sup>б</sup>

<sup>а</sup> Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань 414056, Россия;

<sup>б</sup> Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург 199034, Россия;

\*anna\_korotenko1983@mail.ru; \*\*igor.plotnikov@zin.ru

Поступила в редакцию 11.06.2020. После доработки 24.06.2021. Принята к публикации 31.07.2021

В 2018 г. в донной фауне Каспийского моря были обнаружены единичные экземпляры ранее здесь не встречавшегося вида полихет. С 2019 г. в пробах зоопланктона регистрируются пелагические личинки этого вида. Эти черви также встречены в питании проходных и полупроходных видов рыб. По морфологическим признакам данный вид полихет определён как *Marenzelleria arctica* – арктический вид, доминирующий в Финском заливе и, вероятно, проникший в Каспий по Волжско-Каспийскому инвазионному коридору.

**Ключевые слова:** вселенец, зообентос, Каспийское море, полихеты, *Marenzelleria*.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-45-49

### Введение

Полихеты рода *Marenzelleria* в последние десятилетия активно расселяются по морям Европы. Впервые отмеченные в Северном море в начале 1980-х гг., они проникли в Балтийское море, к середине 1990-х гг. заняв всю его акваторию вплоть до самых восточных и северных участков [Zettler et al., 2002; Kauppi et al., 2015]. В 2014 г. были обнаружены в дельте Дона и Таганрогском заливе Азовского моря [Сёмин и др., 2016].

Род *Marenzelleria* представлен пятью морфологически трудноразличимыми видами [Sikorski, Bick, 2004; Bick, 2005]. Поэтому с самого начала возникли серьёзные проблемы с определением таксономического статуса вселившихся видов. Первоначально проникшие в европейские воды полихеты были определены как *Marenzelleria wireni* Augener, 1913, позднее как североамериканский вид *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873). Считалось, что последний вселился и в Балтийское море [Zettler et al., 2002]. Однако в ходе последующей ревизии рода балтийских представителей рода выделили в новый вид, также имеющий североамериканские корни, *Marenzelleria neglecta* Sikorski and Bick, 2004. Дальнейшие исследования, выполненные с

помощью молекулярных методик, показали наличие в Балтийском море трёх представителей рода [Bastrop, Blank, 2006; Blank et al., 2008]. Кроме вышеупомянутых *M. viridis* и *M. neglecta* был обнаружен *M. arctica* (Chamberlin, 1920), ранее известный только из Арктического бассейна [Сикорский, Бужинская, 1998].

В территориальных водах России (восточная часть Финского залива и Калининградский сектор юго-восточной Балтики) встречены только два вида – *M. neglecta* и *M. arctica*, которые имеют тенденцию населять разные биотопы. *M. neglecta* обитает в мелководных, а *M. arctica* в глубоководных районах [Максимов, 2010; Кочешкова, Ежова, 2018; Гусев, 2020]. Два морфотипа морфологически почти идентичны описаниям *M. neglecta* и *M. arctica* были найдены в эстуарии Дона [Сёмин и др., 2016]. Наличие двух видов, однако, не подтвердилось методами генетического анализа, по результатам которого обе морфы были отнесены к *M. neglecta* [Syomin et al., 2017]. Такие исследования необходимы и для *Marenzelleria* из Каспия, они планируются и со временем будут проведены. Пока же мы ограничились установлением видовой принадлежности этих червей по другим признакам и до такой идентификации считаем

интересной публикацию о самом факте проникновения нового вида в Каспий и быстрого занятия им экологической ниши.

Недавно *M. neglecta* была обнаружена в Чёрном море у западного побережья Крыма [Болтачева и др., 2020].

Целью настоящей работы является указание на появление нового вида многощетинковых червей в бентосе Каспийского моря и включение его в трофические связи аборигенных видов ихтиофауны.

### Материал и методика

Сбор гидробиологического материала проводили в западной части Северного Каспия во время комплексных съёмок полупроходных и осетровых рыб в октябре 2018 г. на НИС «Гидробиолог» и в октябре 2019 г. на НИС «Исследователь Каспия» по стандартным сеткам станций, принятым ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Отбор и последующую обработку проб зообентоса осуществляли согласно методике ВНИРО [Романова, 1983].

Пробы зообентоса в Северном Каспии отбирали до 20-метровой изобаты. Орудием лова являлся дночерпатель «Океан-50» с площадью захвата 0.1 м<sup>2</sup>. Содержимое дночерпателя, грунт, помещали в сито с газом № 14 и тщательно промывали. После промывки всё, что осталось в сите: животных, остатки грунта – перекладывали в стеклянную тару. Весь собранный материал фиксировали 40%-м раствором формалина. В лабораторных условиях с использованием оптических приборов и применением определителей [Зенкевич, Броцкая, 1937; Плавильщиков, 1950; Атлас беспозвоночных..., 1968; Мамаев и др., 1976; Кутикова, Старобогатов, 1977] устанавливали видовой состав зообентоса. Определение вселившихся полихет проводили по ключам, опубликованным в статьях Сикорского и Бик [Sikorski, Bick, 2004; Bick, 2005]. Кроме видового состава оценивали численность и биомассу бентосных организмов.

### Полученные результаты

В ходе полупроходной съёмки в Каспийском море в октябре 2018 г. сотрудниками

лаборатории гидробиологии ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в донной фауне были обнаружены единичные экземпляры полихет сем. Spionidae, ранее не встречавшиеся в пробах и не относящиеся ни к одному из известных для Каспийского региона родов. Впервые эти многощетинковые черви были встречены в приглубой зоне Северного Каспия (банка Сигнал) в квадратах 422 (44°25' с. ш., 47°55' в. д.) и 440 (44°15' с. ш., 47°55' в. д.).

В 2019 г. количество особей нового вида в пробах зообентоса существенно увеличилось. Черви встречались в пробах с глубин 7–18 м при температурах 16–19 °С и солёности до 12.5‰. Пойманные экземпляры имели длину 10–50 мм, с преобладанием мелко-размерных особей. Черви были обнаружены на 7 станциях в северо-западной части моря (квадраты 383 (44°45' с. ш., 49°35' в. д.), 410 (44°35' с. ш., 49°25' в. д.), 425 (44°25' с. ш., 48°25' в. д.), 442 (44°15' с. ш., 48°15' в. д.), 460 (44°05' с. ш., 47°55' в. д.), 482 (43°55' с. ш., 48°15' в. д.) и 484 (43°55' с. ш., 48°35' в. д.)) в зоне выноса волжской струи, к востоку количество организмов в пробе быстро снижалось. Наиболее массовая представленность организма наблюдалась к октябрю 2019 г. По морфологическим критериям вселившаяся в Каспийское море полихета была идентифицирована как *M. arctia*. Однако поскольку на данный момент определение не подтверждено молекулярно-генетическими исследованиями, в работе использовано написание *Marenzelleria* sp. Основные диагностические признаки, использованные при идентификации вида: форма и размеры дорзальных чувствительных (нухальных) органов и количество несущих жабры сегментов.

В 2019 г. в пробах зоопланктона начали регистрировать пелагические личинки полихет не обнаруживавшегося ранее вида. Личинки были встречены на 18 станциях, расположенных на акватории западной части Северного Каспия.

### Обсуждение

Путаница с определениями породила скептицизм в отношении самой возможности видовой идентификации представителей рода



*Marenzelleria*, которую в настоящее время рекомендуется проводить методами генетического анализа. Тем не менее использование совокупности морфологических признаков и их меристических значений позволяет с большой долей достоверности определять этих полихет [Кочешкова, Ежова, 2018].

По комплексу этих признаков найденная в Каспийском море полихета соответствует опубликованным описаниям *M. arctia* [Sikorski, Bick, 2004; Bick, 2005]. Ближайшим к Каспию водоёмом, в котором встречается *M. arctia*, является Финский залив Балтийского моря. Личинки этого вида могли попасть в Каспий с балластными водами судов, идущих из Балтийского моря. В принципе, не исключено проникновение этого вида непосредственно из арктического бассейна по понто-волжско-каспийскому инвазионному коридору. С вселением *M. arctia* были связаны наиболее значительные изменения в бентосе Финского залива. Образование мощных популяций полихет привело к многократному увеличению общей численности и биомассы зообентоса, особенно на илистых грунтах, залегающих в глубоководных участках залива. Биомасса в период 2008–2009 гг. выросла почти в 45 раз, достигнув максимально известных для этого района величин. В течение нескольких последних лет наметилась тенденция к некоторому снижению количественных показателей чужеродных полихет, что типично для инвазионных видов. Как правило, после резкой вспышки численности популяции вселенца наблюдается некоторое снижение и стабилизация её на более низком уровне. Снижение количественных показателей полихет привело к уменьшению их доли в общей биомассе бентоса. Однако *M. arctia* по-прежнему остаётся самым широко распространённым и одним из многочисленных представителей макрозообентоса, продолжая господствовать в донных сообществах на большей части акватории залива [Максимов, 2018]. В российских водах Южной и Восточной Балтики *M. arctia* приурочена к относительно глубоководным, мезотрофным акваториям, с солёностью выше 5‰.

Однако, в свете недавнего выделения в Таганрогском заливе формы *M. neglecta*, мор-

фологически, по сути дела, идентичной описанию *M. arctia*, весьма вероятным выглядит проникновение указанной формы из бассейна Азовского моря через Волго-Донской канал; тем более, что абиотические условия в дельте Волги и Северном Каспии сходны с таковыми в дельте Дона и Таганрогского залива [Сёмин и др., 2016; Syomin et al., 2017]. Распределение *M. neglecta* приурочено к мелководным, эвтрофным и гипертрофным, солоноватоводным бассейнам. Планируемые нами в дальнейшем исследования молекулярных признаков помогут уточнить как видовую принадлежность проникшей в Каспий *Marenzelleria*, так и прояснить ситуацию с регионом-донором.

Представители полихет рода *Marenzelleria* – одни из наиболее успешных в Балтийском море видов-вселенцев последнего времени. Впервые появившись в 1985 г., к началу 1990-х гг. полихеты колонизировали всё Балтийское море. Они играют значительную роль в процессах биотурбации и биоирригации донных осадков, тем самым влияя на трофический статус мелководных акваторий [Maximov et al., 2015].

Проникновение обоих этих видов в Каспий выглядит практически неизбежным, учитывая высокую инвазионную активность полихет р. *Marenzelleria*, а также интенсивное судоходство по Волго-Балтийскому пути и Волго-Донскому каналу. В целом, со временем логично ожидать воспроизведения в Каспийском море, если в него действительно проникли оба вида, той ситуации, которую мы наблюдали в Финском заливе и юго-восточной Балтике, а именно, разделение акватории между двумя представителями рода.

В пределах своего естественного ареала, в частности в эстуариях Енисея и Амура, *M. arctia* активно используются в пищу осетровыми [Грезе, 1957; Колобов и др., 2013]. Первые данные указывают на то, что новый кормовой ресурс интенсивно осваивается аборигенными видами рыб Каспийского моря. Поскольку вселённый в 1939 г. многощетинковый червь нереис *Hediste diversicolor* стал важным элементом кормовой базы бентосоядных видов рыб Каспия, включая осетровых, уже с 1944 г., интересно проследить

развитие взаимоотношений нового вселенца с местной фауной в современных экологических условиях.

Колонизация нового вселенца в Каспийское море, с учётом результатов инвазии полихет р. *Marenzelleria* в бассейны других водных систем, предполагает расширение кормовой базы рыб, формирование новых биотопов с представителями аборигенной фауны и включение вселенца в процессы био-иригации моря.

### Финансирование работы

Исследование и подготовка рукописи выполнялись по государственному заданию ФГБНУ «ВНИРО» по темам № 076-00005-19-00, № 076-00005-20-02 в рамках государственной работы «Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов во внутренних водах, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях» и частично по государственному заданию ФГБУН ЗИН РАН по теме № АААА-А19-119020690091-0.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

### Литература

- Атлас беспозвоночных Каспийского моря / Под ред. Я.А. Бирштейна, Л.Г. Виноградовой. М: Пищевая промышленность, 1968. 430 с.
- Болтачева Н.А., Лисицкая Е.В., Подзорова Д.В. Распространение полихет-вселенцев в биотопах северной части Чёрного моря // Российский журнал биологических инвазий. 2020. № 4. С. 15–33.
- Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование // Известия ВНИОРХ. 1957. Т. 41. С. 3–233.
- Гусев А.А. Многолетняя динамика макрозообентоса в юго-восточной части Балтийского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: Институт биологии внутренних вод, 2020. 26 с.
- Зенкевич Л.А., Броцкая В.А. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцева моря // Учён. зап. МГУ. Зоол., 1937. № 3. С. 203–226.
- Колобов В., Кошелев В., Шмигирилов А. и др. Данные о питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Acipenser dauricus* в амурском лимане // Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Серия Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 67–74.
- Кочешкова О.В., Ежова Е.Е. Полихеты рода *Marenzelleria* (Spionidae) в Юго-Восточной Балтике (ИЭЗ РФ) // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 2. С. 20–29.
- Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: Планктон и бентос. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
- Максимов А.А. Крупномасштабная инвазия *Marenzelleria* spp. (Polychaeta; Spionidae) в восточной части Финского залива Балтийского моря // Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 19–31.
- Максимов А.А. Межгодовая и многолетняя динамика макрозообентоса на примере вершины Финского залива. СПб.: Нестор-История, 2018. 260 с.
- Мамаев Б.М., Медведев Л.Н., Правдин Ф.Н. Определитель насекомых Европейской части СССР. М.: Просвещение, 1976. 304 с.
- Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее обычных насекомых Европейской части Союза ССР. М.: УЧПЕДГИЗ, 1950. 544 с.
- Романова Н.Н. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М.: ВНИРО, 1983. 14 с.
- Сёмин В.Л., Сикорский А.В., Коваленко Е.П. и др. Вселение представителей рода *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Polychaeta: Spionidae) в дельту Дона и Таганрогский залив // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1. С. 109–120.
- Сикорский А.В., Бужинская Г.Н. Род *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) в морях России // Зоологический журнал. 1998. Т. 77. № 10. С. 1111–1120.
- Bastrop R., Blank M. Multiple invasions – a polychaete genus enters the Baltic Sea // Biological Invasions. 2006. Vol. 8. P. 1195–1200.
- Bick A. A new Spionidae (Polychaeta) from North Carolina, and a redescription of *Marenzelleria wireni* Augener, 1913, from Spitsbergen, with a key for all species of *Marenzelleria* // Helgol. Mar. Res. 2005. Vol. 59. P. 265–272.
- Blank M., Laine A.O., Jürss K. et al. Molecular identification key based on PCR/RFLP for three polychaete sibling species of the genus *Marenzelleria*, and the species' current distribution in the Baltic Sea // Helgol. Mar. Res. 2008. Vol. 62. P. 129–141.
- Kauppi L., Norkko A., Norkko J. Large-scale species invasion into a low-diversity system: spatial and temporal distribution of the invasive polychaetes *Marenzelleria* spp. in the Baltic Sea // Biol Invasions. 2015. Vol. 17. P. 2055–2074.
- Maximov A., Bonsdorff E., Eremina T. et al. Context-dependent consequences of *Marenzelleria* spp. (Spionidae: Polychaeta) invasion for nutrient cycling in the North-

- ern Baltic Sea // *Oceanologia*. 2015. Vol. 57. No. 4. P. 342–348.
- Sikorski A., Bick A. Revision of *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Spionidae, Polychaeta) // *Sarsia*. 2004. Vol. 89. P. 253–275.
- Syomin V., Sikorski A., Bastrop R. et al. The invasion of the genus *Marenzelleria* (Polychaeta: Spionidae) into the Don River mouth and the Taganrog Bay: morphological and genetic study // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2017. Vol. 97. No. 5. P. 975–984.
- Zettler M.L., Daunys D., Kotta J. et al. History and success of invasion into the Baltic Sea: the polychaete *Marenzelleria* cf. *viridis*, development and strategies // *Invasive aquatic species of Europe*. Kluwer Academic Publishers, 2002. P. 66–75.

## ON THE INVASION OF THE GENUS *MARENZELLERIA* (POLYCHAETA, SPIONIDAE) REPRESENTATIVES INTO THE CASPIAN SEA BASIN

© 2021 Mikhailova A.V.<sup>a,\*</sup>, Popova E.V.<sup>a</sup>, Shipulin S.V.<sup>a</sup>, Maximov A.A.<sup>b</sup>,  
Plotnikov I.S.<sup>b,\*\*</sup>, Aladin N.V.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Volga-Caspian branch of the FSBSI “VNIRO” (“CaspNIRKh”), Astrakhan 414056, Russia;

<sup>b</sup> Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg 199034, Russia;

\*anna\_korotenko1983@mail.ru; \*\*igor.plotnikov@zin.ru

In 2018, in the bottom fauna of the Caspian Sea, single specimens of a previously unknown species of polychaetes were discovered. Since 2019, pelagic larvae of this species have been recorded in zooplankton samples. These worms are also found in the nutrition of migratory and semi-migratory fish species. According to morphological features, this polychaete species is identified as *Marenzelleria arctia*, an Arctic species dominating in the Gulf of Finland and probably invaded the Caspian along the Volga-Caspian invasion corridor.

**Key words:** invader, zoobenthos, Caspian Sea, polychaetes, *Marenzelleria*.

## ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ: ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, КОРИДОРЫ И ЛОКАЛЬНЫЕ ИНВАЗИИ

© 2021 Морозова О.В.\*, Тишков А.А.\*\*

Институт географии Российской академии наук, Москва 119017, Россия;  
e-mail: \*olvasmor@mail.ru, \*\*tishkov@biodat.ru

Поступила в редакцию 04.12.2020. После доработки 07.07.2021. Принята к публикации 31.07.2021

В статье на основе обобщения литературных источников анализируется разнообразие чужеродных видов сосудистых растений российской части Арктики (РА), а также факторы, влияющие на их распределение. Присутствие чужеродных видов выявлено во всех регионах РА, но по сравнению с более южными биомами их доля в региональных флорах сравнительно небольшая и распределена неравномерно: от 1–2% на севере Якутии и в континентальной части Чукотки до 22–27% на Кольском полуострове и в Большеземельской тундре. В целом низкое видовое разнообразие чужеродных видов в РА объясняется двумя группами факторов. Первая включает социально-экономические показатели, в частности относительно позднее и пока ещё очаговое хозяйственное освоение региона и в целом низкую миграционную активность здесь человека. Вторая объединяет природные факторы, среди которых первостепенное значение принадлежит климату. Показано, что в РА вселяются в основном плюризональные виды с северной границей ареалов в бореальной зоне, однако непосредственные регионы-доноры чужеродных видов часто не известны. Эти виды явно лучше приспособлены к широкому диапазону условий, что позволяет им сохраняться в суровом климате Арктики. По способу инвазии в РА преобладают непреднамеренно интродуцированные виды в основном с помощью транспорта, в результате миграционной активности населения, в последние годы – арктического туризма, а также с загрязнёнными материалами. Распределение чужеродных видов локально и в большей части связано с поселениями и промышленными центрами.

**Ключевые слова:** чужеродные виды, сосудистые растения, разнообразие, локальные инвазии, российская часть Арктики.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-50-62

### Введение

Чужеродные виды в настоящее время распространены на всех континентах и во всех биомах [Rušek et al., 2017]. Территория Арктики – одна из наименее подверженных биологическому загрязнению в силу суровых природных условий и до недавнего времени относительно невысокой миграционной активности человека в этих широтах [Российская Арктика..., 1996; Daniëls et al., 2013; Alsos et al., 2015]. В зависимости от региональных особенностей условий среды, истории освоения территории и масштабов миграционной активности человека состав и доля чужеродных видов растений здесь, как и в других биомах Земли, может сильно меняться. Однако Арктика до сих пор остаётся регионом, недостаточно изученным как по составу чужеродных видов, так и абorigенных.

Данные по разнообразию и распространению сосудистых растений в российской части Арктики (РА) собраны ещё в томах «Арктической флоры СССР» [1960–1987]. Но непосредственно для всей РА обобщения по видовому богатству чужеродных видов растений известны только по давней работе Е.А. Дорогостайской [1972], сборнику «Флора антропогенных местообитаний...» [1996] и сводке Н.А. Секретарёвой [2004], опубликованной более пятнадцати лет назад. Общие сведения о распространении видов приведены на сайте панарктической флоры [Panarctic Flora, 2020], но не во всех случаях там указан статус чужеродного вида и распределение по регионам. Эти сведения существенно дополнены более поздними материалами, полученными в исследованиях по разнообразию флоры северных российских регионов, и, к

сожалению, далеко не все они проанализированы в последнем обзоре по распределению разнообразия арктической чужеродной флоры [Wasowicz et al., 2020].

Вопрос о необходимости мониторинга расселения и натурализации чужеродных видов, в том числе и в Арктике, в полную силу был поднят после принятия Конвенции о биологическом разнообразии [КБР, 1992] и её статьи 8h, посвящённой преднамеренной и непреднамеренной интродукции видов в природные экосистемы. Уже на первых конференциях сторон КБР обсуждались вопросы о месте чужеродных видов как угрозы биоразнообразию планеты. На 6-й Конференции сторон КБР в 2002 г. было уточнено, что термин «инвазивный» применим лишь к таким чужеродным видам, чья интродукция и/или распространение угрожает биоразнообразию – аборигенным видам, их местообитаниям и экосистемам. В силу этого Арктика и конкретно РА оказываются вне внимания, хотя отдельная информация по чужеродным видам уже появлялась в литературе [Plant invasions..., 1997].

После создания в 1996 г. Арктического совета и начала работы его рабочей группы «Conservation of Arctic Flora and Fauna» (CAFF), а также программ по Циркумполярному мониторингу и оценке арктического биоразнообразия стали появляться разрозненные данные по биотическим инвазиям в Арктике. Так, уже в первом докладе CAFF, подготовленном по рекомендациям КБР [Arctic Flora and Fauna..., 2001], представлена информация по чужеродным видам Арктики. Спустя почти десятилетие, с учётом данных проектов Международного Полярного Года по биотическим инвазиям (2007/2008) был подготовлен очередной доклад CAFF «Arctic Biodiversity Assessment», в котором для всей Арктики представлено 395 чужеродных видов сосудистых растений [Daniëls et al., 2013]. По более современным материалам, включающим различные публикации и данные Глобальной информационной системы о биоразнообразии (GBIF), в Арктике выявлен 341 чужеродный вид растений, что составляет 8.6% всей её флоры [Wasowicz et al., 2020]. Вопросы биотических инвазий в связи

с глобальными изменениями климата рассматривались и в рамках деятельности других рабочих групп Арктического совета [Arctic Climate Impact..., 2005].

Настоящая статья инициирована рекомендациями Конгресса по арктическому биоразнообразию в Рованиеми (2018 г., Финляндия) и необходимостью промежуточной оценки последствий потепления климата и активизации хозяйственного освоения в Российской Арктике в отношении биотических инвазий растений. Она посвящена синтезу и уточнению современных данных о видовом богатстве и закономерностях пространственного распределения чужеродных видов растений в РА, что может рассматриваться и как вклад нашей страны в реализацию программ циркумполярного мониторинга и оценки арктического биоразнообразия, реализуемых CAFF.

### Материалы и методы исследований

Для РА разнообразие аборигенных видов сосудистых растений, а также число и доля чужеродных видов во флоре региона оценены по сводке Н.А. Секретарёвой [2004] с дополнениями. В анализ не включены виды, присутствие которых сомнительно и требует уточнения, а также виды, которые встречаются только в «более южных лесотундровых, и, отчасти, северотаёжных районах ...» [Секретарёва, 2004, с. 107] конкретного региона. Дополнительно использованы сведения о находках чужеродных и аборигенных видов из тундровых регионов в более поздних публикациях [Кожин, 2014; Письмаркина, 2014; Поспелова, Поспелов, 2014, 2016; Кожин и др., 2016, 2018, 2020; Лавриненко и др., 2016; Бобров и др., 2017; Бялт и др., 2017; Поспелова и др., 2017; Бялт, Егоров, 2019а, б; Королёва и др., 2019; Письмаркина, Быструшкин, 2019; Письмаркина и др., 2019; Флора Таймыра, 2020], а для севера Мурманской области также представленных в GBIF [GBIF, 2021].

Границы Арктики соответствуют в основном предложенным CAFF [CAVM Team, 2003], кроме севера Кольского п-ова, добавленного в соответствии с анализом арктической флоры Н.А. Секретарёвой [2004] и уточ-

нением зонального статуса растительности побережья Баренцева моря [Королёва, 2006]. Во всех использованных публикациях не приняты во внимание находки видов в подзоне северной тайги и в южной полосе лесотундры.

Территория РА для анализа разделена на регионы [Секретарёва, 2004]: Кольский, Канино-Печорский, Урало-Новоземельский, Западно-Сибирский, Таймырский, Анабаро-Ленский, Яно-Колымский, Континентально-Чукотский, Берингийско-Чукотский, Южно-Чукотский. Границы некоторых регионов скорректированы в соответствии с картой циркумполярной Арктики [CAVM Team, 2003]. Так, Предуральский район отнесён к Канино-Печорскому региону в отличие от деления Н.А. Секретарёвой [2004]), для Таймырского региона исключена территория плато Путорана. Вероятно, это одна из причин, по которой общее число видов в регионах не соответствует показателям видового богатства, приведённым Н.А. Секретарёвой, однако тенденции и соотношения в распределении видового богатства сохраняются. Помимо этого, Анабаро-Ленский регион рассмотрен как единая территория без выделения района Хараулахского хребта, что проведено в делении Арктики CAFF [Daniëls et al., 2013]. Для регионов проанализированы видовые списки флоры и создана единая база данных чужеродных видов растений Российской Арктики.

Инвазионный статус чужеродных видов указан по общепринятому во всём мире барьерному подходу [Richardson et al., 2000; Blackburn et al., 2011]. Отнесение к географическим элементам проведено по широтным группам согласно Meusel с соавторами [Meusel et al., 1965, 1978], с уточнениями для некоторых видов по классификации, предложенной Н.А. Секретарёвой [2004] для флоры РА: GA – гипоарктические виды, AB — арктобореальные, B – бореальные, BN – виды бореальной и умеренной зон (бореальные-умеренные), SN – виды с ареалами в основном в умеренной, субсредиземноморской или средиземноморской зонах, Pz – плюризональные (3–4 зоны) виды, Pza – виды, распространённые в 3–4 зонах и заходящие в Арктику,

Pzb – виды, распространённые в 3–4 зонах с северной границей естественного распространения в бореальной зоне. Для каждого чужеродного вида приведён тип вектора инвазии: непреднамеренная интродукция или преднамеренная вследствие культивирования. Зависимость между числом аборигенных и чужеродных видов в регионах оценена с помощью коэффициента корреляции Спирмена.

## Результаты

По результатам анализа собранной информации в РА отмечены 333 чужеродных вида растений, 63 (18.9%) из них аборигенные в одном из её регионов и проникли в другие регионы.

Среди регионов РА наиболее богат аборигенными видами сосудистых растений восток территории, то есть Чукотка, а наибольшие число и доли чужеродных видов растений — в западном секторе, в Канино-Печорском и Кольском регионах (табл. 1). Последнее, скорее всего, связано с хозяйственным и транспортным освоением региона, центрами добычи углеводородов (только в Ненецком округе 32 действующих месторождения), а также крупными горнодобывающими и перерабатывающими производствами (города Апатиты, Мончегорск, Воркута, Усинск) и морскими портами на побережье Баренцева и Белого морей и устья р. Печора (Мурманск, Кандалакша, Варандей, Нарьян-Мар). Значительное число чужеродных видов отмечено также для Берингийско-Чукотского региона. Наименьшее число аборигенных видов выявлено в Западносибирском регионе, а чужеродных – в Восточной Сибири.

Несмотря на то, что многие проникшие в Арктику чужеродные виды широко распространены по всему миру, их распределение по регионам не равномерно: нет видов, которые присутствовали бы во всех регионах. Наиболее распространена *Chenopodium album*, которая найдена в 9 регионах из 10. В 5–7 регионах отмечено около трёх десятков видов (*Artemisia vulgaris*, *Barbarea vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Erodium cicutarium*, *Fallopia convolvulus*, *Festuca pratensis*, *Galeopsis bifida*, *Lappula squarrosa*, *Lepidotheca sua-*

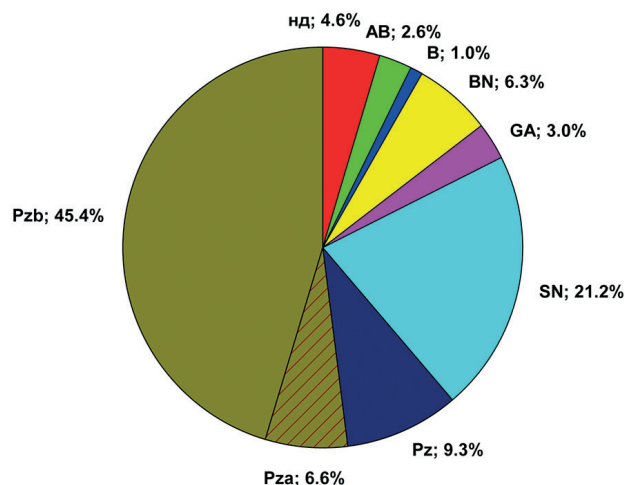
**Таблица 1.** Видовое богатство аборигенных и чужеродных сосудистых растений в регионах РА

Регион РА	Аборигенные виды*	Чужеродные виды*: число (доля, %)	Число чужеродных видов по:	
			Wasowicz et al., 2020	Daniēls et al., 2013
Кольский	535	151 (22.0)	нд	нд
Канино-Печорский	516	197 (27.8)	206	70
Урало-Новоземельский: материковая часть о-ва Новая Земля и Земля Франца-Иосифа	589 586 236	59 (9.1) 34 (5.5) 41 (14.8)	78	40
Западно-Сибирский	413	63 (13.3)	29	20
Таймырский	503	59 (10.5)	82	39
Анабаро-Ленский	467	20 (4.1)	34**	17**
Яно-Колымский	499	13 (2.5)	15	3
Континентально-Чукотский	696	10 (1.4)	12	12
Берингийско-Чукотский	665	87 (11.8)	82	24
Южно-Чукотский	607	24 (3.8)	19	9

*Примечание:* \* – по материалам Секретарёвой Н.А. [2004] с дополнениями; \*\* – включая данные из региона Хараулахского хребта; нд – нет данных.

*veolens, Medicago lupulina, Melandrium album, Phleum pratense, Plantago major, Poa annua, Polygonum aviculare, Puccinellia hauptiana, Ranunculus acris, Raphanus raphanistrum, Rumex acetosella, R. longifolius, Sinapis arvensis, Stellaria media, Trifolium hybridum, T. montanum, T. pratense, Tripleurospermum inodorum, Urtica*

*dioica*). Широко распространённые виды составляют 9.3% всей чужеродной флоры РА, а основная их часть представлена в небольшом числе регионов. *Chenopodium album, Fallopia convolvulus, Puccinellia hauptiana* и *Stellaria media* также среди наиболее распространённых во всей Арктике [Wasowicz et al., 2020]. Необходимо отметить, что виды, представленные во всех регионах Арктики, тоже отсутствуют, а широко распространённые виды отмечены лишь в 8–13 из 23 её регионов. Среди относительно широко распространённых чужеродных видов лишь один вид (*Lepidotheca suaveolens*) интродуцирован с другого континента (из Северной Америки), хотя в Арктику он попал из более южных континентальных районов, так как в настоящее время широко распространён по всей Евразии.



**Рис. 1.** Соотношение географических элементов среди чужеродных видов РА. Географические элементы: АВ – арктобореальные, В – бореальные, ВН – бореальные-умеренные, ГА – гипоарктические, СН – умеренные – субсредиземноморские (средиземноморские), Пз – плюризональные, Пза – плюризональные, с северной границей ареала в Арктике, Пзб – плюризональные, с северной границей ареала в бореальной зоне, нд – нет данных.

Во всей чужеродной флоре РА преобладают плюризональные виды с северной границей ареала в бореальной зоне (рис. 1); вместе с широко распространёнными видами, которые заходят в Арктику, они составляют абсолютное большинство (50.7%). Среди них много луговых и придорожных видов, которые в арктических условиях часто заселяют и нарушенные местообитания. Вторую по численности группу (21.6%) составляют виды, связанные с более южными умеренной, субсредиземноморской и средиземноморской

зонами, в основном – это сорно-рудеральные растения. Остальные группы видов немногочисленны. Близкое соотношение групп географических элементов среди чужеродных видов и в отдельных регионах РА: плюризонных видов с северной границей ареала в бореальной зоне более всего.

По способу инвазии непреднамеренно интродуцированных видов больше: 88.3%. Преднамеренно интродуцированных — 11.7%, и по регионам их доля варьирует от 5 до 16%, что в первую очередь связано с общим числом чужеродных видов в конкретном регионе.

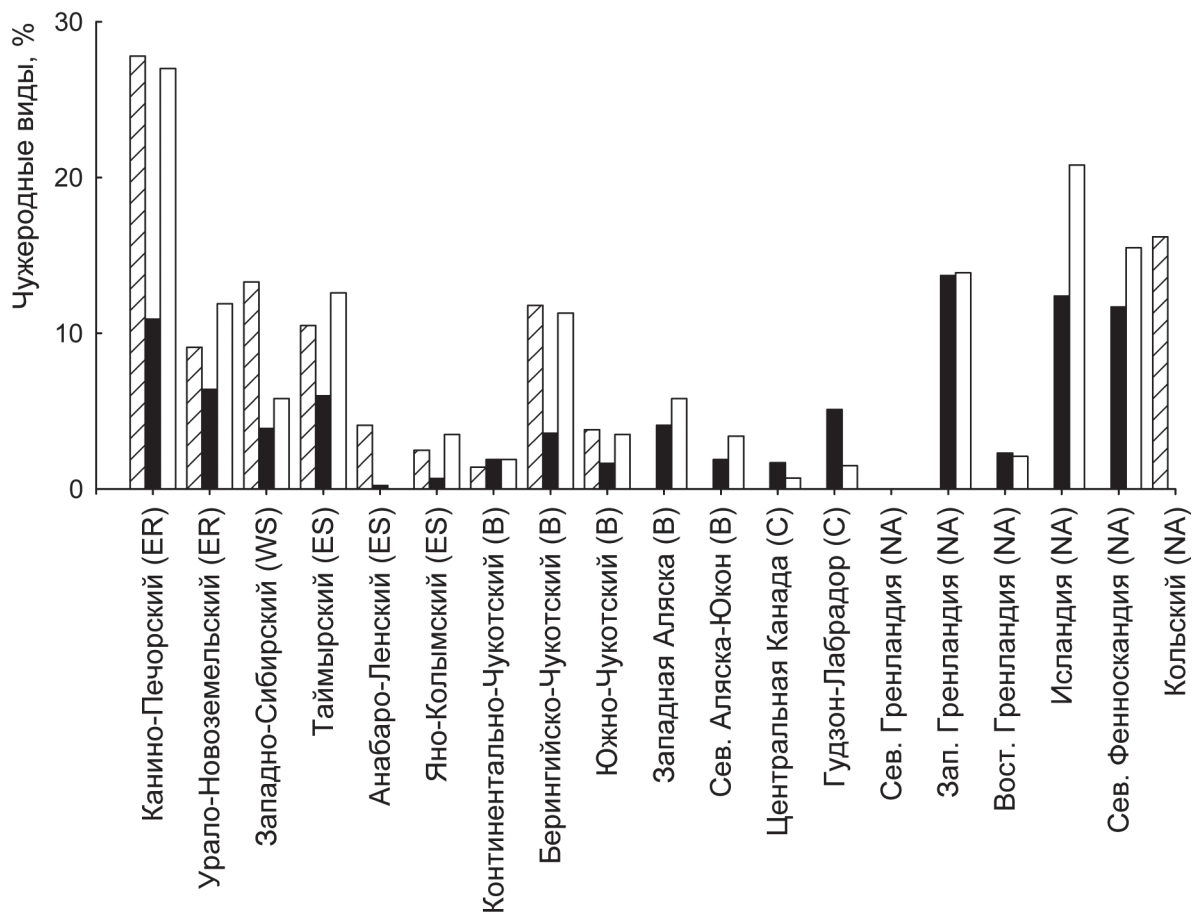
### Обсуждение

Данные по разнообразию чужеродных видов в регионах РА известны по нескольким публикациям [Секретарёва, 2004; Daniëls et al., 2013; Wasowicz et al., 2020] и они различаются между собой. Однако, непосредственное сопоставление числа видов из различных частей Арктики, проведённое по разным источникам, не совсем корректно. Во-первых, российские исследователи часто придерживаются иной точки зрения, чем зарубежные авторы, на таксономический статус некоторых видов. Во-вторых, не все регионы в разных источниках информации территориально идентичны друг другу и могут включать разный набор зональных и интразональных экосистем. В-третьих, ещё одна причина ошибок и несоответствия: неточность использования данных, а также разные подходы к отбору материала. Так, в публикации Wasowicz и соавторы [Wasowicz et al., 2020] не корректно соотнесены некоторые данные табличных материалов Н.А. Секретарёвой [2004] с выделенными регионами РА, в результате виды из Анабаро-Ленского региона попали в Яно-Колымский. Расхождение в числе чужеродных видов на п-ове Таймыр (табл. 1) и значительное число последних в той же публикации [Wasowicz et al., 2020], вероятно, связано с тем, что разные авторы использовали данные разной степени достоверности. Нами, например, для этой территории исключены многие виды из публикации Е.В. Дорогостайской [1972], не подтверждённые гербарными образцами. Они не приведены также в базе

данных по флоре Таймыра [Флора Таймыра, 2020], которая представляет собой наиболее полные сведения по сосудистым растениям региона, тогда как Wasowicz с соавторами [2020] включили эти виды в анализ [Wasowicz et al., 2020, table S3]. В-четвёртых, регионы могут различаться по степени изученности флоры. Вероятно, анализируемые нами материалы также нельзя назвать полными. Но, несмотря на все эти причины и то, что видовое богатство и доли чужеродных видов растений из разных источников различаются, общие тенденции в распределении чужеродных видов РА по регионам явно совпадают (рис. 2).

Очевидного единого тренда в изменении доли чужеродных видов в РА на долготном градиенте не выявлено, также нет зависимости между числом аборигенных видов и числом чужеродных видов в регионах (коэффициент Спирмена  $r_{sp} = -0.061$ ,  $p = 0.868$ ). Однако можно отметить бóльшую долю чужеродных видов в европейском секторе Арктики по сравнению с сибирскими регионами (табл. 1, рис. 2). Наиболее высокие их число и доля среди всех арктических регионов, включая зарубежную часть Арктики, в Канино-Печорском. По последнему показателю этот регион сопоставим с более южными территориями, в которых чужеродные виды составляют 25% и более [Морозова и др., 2008]. Столь значительная доля чужеродных видов явно связана с высокой миграционной активностью людей и хозяйственным освоением в этом регионе, а именно с разработкой Печорского угольного бассейна в районе г. Воркуты, строительством Северо-Печорской железной дороги и более позднего освоения 32 месторождений нефти в Ненецком автономном округе. Промышленное освоение Печорского бассейна и строительство железной дороги началось с конца 1930-х гг., с этого же времени здесь стал функционировать один из крупнейших лагерей ГУЛАГа, соответственно на протяжении нескольких десятков лет этот район был связан интенсивными транспортными потоками с более южными регионами. По данным Wasowicz с соавторами [Wasowicz et al., 2020], в Канино-Печорском регионе больше натурализовавшихся видов (120) по сравнению с другими регионами Ар-





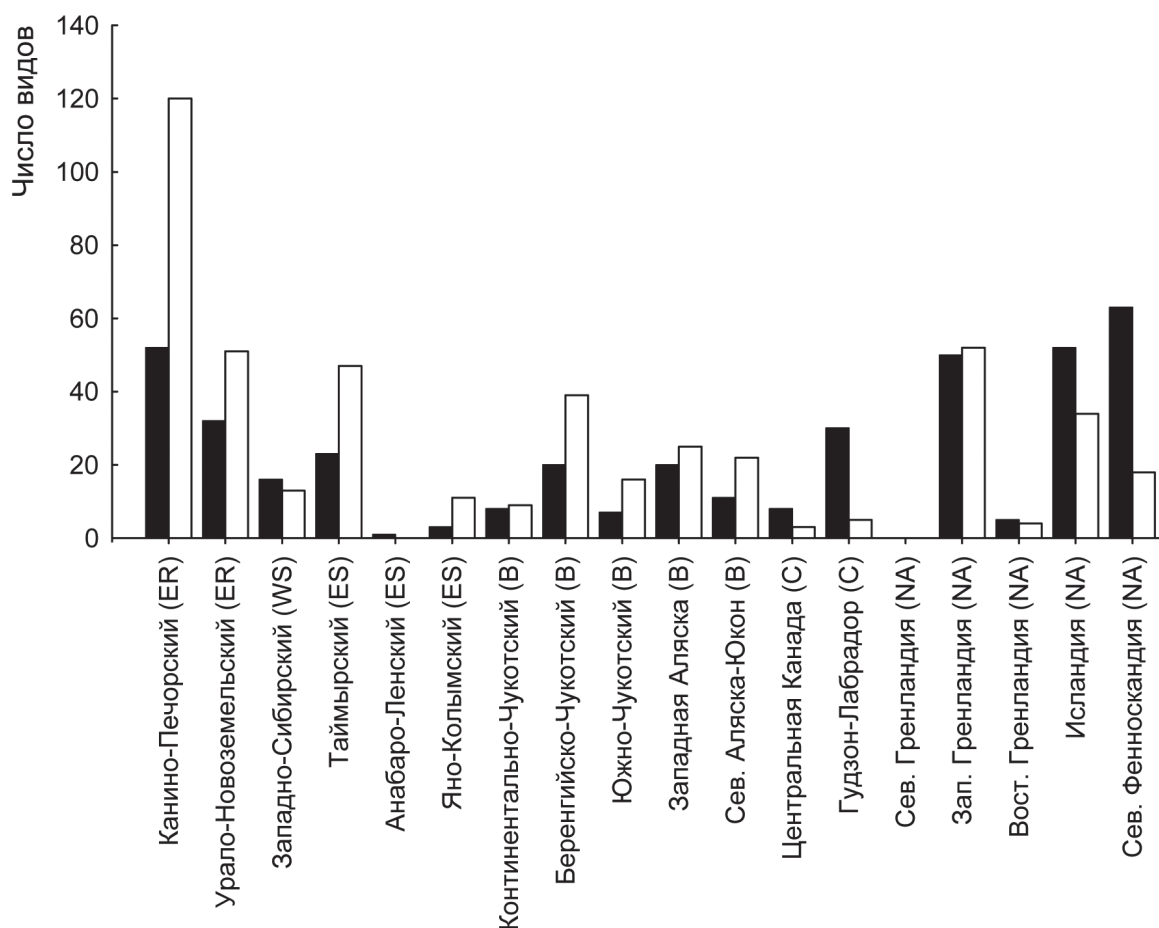
**Рис. 2.** Доля (% флоры региона) чужеродных видов растений во флорах арктических регионов и секторов. Чёрная заливка – по [Daniëls et al., 2013], косая штриховка – по [Секретарëва, 2004] с нашими дополнениями, белая заливка – по [Wasowicz et al., 2020]. Сектора Арктики в соответствии с районированием Арктики CAFF обозначены буквами после названия региона: ER – Европейская Россия, WS — Западная Сибирь, ES – Восточная Сибирь, B – Берингия, C – Канадский сектор, NA – Североатлантический.

ктики. Учитывая также значимость фактора времени пребывания вида в регионе для натурализации [Púšek et al., 2015], такая большая цифра вполне объяснима. Канино-Печорский регион выделяется по наибольшей доле чужеродных видов и по материалам Wasowicz с соавторами [Wasowicz et al., 2020], а по более ранним данным CAFF [Daniëls et al., 2013], наибольшая доля – в регионах североатлантического сектора (Западной Гренландии и Исландии). Выявленные различия в оценке могут быть связаны с разной полнотой учтённых данных, что уже отмечалось выше.

Доля натурализовавшихся видов в большинстве арктических регионов оценена лишь недавно [Púšek et al., 2017; Wasowicz et al., 2020]. По данным глобальной базы по натурализовавшимся видам GloNAF, для всего арктического биома приведён 321 натурализовавшийся чужеродный вид растений [Púšek

et al., 2017]; в отдельных районах, например, в Гренландии натурализовались 23.2% чужеродных видов, в северных районах Исландии – 11.6%. По другому источнику, для всей Арктики указано 190 видов как натурализовавшиеся [Daniëls et al., 2013, “stabilized introduced”, p. 318], что составило 8.1% от флоры Арктики, или 48% от общего числа чужеродных видов в Арктике, из них 89 – аборигенные в одной из частей Арктики, но вселились в другую её часть. Близкие цифры приведены в самой последней публикации по данной тематике — 188 натурализовавшихся чужеродных видов [Wasowicz et al., 2020].

Оценить число и долю натурализовавшихся видов для регионов РА на данный момент невозможно из-за отсутствия сведений об инвазионном статусе чужеродных видов в её регионах. По последним зарубежным публикациям [Daniëls et al., 2013; Wasowicz et



**Рис. 3.** Число натурализовавшихся чужеродных видов во флорах арктических регионов и секторов; чёрная заливка – по: [Daniëls et al., 2013], белая заливка – по [Wasowicz et al., 2020]. Сектора Арктики см. рис. 2.

al., 2020] для всей Арктики, наиболее богат натурализовавшимися чужеродными видами европейский сектор, особенно высоки доли чужеродных видов в Фенноскандии, последний регион включает север Кольского п-ова и Норвегии. Значительный процент натурализовавшихся чужеродных видов составляют во флорах европейских районов РА [Wasowicz et al., 2020]. Среди материковых территорий менее всего натурализовавшихся чужеродных видов на севере Восточной Сибири (рис. 3), они отсутствуют на островах Врангеля, Земли Франца Иосифа и Королевы Елизаветы.

Инвазивных видов в РА нет, их в целом мало в Арктике и в основном потому, что большинство из них слабо приспособлены или вообще не имеют выраженных адаптаций к арктическим условиям среды. Для Мурманской области Виноградова и соавторы [Vinogradova et al., 2018] выделяют 4 инвазивных вида, однако это с учётом всей об-

ласти, а в тундровых частях региона находки этих видов немногочисленны, так что вряд ли их можно считать здесь инвазивными. В зарубежной части Арктики известны 12 инвазивных видов, отмеченных только в трёх регионах: Северной Аляске и Юконе, Западной Аляске и Северной Исландии [Wasowicz et al., 2020]. Один из наиболее расселившихся в зарубежной Арктике видов – *Lupinus nootkatensis*, родом из северо-западной части Северной Америки. Он был введён в культуру в качестве декоративного растения в некоторых арктических регионах, а в Гренландии натурализовался и расселился в её юго-западной части, хотя серьёзную угрозу здесь не представляет [Daniëls et al., 2013]. Кроме того, *L. nootkatensis* культивировался и распространился в Исландии, где в настоящее время считается инвазивным [Magnusson, 2010; Wasowicz et al., 2020]. На Шпицбергене в последнее время некоторая степень инвазион-

ного риска отмечена для *Anthriscus sylvestris* [Daniëls et al., 2013; Alsos et al., 2015], который не фиксировался на острове ещё около тридцати лет назад, до 1988 г. [Liška, Soldán, 2004]. В настоящее время, как пишут чешские исследователи, популяция купыря лесного на Шпицбергене велика, и отдельные особи достигают высоты около 2 м. Из-за расселения этого вида может сократиться численность ряда видов птиц, так как в зарослях купыря могут укрываться песцы во время охоты на птичьих колониях. Отметим, что архипелаг Шпицберген на протяжении длительного времени оставался местом постоянного проникновения чужеродной флоры, а в XX в. — особенно на территории вокруг советских посёлков Баренцбург, Пирамида, Грумант и Колсбей. Здесь на селитебных землях и отвалах в 1970–1980-х гг., например, были представлены *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Alchemilla subcrenata*, *Barbarea vulgaris*, *Deschampsia cespitosa*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus repens*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Trifolium repens* и др. виды [Тишков, 1983]. В рассматриваемый период сюда с материка ежегодно доставлялось сено, которое использовалось для корма коровам, а также грунт для развития тепличного хозяйства. Так что спектр интродуцированных видов постоянно расширялся, но к началу 2000-х гг. в связи с закрытием угольных шахт и сокращением населения Баренцбурга и консервацией российских посёлков Пирамида и Колсбей процесс адвентизации флоры на Шпицбергене ослабел [Королёва и др., 2008]. В настоящее время ведущим фактором возможного расселения здесь чужеродных видов может стать арктический туризм.

Видов, попавших в результате культивирования, в РА немного — 11.7%, что немного меньше, чем в регионах зарубежной Арктики, где их доля достигает 12% и более [Wasowicz et al., 2020]. И это несмотря на довольно длительную историю «сельскохозяйственного» освоения Севера. В 1930-х гг. в разных регионах РА создавались сельскохозяйственные опытные станции (Печорская, Ямальская, Ханты-Мансийская и др.), развивались идеи «полярного земледелия» и сеть научно-исследовательских институтов сельского хозяйства

Крайнего Севера [Белов, 1969; Хантимер, 1974]. В конце 1990-х гг. в районах нового освоения РА стали активно применяться методы биологической рекультивации, в которых широко использовался посевной материал (так называемые «травосмеси») из более южных регионов, в том числе из-за рубежа, например, для районов РА — смеси *Elytrigia repens*, *Festuca pratensis*, *Melilotus albus*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis* s.l., *Trifolium repens* [Тишков, 1996]. В последнее время для северных территорий среди интродуцированных растений отмечен «уход из культуры» *Lupinus polyphyllus*, *Impatiens glandulifera* (г. Мурманск), *Aconogon weyrichii* (г. Мурманск, пос. Дальние Зеленцы, пос. Териберка), *Symphytum caucasicum* (г. Мурманск, пос. Териберка) [Кожин, 2014]. Чужеродные виды могут быть выявлены также на месте старых поселений, как, например, *Aconitum napellus* subsp. *lusitanicum*, *Lilium martagon* в губе Эйна на п-ове Рыбачьем [Кожин и др., 2020]. В целом на территории РА подобные находки редки для каждого вида, и, как правило, они не приводят к каким-либо последствиям, поскольку в большинстве случаев натурализация видов не очевидна. Все эти виды встречены вблизи населённых пунктов на нарушенных или селитебных местообитаниях, некоторые из них образуют самоподдерживающиеся популяции близ мест культивирования. Однако говорить об их натурализации на новом месте и расширении вторичного ареала пока рано. Сам факт «ухода из культуры» этих видов нельзя связать с современными трендами климатических факторов в регионах.

Основная причина проникновения и расселения чужеродных видов в РА — непреднамеренная интродукция в результате активной деятельности человека. Этот же вектор отмечен как преобладающий для всех чужеродных видов Арктики [Wasowicz et al., 2020]. Главные векторы расселения — развитие транспортной инфраструктуры и движение транспорта, людей и сопутствующих объектов при хозяйственном освоении территорий, а в последние годы и в результате туризма. Некоторые авторы [Бялт, Егоров, 2019а; Wasowicz et al., 2020] отмечают также загрязнение — почвы, семенной продукции и посадочного материала

ла, фуража – как один из значимых векторов инвазии. Ряд видов могли проникнуть в результате прошлых военных действий, например, *Aconogon alpinum*, *Astragalus danicus*, *Lathyrus pisiformis*, *Pedicularis kaufmannii*, обнаруженные на п-ове Рыбачьем на значительном удалении от их основного ареала [Кожин и др., 2020]. Все перечисленные векторы предполагают транспортные коридоры в основном с юга на север как основной путь инвазии. В связи с этим увеличение транспортных потоков в последние десятилетия в Арктике [Lassuy, Lewis, 2013] может способствовать увеличению здесь инвазионного разнообразия. Например, по мнению В.В. Бялта и А.А. Егорова [2019б], обогащение чужеродной флоры п-ова Ямал (в Западной Сибири) произошло в последние 8–10 лет в связи с активным освоением нефтегазоносных месторождений и развитием транспортной сети. Многими авторами отмечено, что в XXI в. значительно выросли частота и объём посещений арктических территорий туристами [Hall et al., 2010; Ware et al., 2012; Alsos et al., 2015], что увеличивает поток переносимых диаспор чужеродных видов растений. Так, для Шпицбергена Ware и соавторы [Ware et al., 2012] исследовали обувь прибывающих людей. Каждый посетитель острова перевозит в среднем 4 семени на своей обуви. Определённые семена принадлежали 36 видам, и лишь 2 вида были аборигенными для архипелага, а 26% собранных семян были способны прорасти в условиях арктического климата. Авторы цитируемой работы делают вывод, что вполне вероятно увеличение числа чужеродных видов в Арктике из-за растущих потоков арктических туристов.

Значимым фактором для расселения чужеродных видов в Арктике помимо увеличения диаспорического прессы остаётся характер местообитаний, а именно – степень нарушения растительного покрова, поскольку на арктических территориях чужеродные виды натурализуются и расселяются в основном по нарушенным местообитаниям и синантропным сообществам, реже по интразональным [Alsos et al., 2015; Lembrechts et al., 2016]. В таких местообитаниях снижена конкуренция, а нарушения на местном уровне повышают

доступность питательных веществ, в частности в придорожных местообитаниях: увеличивается богатство почвы минеральными веществами за счёт использования отсыпки из щебня [Müllerová et al., 2011; Lembrechts et al., 2016]. Можно было бы предположить, что интразональные местообитания в Арктике могли бы служить своеобразным резервуаром для расселения некоторых чужеродных видов, но в целом луговые сообщества, формируемые в арктической зоне, также оказываются достаточно «закрытыми». Например, в интразональных сообществах субарктических лугов тундровой зоны Ямала и юга Чукотки чужеродные виды не отмечены [Беликович, 2001; Телятников, Пристяжнюк, 2012]. Для Таймыра при повторном обследовании флоры окрестностей села Хатанга (в Государственном природном биосферном заповеднике «Таймырский») выявлено, что рудеральные местообитания успешно заселяются местными аборигенными видами, а чужеродных крайне мало [Поспелова, Поспелов, 2016]. Находки таких видов единичны, и эти виды являются случайными по своему инвазионному статусу. Зональные тундровые сообщества также, как правило, «консервативны» и устойчивы к вторжению чужеродных видов [Бялт, Егоров, 2019б]. Причины преобладания среди чужеродных видов в Арктике широко распространённых сорно-рудеральных, на наш взгляд, лежат в сфере наличия или отсутствия у чужеродных видов механизмов адаптаций не только к арктическому климату, в первую очередь к короткому вегетационному периоду, но также и в специфике собственно нарушенных местообитаний, на растительность которых зональность влияет слабо.

В целом для многих территорий Российской Арктики степень антропогенной нарушенности неравномерна и часто невелика. По нашим оценкам [Тишков и др., 2019], основанным на результатах дистанционного зондирования РА и использования архивов MODIS 2000–2015 гг., антропогенно трансформированные земли разной степени деградации составляют: в Ненецком автономном округе (НАО) – 7.3%, на п-ове Ямал – 5.1%, на п-ове Таймыр – 8.0%, в Якутии – 10.5%, на

Чукотке – 0.4%, наиболее деградированные земли отмечены в Мурманской обл., где их доля доходит до 37%. Внутри регионов распределение трансформированных земель неравномерно. Так, в НАО, по данным [Лавриненко, 2018], антропогенная трансформация земель составляла в среднем менее 1%, хотя в отдельных местах достигала 8% (в Припечорском районе), а в окрестностях г. Нарьян-Мара — 9%. (Данные разных авторов по оценке антропогенной трансформации могут различаться вследствие различий в подходах и методах оценки.) Распределение нарушений имеет «очаговый» характер, и, как правило, они сосредоточены в районах посёлков, городов и промышленных центров, а также разрабатываемых месторождений полезных ископаемых. Именно в таких местах локализованы основные находки чужеродных видов в РА. Например, из 59 чужеродных видов Таймыра, 53 вида обнаружены в Дудинке и Норильске и их окрестностях [Флора Таймыра, 2020]. В Кольском регионе наибольшее число видов выявлено в г. Мурманске и близ него. В Канино-Печорском регионе значительное число отмеченных чужеродных видов найдено в окрестностях г. Воркуты (не менее 45), в Западно-Сибирском – вблизи городов Лабытнанги, Салехард (15 видов), пос. Бованенково (24 вида), а также других населённых пунктов, в Анабаро-Ленском – в районе порта Тикси. Большое число чужеродных видов в Берингийско-Чукотском регионе, скорее всего, связано с их находками в посёлках Провидения и Лаврентия [Дорогостайская, 1972], в окрестностях которых находится аэропорт.

### Заключение

В результате обобщения данных в РА отмечены 333 чужеродных вида растений, 63 (18.9%) из них аборигенные для одного из ее регионов и проникли в другие регионы. Чужеродные виды представлены во всех регионах РА, но их доля меньше по сравнению с регионами более южных биомов, и на значительной по протяжённости территории РА сравнительно небольшая. Наибольшее участие чужеродных видов отмечено во флорах арктических районов европейской части России, наименьшее – в Восточной Сибири. В це-

лом низкое видовое богатство и разнообразие чужеродных видов в арктических регионах, связаны с двумя группами факторов. Первая из них включает социально-экономические показатели и, в первую очередь, пониженную миграционную активность человека в Арктике [Alsos et al., 2015], а для РА ещё и относительно низкую транспортную освоенность территории. Вторая объединяет природные факторы, среди которых первостепенное значение принадлежит климату.

В основном в Арктику вселяются плюризональные виды с северной границей ареалов в бореальной зоне. Остаётся не до конца ясным вопрос о биогеографической специфике распространения чужеродных видов в РА, о роли зональных градиентов и механизмах переноса чужеродных видов из соседней бореальной зоны, поскольку непосредственные регионы-доноры часто не известны. Однако такие виды явно лучше приспособлены к широкому диапазону условий, что позволяет им хотя бы кратковременно сохраняться в суровом климате, а на фоне продолжительного цикла потепления – плодоносить и расселяться.

Проникновение и распространение чужеродных видов в РА, по-прежнему, локальны и в большей части связаны с поселениями, промышленными центрами и с транспортными магистралями. Главные векторы инвазии чужеродных видов в регионах Российской Арктики — передвижение транспорта, людей и сопутствующих объектов при хозяйственном освоении территорий и арктический туризм, а транспортные пути, связывающие северные регионы и «Большую землю», представляют собой основные инвазионные коридоры.

Единого тренда в изменении доли чужеродных видов во флоре РА на долготном градиенте не выявлено, также нет зависимости между числом аборигенных видов и числом чужеродных видов в регионе. Зональные особенности распространения чужеродных видов и их биогеографические эффекты, как и синтез данных по влиянию потепления климата на инвазии чужеродных видов растений в Арктике ещё предстоит исследовать и включить результаты синтеза в общую дискуссию об антропогенных и климатогенных инвазиях в Арктике.

## Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-05-60057 «“Позеленение” тундры как драйвер современной динамики арктической биоты» и темы госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования» (организация и ведение базы данных).

## Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием живых организмов в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

## Литература

- Арктическая флора СССР. Выпуск I–X. М.-Л.; Л.: Издательство АН СССР, Наука, 1960–1987.
- Беликович А.В. Растительный покров северной части Корякского нагорья. Владивосток: Дальнаука, 2001. 420 с.
- Белов М.И. Научное и хозяйственное освоение Советского Севера 1933–1945. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 612 с.
- Бобров Ю.А., Лукашёва Т.В., Кузнецова Я.В., Поздеева Л.М. Адвентивные виды однодольных Республики Коми // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2017. Т. 11. № 4. С. 75–99.
- Бялт В.В., Егоров А.А. Находки новых чужеродных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия) // Turczaninowia. 2019a. Т. 22. № 1. С. 19–25. DOI: 10.14258/turczaninowia.22.1.2
- Бялт В.В., Егоров А.А. Новые чужеродные виды сосудистых растений на полуострове Ямал // Ботанический журнал. 2019b. Т. 104. № 7. С. 1154–1164. DOI: 10.1134/S0006813619070020
- Бялт В.В., Письмаркина Е.В., Егоров А.А. Новые находки заносных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 12. С. 1663–1682. DOI: 10.1134/S0006813617120079
- Дорогостайская Е.В. Сорные растения крайнего Севера СССР. Л.: Наука, 1972. 172 с.
- КБР. Конвенция о биологическом разнообразии. ООН, 1992. 31 с. // ([https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml)). Проверено 4.05.2021 г.
- Кожин М.Н. Новые и редкие виды сосудистых растений Мурманской области // Бюллетень МОИП. Отд. биолог. 2014. Т. 119, вып. 1. С. 67–71.
- Кожин М.Н., Боровичев Е.А., Костина В.А., Петровский М.Н., Сенников А.Н. Новые и редкие виды сосудистых растений Мурманской области. Сообщение 2 // Бюллетень МОИП. Отд. биолог. 2016. Т. 121, вып. 6. С. 65–69.
- Кожин М.Н., Боровичев Е.А., Кравченко А.В., Попова К.Б., Разумовская А.В. Дополнение к адвентивной флоре Мурманской области // Turczaninowia. 2020. Т. 23. № 4. С. 111–126. DOI: 10.14258/turczaninowia.23.4.11
- Кожин М.Н., Головина Е.О., Копейна Е.И., Кутенков С.А., Сенников А.Н. Дополнения и уточнения по распространению редких и охраняемых видов сосудистых растений Понойской Лапландии (Мурманская область) // Труды Карельского научного центра РАН. 2018. № 1. С. 33–50. DOI: 10.17076/bg609
- Королёва Н.Е. Зональная тундра на Кольском полуострове – реальность или ошибка? // Вестник МГТУ. 2006. Т. 9. № 5. С. 747–756.
- Королёва Н.Е., Константинова Н.А., Белкина О.А. Флора и растительность побережья залива Грен-фьорд (архипелаг Шпицберген). Апатиты: КНЦ РАН. 2008. 132 с.
- Королёва Т.М., Гоголева П.А., Петровский В.В., Зверев А.А., Троева Е.И. Мониторинг локальной флоры в окрестностях посёлка Чокурдах (северо-восток Якутии) // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 9. С. 1386–1420. DOI: 10.1134/S0006813619090084
- Лавриненко И.А. Карта техногенной нарушенности растительного покрова Ненецкого автономного округа // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 128–136. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-128-136
- Лавриненко О.А., Петровский В.В., Лавриненко И.А. Локальные флоры островов и юго-восточного побережья Баренцева моря // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 10. С. 1144–1190. DOI: 10.1134/S0006813616100033
- Морозова О.В., Стародубцева Е.А., Царевская Н.Г. Адвентивная флора Европейской России: итоги инвентаризации // Известия РАН. Сер. географ. 2008. № 5. С. 85–94.
- Письмаркина Е.В. Находки заносных видов сосудистых растений на полуострове Ямал // Бюллетень МОИП. Отд. биолог. 2014. Т. 119, вып. 3. С. 75–76.
- Письмаркина Е.В., Быструшкин А.Г. Новые находки чужеродных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 1. С. 107–113.
- Письмаркина Е.В., Бялт В.В., Егоров А.А. Находки чужеродных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия) // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 1. С. 75–84. DOI: 10.17076/bg762
- Поспелова Е.В., Поспелов И.Н. Флористические исследования в подзоне южных тундр восточного Таймыра // Turczaninowia. 2014. Т. 17. № 2. С. 61–73. DOI: 10.14258/turczaninowia.17.2.9
- Поспелова Е.В., Поспелов И.Н. Изменения во флоре окрестностей с. Хатанга, Таймырский заповедник,

- за длительный период // Заповедная наука. 2016. Т. 1(2). С. 59–78.
- Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н., Стрекаловская В.Г. Флористические находки на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) муниципального района (Красноярский край) // *Turczaninowia*. 2017. Т. 20. № 4. С. 59–69. DOI: 10.14258/turczaninowia.20.4.8
- Российская Арктика: на пороге катастрофы. М.: Центр экологической политики России, 1996. 206 с.
- Секретарёва Н.А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 131 с.
- Телятников М.Ю., Пристяжнюк С.А. Интразональные травяные сообщества полуострова Ямала и предгорий Полярного Урала // *Растительный мир Азиатской России*. 2012. № 1(9). С. 96–105.
- Тишков А.А. Экосистемы западного побережья Шпицбергена (архипелаг Свальбард) // *Известия РАН. Сер. географ.* 1983. № 6. С. 99–109.
- Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера / Ун-т Рос. акад. образования, Ин-т географии РАН. М.: Изд-во УРАО, 1996. 115 с.
- Тишков А.А., Белоновская Е.А., Глазов П.М., Кренке А.Н., Титова С.В., Царевская Н.Г., Шматова А.Г. Антропогенная трансформация арктических экосистем России: подходы, методы, оценки // *Арктика: экология и экономика*. 2019. № 4. С. 38–51. DOI: 10.25283/2223-4594-2019-4-38-51
- Флора антропогенных местообитаний Севера. М.: Ин-т географии РАН, ГНТИП России «Комплекс. исслед. океанов и морей Арктики и Антарктики», 1996. 192 с.
- Флора Таймыра (Электронный документ) // (<http://byrranga.ru/>). Проверено 25.08.2020.
- Хантимер И.С. Сельскохозяйственное освоение тундры. Л.: Наука, 1974. 226 с.
- Alsos I., Ware C., Elven R. Past Arctic aliens have passed away, current ones may stay // *Biological Invasions*. 2015. Vol. 17. P. 3113–3123. DOI: 10.1007/s10530-015-0937-9.
- Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2005. 1042 p.
- Arctic Flora and Fauna: Status and Conservation. Helsinki. Edita. 2001. 266 p.
- Blackburn T.M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J.T., Duncan R.P., Jarošík V., Wilson J.R.U., Richardson D.M. A proposed unified framework for biological invasions // *Trends in Ecology and Evolution*. 2011. Vol. 26. P. 333–339. DOI: 10.1016/j.tree.2011.03.023
- CAVM Team. Circumpolar Arctic vegetation map. Scale 1:7,500,000. Conservation of Arctic flora and fauna (CAFF) Map No. 1. U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, 2003.
- Daniëls F.J.A., Gillespie L.J., Poulin M. Plants // Ed. H. Meltofte. Arctic biodiversity assessment. Status and trends in Arctic biodiversity. Akureyri: Conservation of Arctic Flora and Fauna, 2013. P. 310–353.
- GBIF (Электронный ресурс) // (<http://gbif.org>). GBIF Occurrence Download. Accessed 4.5.2021, <https://doi.org/10.15468/dl.66jscv>. Accessed 4.5.2021, <https://doi.org/10.15468/dl.4haj6d>. Accessed 5.5.2021, <https://doi.org/10.15468/dl.9ck39n>
- Hall M.C., James M., Wilson S. Biodiversity, biosecurity, and cruising in the Arctic and sub-Arctic // *Journal of Heritage Tourism*. 2010. Vol. 5. No. 4. P. 351–364. DOI: 10.1080/1743873X.2010.517845
- Lassuy D.R., Lewis P.N. Invasive Species: Human-Induced // Ed. H. Meltofte. Arctic biodiversity assessment. Status and trends in Arctic biodiversity. Akureyri: Conservation of Arctic Flora and Fauna, 2013. P. 451–457.
- Lembrechts J.J., Pauchard A., Lenoird J., Nuñez M.A., Geronf C., Vena A., Bravo-Monasterio P., Teneb E., Nijs I., Milbau A. Disturbance is the key to plant invasions in cold environments // *PNAS*. 2016. Vol. 113(49). P. 14061–14066. DOI: 10.1073/pnas.1608980113
- Liška J., Soldán Z. Alien vascular plants recorded from the Barentsburg and Pyramiden settlements, Svalbard // *Preslia*. 2004. Vol. 76. P. 279–290.
- Magnusson B. NOBANIS – Invasive alien species fact-sheet – *Lupinus nootkatensis* // Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. 2010. // ([www.nobanis.org](http://www.nobanis.org)). Accessed 4.05.2021.
- Meusel H., Jäger E., Rauschert S., Weinert E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäische flora. Jena: Fischer Verlag, 1965. Bd. 1. 583 S.; 1978. Bd. 2. 421 S.
- Müllerová J., Vítková M., Vítek O. The impacts of road and walking trails upon adjacent vegetation: Effects of road building materials on species composition in a nutrient poor environment // *Science of The Total Environment*. 2011. Vol. 409. Issue 19. P. 3839–3849. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.06.056.
- Panarctic Flora (Электронный ресурс) // (<http://panarctic-flora.org/>). Accessed 29.11.2020.
- Plant invasions: studies from North America and Europe / Eds. J.H. Brock, M. Wade, P. Pyšek, D. Green. Leiden: Backhuys Publishers, 1997. 223 p.
- Pyšek P., Manceur A.M., Alba C., McGregor K.F., Pergl J., Štajerová K., Chytrý M., Danihelka J., Kartesz J., Klimešová J., Lučanová M., Moravcová L., Nishino M., Sádlo J., Suda J., Tichý L., Kühn I. Naturalization of central European plants in North America: species traits, habitats, propagule pressure, residence time // *Ecology*. 2015. Vol. 96. No. 3. P. 762–774. DOI: 10.1890/14-1005.1
- Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L.A., Barcelona J.F., Cabezas F.J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castaño N., Chacón E., Chatelain C., Dullinger S., Ebel A.L., Figueiredo E., Fuentes N., Genovesi P., Groom Q.J., Henderson L., Inderjit, Kupriyanov A., Masciadri S., Maurel N., Meerman J., Morozova O., Moser D., Nickrent D., Nowak P.M., Pagad S., Patzelt A., Pelsler P.B., Poopath M., Seebens H., Shu W.-S., Thomas J., Velayos M., Weber E., Wieringa J.J., Baptiste M.P. & van Kleunen M. Naturalized alien flora of the World: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and regional levels of invasion // *Preslia*. 2017. Vol. 89. No. 3. P. 203–274. DOI: 10.23855/preslia.2017.203
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of

- alien plants: concepts and definitions // Diversity and Distributions. 2000. Vol. 6. P. 93–107.
- Vinogradova Y., Pergl J., Essl F., Hejda M., van Kleunen M., Regional contributors, Pyšek P. Invasive alien plants of Russia: insights from regional inventories // Biological Invasions. 2018. Vol. 20. P. 1931–1943. DOI: 10.1007/s10530-018-1686-3.
- Ware C., Bergstrom D., Müller E., Alsos I. Humans introduce viable seeds to the Arctic on footwear // Biological Invasions. 2012. Vol. 14. P. 567–577. DOI: 10.1007/s10530-011-0098-4.
- Wasowicz, P., Sennikov, A.N., Westergaard, K.B., Spellman K., Carlson M., Gillespie L.J., Saarela J.M., Seefeldt S.S., Bennett B., Bay C., Ickert-Bond S., Väre H. Non-native vascular flora of the Arctic: Taxonomic richness, distribution and pathways // Ambio. 2020. Vol. 49. P. 693–703. DOI: 10.1007/s13280-019-01296-6.

## ALIEN PLANT SPECIES IN THE RUSSIAN ARCTIC: SPATIAL PATTERNS, CORRIDORS AND LOCAL INVASIONS

© 2021 Morozova O.V.\*, Tishkov A.A.\*\*

Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017, Russia;  
e-mail: \*olvasmor@mail.ru, \*\*tishkov@biodat.ru

The article analyzes the diversity of alien plant species in the Russian part of the Arctic (RA) based on the generalization of different publications. Alien plant species present in all regions of the RA, but compared with more southern biomes, their share in regional floras is relatively small and unevenly distributed, from 1–2% in the north of Yakutia and in the continental part of Chukotka to 22–27% on the Kola Peninsula and in the Bolshezemelskaya tundra. In general, the low species diversity of alien species in the RA is explained by two groups of factors. The first one includes socio-economic indicators: relatively late and still focal economic development of the region and, in general, low human migration activity here. The second one unites natural factors, among which the climate is of paramount importance. It has been shown that mainly plurizonal species with the northern border of their ranges in the boreal zone are introduced into the RA, but the direct donor regions are often not known when alien species are introduced. These species are clearly better adapted to a wide range of conditions, allowing them to survive in the harsh Arctic climate. By the way of invasion into the RA, unintentionally introduced species prevail, and the main vectors are transport, migration activity, in recent years – arctic tourism, as well as introduction with contaminated materials. The distribution of alien species is locally and mostly associated with settlements and industrial centers.

**Key words:** alien species, vascular plants, diversity, local invasions, Russian part of the Arctic.



# APPLICATION OF HERBICIDES IN THE CONTROL OF THE INVASIVE SPECIES *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN. (SOSNOWSKY'S HOGWEED) IN FORESTRY

© 2021 Egorov A.B., Postnikov A.M., Pavlyuchenkova L.N., Partolina A.N., Bubnov A.A.

Federal Budgetary Institution "St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry" of the Federal Forestry Agency, Institutskiy pr., 21, St. Petersburg, 194021, Russia  
e-mail: [herb.egorov@yandex.ru](mailto:herb.egorov@yandex.ru)

Received February 8, 2021; revised April 14, 2021; accepted August 16, 2021

A representative of the family Apiacea, Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) previously cultivated as a fodder plant and now occupying vast territories along roads and railways, in and near settlements, uncultivated agricultural lands, on farms and in many other areas, poses a serious threat to human health. On these lands, an active eradication campaign has been going on for over 15 years. This invasive species also spreads actively on the lands of the forest fund including plantations, felling sites, young stands of natural origin, clearings and hayfields, forest stands of different ages with a small basal area, and in the most productive forest conditions. As a result, in forest plantations growth of woody plants (primarily of coniferous species) is inhibited, their death is observed, and environmental, aesthetic and industrial damage increases due to the growth and dominance of Sosnowsky's hogweed.

As a result of field experiments in the Leningrad Region, a high effectiveness of a number of modern herbicides (Roundup, Anchor-85, and Magnum) for control of Sosnowsky's hogweed and other unwanted herbaceous vegetation, as well as their selectivity in relation to pine and spruce, has been demonstrated.

**Key words:** hogweed, forest plantations, herbicides, pine, spruce, effectiveness, selectivity

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-63-64

## Introduction

As a result of cultivation of Sosnowsky's hogweed as a silage plant in the past, it is now widely spread in the Leningrad, Pskov, Novgorod, Vologda, Tver, Moscow, Ivanovo, and Kirov Regions, in the Republics of Karelia, Komi, Mordovia, as well as in Belarus, Lithuania, Latvia, Estonia and other Eastern European countries. The areas occupied by Sosnowsky's hogweed in the European part of the Russian Federation continue to increase dramatically. It is believed that Sosnowsky's hogweed annually increases its distribution area by at least 10%, by actively displacing native species and forming monodominant communities [Luneva, 2014; Filatova, Vlasov, 2002].

In Europe, Sosnowsky's hogweed escaped cultivation in the 1970s, and in Russia, in the 1980s [Vinogradova et al., 2010]. Currently, the scale of invasion of this species in Russia has reached alarming proportions [Luneva, 2013, 2014; Luneva and others. 2018]. Many botanists have long expressed concern about the transformation of this species into a malicious weed

[Moskalenko, 2000]. The biological characteristics of Sosnowsky's hogweed, its high ecological plasticity and seed productivity on the one hand, and inattention to its dispersal on the other, as well as the lack of economic activity on agricultural lands for many years, allowed this species to get out of control and move into the category of malicious weeds to be eradicated [Dalke, 2014; Kondratyev, 2015; Krivosheina, 2011; Panasenko, 2016; Sadovnikova, 2015; Sadovnikova et al., 2018].

This is an excerpt of the article "Application of herbicides in the control of the invasive species *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Sosnowsky's hogweed) in forestry". Full text of the paper is published in Russian Journal of Biological Invasions. DOI: DOI: 10.31857/S207511172104XXXYYY

## References

- Antipina G.S., Maganov I.A. Experience in the fight against Sosnowsky's hogweed // Plant protection and quarantine. 2018. № 7. p. 30–32.
- Budarin S.N., Larikova Yu.S., Kondratyev M.N. The invasive nature of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum*

- sosnowskyi Manden.*) when dispersing in agricultural systems of the Moscow Region // In: Biological regional studies: global, Russian and regional problems: Proceedings of the 3rd all-Russian scientific and practical conf. with international participation, dedicated to the 85th anniversary of the Faculty of Natural Sciences and Geography. Samara, 2014. p. 41–48.
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. The Black Book of the Flora of Central Russia. Moscow: GEOS, 2010. 512 p.
- Dalke I.V., Chadin I.F. Invasions as a factor in the transformation of natural ecosystems: mechanisms of self-maintenance and dispersal of alien species (on the example of Sosnowsky's hogweed) // In: Patterns of functioning of natural and anthropogenically transformed ecosystems: Proceedings of all-Russian scientific and practical conf. Kirov, 2014. P. 23–25.
- Kondratyev M.N., Budarin S.N., Larikova, Yu.S. Physiological and ecological mechanisms of invasive penetration of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) into unused agroecosystems // *Izvestiya TSKhA*. 2015. Issue 2. P. 36–49.
- Krivosheina M.G. Insect pests of Sosnowsky's hogweed in the Moscow Region and prospects for their use in biological control // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2011. № 1. P. 44–50.
- Laman N.A., Prokhorov V.N., Maslovsky O.M. Giant hogweeds are dangerous invasive species for natural complexes and the population of Belarus. Institute of Experimental Botany named after V.F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk, 2009. 40 p.
- Luneva N.N. Sosnowsky's hogweed in Russia: current status and urgency of its early suppression // *Bulletin of Plant Protection*. 2013. № 1. P. 29–43.
- Luneva N.N. Sosnowsky's hogweed in the Russian Federation // *Plant Protection and Quarantine*. 2014. № 3. P. 12–18.
- Luneva, N.N., Konechnaya G.Yu., Smekalova T.N., Chukhina I.G. On the status of the species Sosnowsky's hogweed *Heracleum sosnowskyi* Manden. on the territory of the Russian Federation // *Bulletin of Plant Protection*. 2018. № 3. P. 10–15.
- Methodological guidelines for registration tests of herbicides in agriculture: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, All-Russian Research Institute for Plant Protection. SPb.: VIZR, 2013. 280 p.
- Mishina M.Yu., Laman M.A., Prokhorov V.N., Fujii, Y. Volatile compounds of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) and their allelopathic activity // In: Regulation of plant growth, development and productivity: Proceedings of the VIII International Sci. conf. National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Experimental Botany named after V.F. Kuprevich, Belarusian Public Association of Plant Physiologists. Minsk: Kolorgrad, 2015. P. 78.
- Moskalenko G.P. Ways of introduction and distribution of dangerous species of weeds in new regions // In: State and development of herbology on the threshold of the XXI century: Materials of the II All-Russian scientific-industrial meeting. Golitsino, 2000. P. 231–234.
- Panasenko N.N. Some questions of biology and ecology of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2016. № 2. P. 95–106.
- A practical guide to the control of giant hogweed (based on the European experience in the fight against invasive weeds). 2005, 44 p. (Electronic document) <https://www.zin.ru/conferences/rtable2007/method/heracleum.pdf>. Retrieved 02.12.2020.
- Sadovnikova T.P. Sosnowsky's hogweed is a dangerous weed for forestry // *Forestry*. 2015. № 1. P. 39–40.
- Sadovnikova T.P., Ulyankina T.D., Snakin V.V. A dangerous introduced species: Sosnowsky's hogweed // Use and protection of natural resources in Russia. 2018. № 3. P. 61–65.
- Smolin N.V., Bochkarev A.N., Nikolsky A.N. The search for ways to combat Sosnowsky's hogweed continues // *Plant Protection and Quarantine*. 2011. № 8. P. 26–28.
- Snakin V.V. Geographic isolation of species as a factor in the global dynamics of biodiversity // *Life of the Earth*. 2016. V. 38, № 1. P. 52–61.
- List of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2020: reference edition: supplement to the journal "Plant Protection and Quarantine". № 4. M., 2020. 848 p.
- Filatova IA, Vlasov Yu V. Sosnowsky's hogweed "exploits" new areas // *Plant protection and quarantine*. 2002. № 12. P. 38–39.
- Chumakov L.S., Maslovsky O.M., Shevkunova A.V., Sysoi I.P. Estimation of the distribution of *Heracleum sosnowskyi* Manden. under the forest canopy // In: Problems of Biodiversity Conservation and Use of Biological Resources: Proceedings of the III International Conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of academician N.V. Smolsky. Minsk, 2015, Part I. P. 229–232.
- Ebel A.L., Zykova E.Yu., Mikhailov S.I., Chernogrivov P.N., Ebel T.V. Distribution and naturalization of the invasive species *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) in Siberia // In: Ecology and geography of plants and plant communities. Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University, 2018. P. 1065–1070.
- Yakimovich E.A., Ivashkevich A.A. Prospects for the use of herbicides with complete action and their tank mixtures to combat Sosnowsky's hogweed // *Plant Protection*. 2011. Issue 35. P. 48–56.
- Baležentiene L.; Bartkevičius E. Invasion of *Heracleum sosnowskyi* (Apiaceae) at habitat scale in Lithuania // *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2013, V. 11: 2. P. 1370–1375.
- Wille W., Thiele J., Walker E.A., Kollmann J. Limited evidence for allelopathic effects of giant hogweed on germination of native herbs // *Seed Science Research*. 2013. V. 23:2. P. 157–162.

# THE FIRST RECORD OF ALIEN SPECIES *LIMNODRILUS MAUMEENSIS* BRINKHURST ET COOK, 1966 (OLIGOCHAETA, TUBIFICIDAE) FROM RUSSIA

©2021 A.A. Prokin<sup>a,\*</sup>, O.M. Potyutko<sup>b,\*\*</sup>

<sup>a</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Nekouzsky District, 152742 Yaroslavl Oblast, Russia.

<sup>b</sup>Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Glebovskaya str., 20b Moscow, 10725 Russia.

e-mail: \*prokina@mail.ru; \*\*oleg.potyutko@gmail.com

Received February 18, 2021; revised April 23, 2021; accepted August 18, 2021

**Abstract:** Nearctic species *Limnodrilus maumeensis* Brinkhurst et Cook, 1966 (Oligochaeta, Tubificidae) recorded from Russia for the first time from the Don River near Rostov-on-Don. Variations of penis sheath of sexually mature specimens are measured and illustrated by photographs. Data on macrozoobenthos community in the sampling site are provided, including species composition, number and biomass of the species.

**Key words:** Oligochaeta; alien species; *Limnodrilus*; Don River; penis sheath; variations

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-65-66

## Introduction

Nearctic species *Limnodrilus maumeensis* Brinkhurst et Cook, 1966 (Oligochaeta, Tubificidae) has never been recorded from Russia before. In the native part of the species range it is common and widespread to the east of Mississippi River, mainly in Great Lakes Basin in the United States and Canada [Brinkhurst, 1986; Brinkhurst and Jamieson, 1971; Hiltunen, 1969; Kathman and Brinkhurst, 1998; Krieger and Stearns, 2010; Milligan, 1997; Stimpson et al., 1982 etc.]. In the secondary invasive part of the range in Eurasia this species was recorded from Great Britain [Milligan, 1997], but this record is doubtful according to van Haaren and Soors [2013], the Netherlands [van Haaren, 2002; van Haaren and Soors, 2013] and South Korea [Lee and Jung, 2016].

According to Kathman and Brinkhurst [1998] and Stimpson et al. [1982] *L. maumeensis* inhabits organically polluted waters.

## Materials and Methods

This study is based on sample of macrozoobenthos collected in Russia, Rostov-on-Don, the Don River, 34.5 km (40.208711N, 39.697302E) upstream of the mouth, in August, 15 2015 by E.V. Parfyonova.

Macrozoobenthos was sampled with a Petersen grab (capture area - 0.025 m<sup>2</sup>; two liftings of

sediments). All collected materials were filtered through a sieve with a mesh size of 200×200 μm and preserved in 4% formaldehyde. Fresh weight of specimens was determined after removal of surface moisture (drying on a filter paper until wet spots disappeared), using a WT-100 torsion balance (weighing accuracy - 0.1 mg).

This is an excerpt of the article “The First Record Of Alien Species *Limnodrilus maumeensis* Brinkhurst et Cook, 1966 (Oligochaeta, Tubificidae) From Russia”. Full text of the paper is published in Russian Journal of Biological Invasions.

DOI: 10.31857/S207511172104XXXXYY

## Rererences

- Brinkhurst R.O. Guide to the freshwater aquatic microdrile oligochaetes of North America. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 1986. 259 p.
- Brinkhurst R.O., Jamieson B.G.M. Aquatic Oligochaeta of the World. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1971. 860 p.
- Dumnicka E., Jabłońska-Barna I., Rychter A. The first record of a new alien species *Limnodrilus cervix* Brinkhurst, 1963 (Annelida, Clitellata) in the Vistula Lagoon (southern Baltic Sea) // Oceanologia. 2014. V. 56(1). P. 151–158. <https://doi.org/10.5697/oc.56-1.151>
- Gusakov V.A., Sylaieva A.A. *Bratislavia dadayi* (Michaelsen 1905) (Annelida, Clitellata, Naididae): discovery of an alien oligochaete in a technogenic fresh water body in Ukraine // Zootaxa. 2019. V. 4711(2). P. 349–365. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4711.2.7>
- Hiltunen J.K. Distribution of oligochaetes in western Lake Erie, 1961 // Annales de Limnologie. 1969. V. 14. P. 260–264.

- Kathman R.D., Brinkhurst R.O. Guide to the Freshwater Oligochaetes of North America. Tennessee: Aquatic Resources Center, 1998. 264 p.
- Krieger K.A., Stearns A.M. Atlas of the aquatic oligochaete worms (Annelida: Clitellata: Microdrili) recorded at the Old Woman Creek National Estuarine Research Reserve, Ohio. Tiffin: Ohio Department of Natural Resources, 2010. 32 p.
- Lee J., Jung J. Faunistic survey on freshwater annelids from Korea // Journal of Species Research. 2016. V. 5(3). P. 279–288. <https://doi.org/10.12651/JSR.2016.5.3.279>
- Milbrink G., Timm T. 2001. Distribution and dispersal capacity of the Ponto-Caspian tubificid oligochaete *Potamothrix moldaviensis* Vejdovský et Mrázek, 1903 in the Baltic Sea Region // Hydrobiologia. 2001. V. 463. P. 93–102. <https://doi.org/10.1023/A:1013139221454>
- Milligan M.R. Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida. Vol. 1. Freshwaters oligochaetes. Sarasota: Center for Systematics and Taxonomy, 1997. 182 pp.
- Panov V.E, Alexandrov B., Arbačiauskas K., Binimelis R., Copp G.H., Grabowski M., Lucy F., Leuven R.S.E.W., Nehring S., Paunović M., Semenchenko V., Son M.O. Assessing the risks of aquatic species invasions via European inland waterways: from concepts to environmental indicators // Integrated Environmental Assessment and Management. 2009. V. 5(1). P. 110–126. [https://doi.org/10.1897/IEAM\\_2008-034.1](https://doi.org/10.1897/IEAM_2008-034.1)
- Pantle R, Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung Ergebnisse // Gas und Wasserfach. 1955. V. 96. P. 604–624.
- Soors J., van Haaren T., Timm T., Speybroeck J. *Bratislava dadayi* (Michaelsen, 1905) (Annelida: Clitellata: Naididae): a new non-indigenous species for Europe, and other non-native annelids in the Schelde estuary // Aquatic Invasions. 2013. V. 8(1). P. 37–44. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2013.8.1.04>.
- Stimpson K.S., Klemm D.J., Hiltunen J.K. A guide to the freshwater Tubificidae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) of North America. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, 1982. 61 p.
- Timm, T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe // Lauterbornia. 2009. V. 66. P. 1–235.
- Timm T., Martin, P. Class Clitellata: Subclass Oligochaeta. In: Rogers, D.C. & Thorp, J.H. (Eds.), Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. V. IV. Keys to Palaearctic Fauna. London–San Diego–Cambridge–Kidlington: Academic Press, 2019. P. 364–483.
- van Haaren T. Eight species of aquatic Oligochaeta new for the Netherlands (Annelida) // Nederlandse Faunistische Mededelingen. 2002. V. 16. P. 39–56.
- van Haaren T., Soors J. Aquatic Oligochaeta of the Netherlands and Belgium. Zeist: KNNV Publishing, 2013. 302 p. <https://doi.org/10.1163/9789004278097>
- Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board // Chemistry & Industry. 1964. V. 11. P. 443–447.