

БИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ
И СИСТЕМАТИКА ГИДРОБИОНТОВ

УДК 595.182-14(28:47)

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *Kellicottia bostoniensis*
(Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae)
В ВОДОЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2019 г. С. М. Жданова^{1,*}, В. И. Лазарева¹, Н. Г. Баянов², Е. В. Лобуничева³, Н. В. Родионова⁴,
Г. В. Шурганова⁵, Т. В. Золотарева⁵, М. Ю. Ильин⁶

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, 152742 Россия

²Государственный природный биосферный заповедник “Керженский”,
ул. Рождественская, д. 23, Нижний Новгород, 603001 Россия

³Вологодское отделение – филиал “Государственного научно-исследовательского института озерного и речного
рыбного хозяйства им. Л.С. Берга”, ул. Левичева, д. 5, Вологодская обл., Вологда, 160012 Россия

⁴Институт озерадения Российской академии наук, ул. Севастьянова, д. 9, Санкт-Петербург, 196105 Россия

⁵Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, д. 23, корп. 1, Нижний Новгород, 603950 Россия

⁶Комитет по охране, использованию и воспроизводству объектов животного мира Нижегородской обл.,
ул. Костина, д. 2, Нижний Новгород, 603134 Россия

*e-mail: zhdanova83@gmail.com

Поступила в редакцию 08.08.2017 г.

После доработки 31.10.2017 г.

Принята к публикации 16.11.2017 г.

Проведен морфологический анализ популяций коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) из 23 водных объектов европейской части России. Показано, что наиболее вариабельна длина заднего шипа, наименее – длина панциря. Длина переднего и заднего шипов коррелируют положительно. Отмечено увеличение длины шипов с ростом длины панциря. Размеры коловратки различаются в водоемах и водотоках с разным трофическим статусом, глубиной и величиной рН. Размер тела *K. bostoniensis* больше в мезотрофных, кислых и глубоких водных объектах.

Ключевые слова: коловратка *Kellicottia bostoniensis*, морфологическая изменчивость, водные объекты европейской России

DOI: 10.1134/S0320965219020189

ВВЕДЕНИЕ

Североамериканская коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) в настоящее время распространена в >40 водоемах и водотоках европейской части России. Она стала обычным видом в лесных озерах и реках бассейна Балтийского моря, Атлантико-Ледовитоморско-Каспийского водораздела, в бассейне р. Волги расселилась на юг до 55° с.ш. (озера бассейнов рек Ока и Пра) [5, 18, 24, 25] и на восток – до 56°–57° в.д. (р. Кама, бассейн Средней Волги) [17]. Возможные пути расселения вида на территории Российской Федерации обсуждены в работе [25]. Коловратка обитает в широком диапазоне условий, что свидетельствует о высокой экологической пластичности вида. *K. bostoniensis* населяет разнотипные водоемы и водотоки, однако данные о морфологических

различиях популяций из разных местообитаний отсутствуют.

Цель работы – описание морфологической вариабельности *K. bostoniensis* в водоемах европейской части России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ морфометрических характеристик коловратки *K. bostoniensis* выполнен на популяциях из 23 водоемов и водотоков европейской части России (табл. 1). В работе использованы материалы гидробиологических исследований на Ивановском водохранилище (Московская и Тверская обл.), небольших (<2.7 км²) озерах Валдайской возвышенности (Новгородская обл.) и Центрально-лесного заповедника (Тверская обл.), и пойменных водоемах Окского заповедника (Рязанская обл.), озерах Нижегородской, Ленинград-

Таблица 1. Характеристика исследованных водоемов и водотоков

Водный объект	с.ш.	в.д.	Глубина, м	Температура, °С	pH	Цветность, °Pt-Co	Статус
Ручей из оз. Тонкое	61	37	1.5	16.5	7.0	—	—
Ручей из оз. Кривое	61	37	0.3	15.5	7.0	—	—
р. Керженец	56	44	1.5	24.0	6.8	175	—
р. Сережа	55	43	15.0	20.0	7.7	66	—
Озера:							
Купецкое	61	37	5.0	17.1	7.0	—	II
Экозеро	61	37	2.0	16.0	6.7	—	I
Тонкое	61	37	2.0	15.3	6.8	—	II
Лайнозеро	61	37	4.0	21.1	7.1	—	»
Малое Луговское	60	30	5.0	20.0	5.8	560	III
Большое Морозовское	60	29	3.1	28.0	8.0	80	II
Симагино	60	30	19.0	18	7.6	76	»
Чернявское	60	30	4.5	19	7.1	74	»
Еловое	56	42	17.0	18.5	5.7	30	III
Чарское	56	43	16.0	22.0	6.2	143	»
Свято	55	43	14.6	22.6	7.0	54	»
Малое Яичко	57	33	4.2	20.0	5.6	170	II
Большое Яичко	57	33	1.5	22.0	6.2	370	»
Лопата	54	40	5.0	23.2	7.2	440	»
Алексеевское	54	40	1.0	22.8	6.7	440	»
Нефёдово	54	40	1.0	20.4	6.9	70	»
Белое	54	40	1.0	20.0	6.9	380	»
Видогошь	56	36	17.0	21.9	—	50	»
Трестино	56	32	4.0	20	4.8	55	»

Примечание. Трофический статус: I – дистрофный, II – эвтрофный, III – мезотрофный. “—” – данные отсутствуют.

ской и Вологодской обл., реках в Нижегородской обл. и двух ручьях в Вологодской обл. Описание водоемов и водотоков приведено в работе [25].

Коловраток выбирали из проб зоопланктона, фиксированных 4%-ным формалином. Для анализа морфологической изменчивости *K. bostoniensis* промеряли по 10–100 экз. из каждого водного объекта. Определяли общую длину тела (l_{tot}), длину панциря (l_{lorica}), длину самого длинного переднего шипа (l_{as}) и заднего (l_{ps}) шипа (рис. 1). Измерения проводили с помощью окуляр-микрометра под световым микроскопом МБИ-3 (ЛОМО).

Оценку нормальности распределения морфометрических признаков осуществляли с помощью W-критерия Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk’s W test), данные тестировали на однородность дисперсии с использованием теста Левене (Levene’s test). Поскольку распределение морфометрических признаков коловратки (l_{tot} , l_{lorica} , l_{as} , l_{ps}) отличается от нормального (W-критерий Шапи-

ро–Уилка, $p < 0.05$), применяли непараметрические методы статистического анализа.

Для сравнения морфометрических параметров коловратки из различных популяций и типов водоемов использовали непараметрический дисперсионный анализ Краскела–Уоллиса, далее проводили множественное сравнение выборок с использованием непараметрического критерия Дана (модифицированный тест Манна–Уитни) (Kruskal–Wallis ANOVA test with post-hoc multiple comparisons of mean ranks for all groups).

Для проведения статистического анализа водные объекты группировали по следующим критериям: максимальной глубине – мелководные (<5 м) и сравнительно глубоководные (>5 м); величине pH воды – кислотные (pH < 5.3), переходные (pH 5.4–6.4) и нейтральные (pH > 6.5); цветности – олигогуменные (<40° Pt-Co шкалы), мезогуменные (40°–80°) и полигуменные (>100°); температуре воды – первая группа (>20°C), вторая группа (20°–25°C), третья группа (<25°C); по трофности – олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дис-

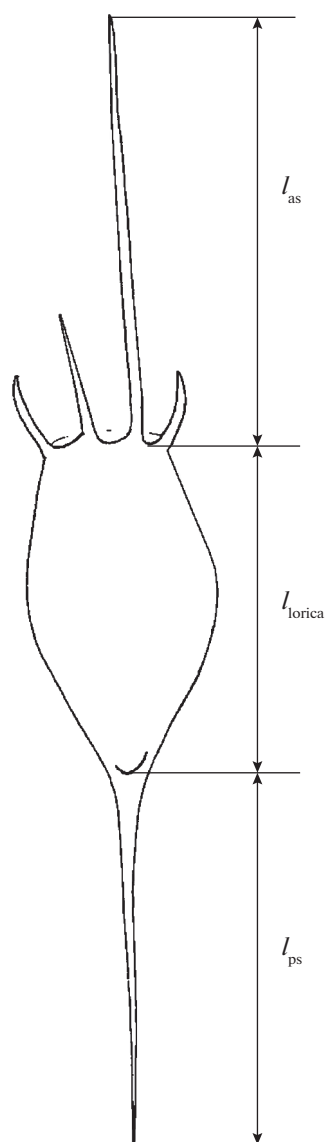


Рис. 1. Схема промеров *Kellicottia bostoniensis*.

трофные и отдельно выделены водотоки, трофический статус которых не определяли; по широте — первая группа (54° с.ш.), вторая группа (55°–57° с.ш.), третья группа (60°–61° с.ш.) и долготе — первая группа (29°–30° в.д.), вторая группа (32°–33° в.д.), третья группа (36°–37° в.д.), четвертая группа (40° в.д.) и пятая группа (42°–44° в.д.).

Коэффициент корреляции Спирмена использовали для оценки связи между морфометрическими параметрами *K. bostoniensis*. Для оценки вариабельности признаков применяли квартильный коэффициент дисперсии:

$$Q_k = (Q_{75} - Q_{25}) / (Q_{75} + Q_{25}),$$

где Q_{25} и Q_{75} — первый и третий квартили соответственно, для каждого набора данных [8].

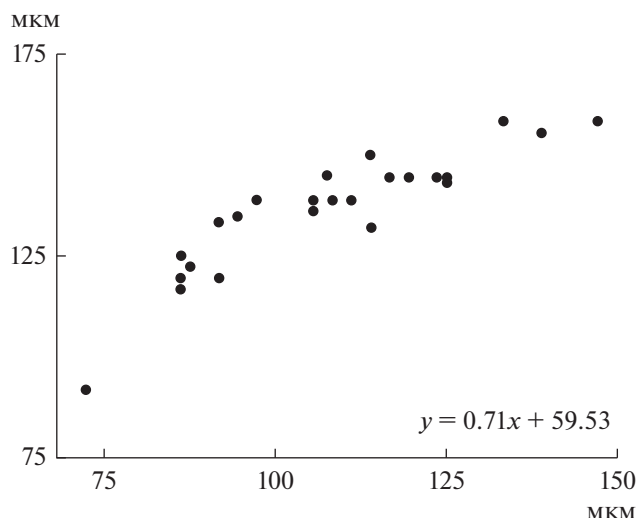


Рис. 2. Взаимосвязь длины переднего и заднего шипов *Kellicottia bostoniensis* из разных водных объектов. Каждая точка — медиана измерений 10–100 экз. Ось ординат — длина самого длинного переднего шипа, ось абсцисс — длина заднего шипа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общая длина тела *K. bostoniensis* из 23 исследованных водных объектов России изменялась от 239 до 480 мкм (табл. 2). Наиболее вариабельна была длина заднего шипа (квартильный коэффициент дисперсии 0.15), наименее вариабельна — длина панциря (квартильный коэффициент дисперсии 0.04). Длина переднего шипа была достоверно ($p < 0.05$) больше длины заднего шипа и длины панциря. В разных водоемах и водотоках длина панциря коловоротки могла быть меньше, равна или больше длины заднего шипа (табл. 2).

Корреляционный анализ взаимосвязи между медианами длины шипов и панциря *K. bostoniensis* показал, что длина шипов возрастала с увеличением длины панциря ($r_{l_{ps}/l_{lorica}} = 0.67, p < 0.05$; $r_{l_{ps}/l_{lorica}} = 0.75, p < 0.05$). Длина переднего шипа положительно коррелировала с длиной заднего шипа ($r_{l_{as}/l_{ps}} = 0.89, p < 0.05$) (рис. 2). Однако внутри популяций *K. bostoniensis* из некоторых водных объектов взаимосвязь между морфометрическими показателями отсутствовала. Так, только в 5 из 23 водоемов и водотоков России прослежена значимая положительная связь между длиной панциря и длиной переднего шипа, в 7 водоемах — между длиной панциря и длиной заднего шипа. Чаще всего (в 19 водных объектах) наблюдали значимое увеличение длины переднего шипа с ростом длины заднего.

Популяции *K. bostoniensis* из разных водных объектов статистически значимо различались по морфометрическим показателям (критерий Краскела—

Таблица 2. Морфометрические показатели *K. bostoniensis* из России и других регионов мира

Водный объект	n	Длина, мкм			
		l_{tot}	l_{lorica}	l_{as}	l_{ps}
Ручей из оз. Тонкое*	11	417 ± 6 367–453	113 ± 1 106–119	158 ± 4 128–167	146 ± 4 125–167
Ручей из оз. Кривое*	100	320 ± 2 283–414	105 ± 4 97–111	121 ± 1 94–161	93 ± 1 75–142
р. Сережа*	18	384 ± 8 335–445	123 ± 3 85–140	152 ± 7 105–210	108 ± 4 85–140
р. Керженец*	14	368 ± 15 272–444	109 ± 0.5 103–119	139 ± 7 92–167	120 ± 8 78–164
Озера					
Купецкое*	50	312 ± 4 247–364	100 ± 1 94–111	124 ± 2 69–150	88 ± 2 56–125
Экозеро*	53	308 ± 2 261–342	102 ± 0.4 97–111	119 ± 1 97–139	88 ± 1 67–106
Тонкое*	77	350 ± 2 311–386	107 ± 0 97–111	137 ± 1 117–153	106 ± 1 83–125
Лайнозеро*	60	363 ± 2 325–419	109 ± 1 103–122	139 ± 1 111–158	115 ± 1 92–150
Малое Луговское*	100	371 ± 2 267–408	108 ± 0 97–114	150 ± 1 117–167	114 ± 1 42–147
Большое Морозовское*	100	326 ± 2 236–378	103 ± 0.5 92–117	133 ± 1 103–161	91 ± 1 64–125
Симагино*	32	403 ± 4 364–444	110 ± 1 100–119	154 ± 2 128–172	139 ± 2 117–158
Чернявское*	48	368 ± 3 331–411	105 ± 0.5 100–111	145 ± 2 117–167	117 ± 2 92–139
Еловое*	100	363 ± 2 317–419	116 ± 0.5 103–131	132 ± 1 111–167	115 ± 1 94–150
Чарское*	56	378 ± 3 300–427	110 ± 1 97–117	145 ± 2 114–172	123 ± 2 83–144
Свято*	85	398 ± 5 285–480	112 ± 1 85–160	155 ± 2 90–206	132 ± 2 89–172
Малое Яичко*	100	380 ± 2 331–456	110 ± 0 100–119	145 ± 1 122–175	123 ± 1 103–167
Большое Яичко*	19	353 ± 5 303–394	106 ± 1 97–111	138 ± 2 114–156	109 ± 3 83–133
Лопата*	100	335 ± 2 269–381	107 ± 0 94–128	133 ± 1 94–158	94 ± 1 72–114
Алексеевское*	100	273 ± 2 234–333	106 ± 0 94–117	93 ± 1 72–122	73 ± 1 56–100
Нефёдово*	100	309 ± 2 256–358	105 ± 0 97–117	119 ± 1 91–147	86 ± 1 61–111
Белое*	100	312 ± 2 258–369	104 ± 0 92–111	122 ± 1 97–147	86 ± 1 56–117
Видогощь*	12	345 ± 4 331–372	105 ± 1 94–111	140 ± 2 128–153	101 ± 2 92–117
Трестино*	100	379 ± 0 319–439	112 ± 0 100–119	143 ± 0 111–166	124 ± 0 89–152

Таблица 2. Окончание

Водный объект	n	Длина, мкм			
		l_{tot}	l_{lorica}	l_{as}	l_{ps}
оз. Веттерн (Швеция) [3]	100	$\frac{380}{-}$	-	$\frac{150}{-}$	$\frac{130}{-}$
р. Емс (Германия) [22]	118	-	$\frac{115 \pm 1}{-}$	$\frac{113 \pm 2}{\text{макс. 165}}$	$\frac{90 \pm 2}{\text{макс. 130}}$
Безымянное озеро (США) [3]	-	$\frac{360}{-}$	-	$\frac{136}{-}$	$\frac{128}{-}$
оз. Стар (США) [14]	-	$\frac{368 \pm 3.3}{-}$	$\frac{107 \pm 2}{-}$	-	-
оз. Тарьянне-веси (Финляндия) [12]	20	$\frac{381 \pm 5.0}{340-415}$	-	$\frac{-}{130-170}$	$\frac{125 \pm 6}{100-170}$
оз. Девессе (Франция) [4]	51	$\frac{374 \pm 2.0}{-}$	$\frac{109 \pm 1.0}{-}$	$\frac{139 \pm 1.0}{-}$	$\frac{123 \pm 1.0}{-}$
вдхр. Фурнас (Бразилия) [6]	55	$\frac{306 \pm 3.0}{-}$	$\frac{101 \pm 1.0}{-}$	$\frac{115 \pm 1}{-}$	$\frac{90 \pm 2.0}{-}$
оз. Наду (Бразилия) [6]	65	$\frac{285 \pm 2.0}{-}$	$\frac{105 \pm 1.0}{-}$	$\frac{108 \pm 1}{-}$	$\frac{74 \pm 1.0}{-}$
Бассейн р. Тиетэ (Бразилия) [20]	-	$\frac{-}{270-410}$	-	$\frac{-}{110-160}$	$\frac{-}{60-120}$

Примечание. Над чертой – среднее и его ошибка, под чертой – min–max, n – число промеров.

*Приведены данные авторов.

Уоллиса, $p < 0.05$). В мелководных объектах (<5 м) длина панциря и длина шипов *K. bostoniensis* меньше ($p < 0.05$), чем в более глубоких (рис. 3).

Морфометрические показатели *K. bostoniensis* различались в водоемах и водотоках разного трофического статуса (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.05$). Длина панциря и длина шипов коловраток из водотоков и эвтрофных водоемов были сходными, но значимо меньше, чем из мезотрофных водоемов (рис. 4, табл. 3). У коловраток из дистрофных озер эти параметры были значимо ($p < 0.05$) меньше, чем из эвтрофных и мезотрофных водоемов. Наибольшие размеры панциря и шипов зарегистрированы в мезотрофных озерах, значительно меньшие – в эвтрофных, минимальные – в дистрофных водоемах.

Морфометрические показатели коловратки значимо различались в водоемах и водотоках с разным уровнем цветности (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.05$). Общая длина тела, длина панциря и заднего шипа были больше в олигогумозных водоемах ($p < 0.05$), тогда как размер переднего шипа – больше в мезогумозных ($p < 0.05$). В полигумозных водных объектах морфометрические показатели были ниже или близки к таковым в мезогумозных (рис. 4, табл. 3).

По морфометрическим показателям коловратки значимо различались в водоемах с разной величиной рН (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.05$). Общая длина тела и размеры шипов были сходны в водных объектах кислотного и переходного типов

($p > 0.05$), но достоверно больше таковых у коловраток из незакисленных водоемов (рис. 5, табл. 3).

Температура воды влияла на общую длину тела, длину панциря и заднего шипа (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.05$) и не влияла на размер переднего шипа ($p > 0.05$). В оз. Большое Морозовское с температурой воды $>25^\circ\text{C}$ морфометрические показатели были ниже, чем в водных объектах с более низкой температурой воды ($15-20^\circ\text{C}$) (табл. 3).

Морфометрические параметры значимо различались в водоемах и водотоках, имеющих разное географическое положение (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.05$). Наиболее крупные особи *K. bostoniensis* отмечены между 55° и 57° с.ш., наименьшие размеры панциря и шипов были у коловраток из водных объектов, расположенных южнее (табл. 3). Коловратки из водоемов и водотоков западных (западнее 33° в.д.) и восточных (восточнее 40° в.д.) районов имели большие размеры шипов ($p < 0.05$), чем из водоемов, расположенных между ними (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В сем. Brachionidae различные морфотипы *Keratella hiemalis* Carlin, *K. cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (Müller), *Brachionus calyciflorus* Pallas и *B. forficula* Wierzejski индуцируются факторами окружающей среды, глубокой генетической дивергенции между морфами не обнаружено [9, 13, 19, 23]. Вариации размера тела коловраток могут

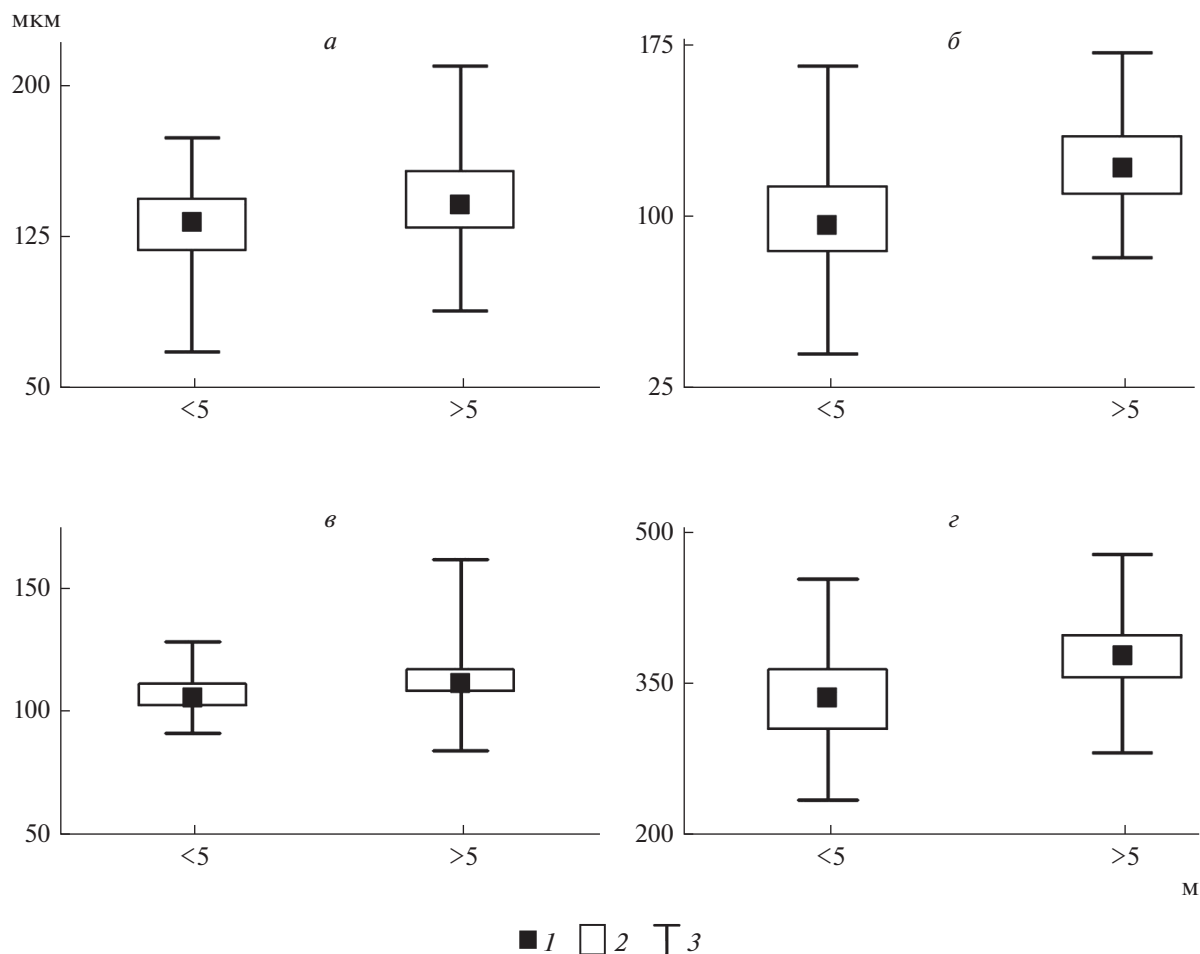


Рис. 3. Длина шипов и панциря *Kellicottia bostoniensis* в водоемах и водотоках с различной глубиной: а – длина переднего шипа, б – длина заднего шипа, в – длина панциря, г – общая длина тела; 1 – медиана, 2 – межквартильный 25–75%-ный интервал, 3 – минимум и максимум. Различия (критерий Краскела–Уоллиса) достоверны при $p < 0.05$.

быть вызваны рядом факторов – температурой воды и ее вязкостью, количеством пищи, численностью самих животных и наличием хищников [2, 6, 15, 16, 21].

У *Kellicottia bostoniensis*, как и у *Keratella cochlearis* и *K. quadrata* [1], наименее вариабельна длина панциря. Длина шипов наиболее изменчива, она чаще определяла вариации общего размера тела *Kellicottia bostoniensis*. Для близкого вида *Kellicottia longispina* из водоемов Северной Америки [11] описана морфологическая изменчивость в большом диапазоне географической широты (47°–71° с.ш.) и температуры (1.2–18.0°C). Показано, что популяции *K. longispina* из девяти водоемов морфологически отличались хотя бы по одному параметру. Наибольшая длина переднего шипа характерна для особей из арктического озера. Отмечена тенденция снижения размеров тела и шипов с севера на юг и с повышением температуры, но значимые различия отмечены только для крайних точек [11]. Сходные изменения морфологических параметров тела выявлены и для *K. bostoniensis*.

У *K. bostoniensis* наибольшие размеры панциря и шипов зарегистрированы в мезотрофных озерах, значительно меньшие – в эвтрофных и минимальные в дистрофных водоемах. Сходные вариации известны для *K. cochlearis* [16], в олиготрофных озерах длина заднего шипа этого вида больше, чем в эвтрофных. В олиготрофных и холодноводных местах обитания доминируют особи *K. cochlearis* с длинными шипами, а в теплых и эвтрофных озерах преобладают формы с короткими шипами или без шипов [21]. Максимальные размеры панциря *K. cochlearis* наблюдаются при низкой температуре воды и слабой обеспеченности пищей [10].

Наибольшие размеры *Kellicottia bostoniensis* также характерны для глубоких и холодных водоемов. Показано [24], что в мелких водоемах размер шипов *K. bostoniensis* связан в основном с присутствием потребляющих ее хищников (коловраток рода *Asplanchna*). В глубоководных озерах с температурной стратификацией в дополнение к

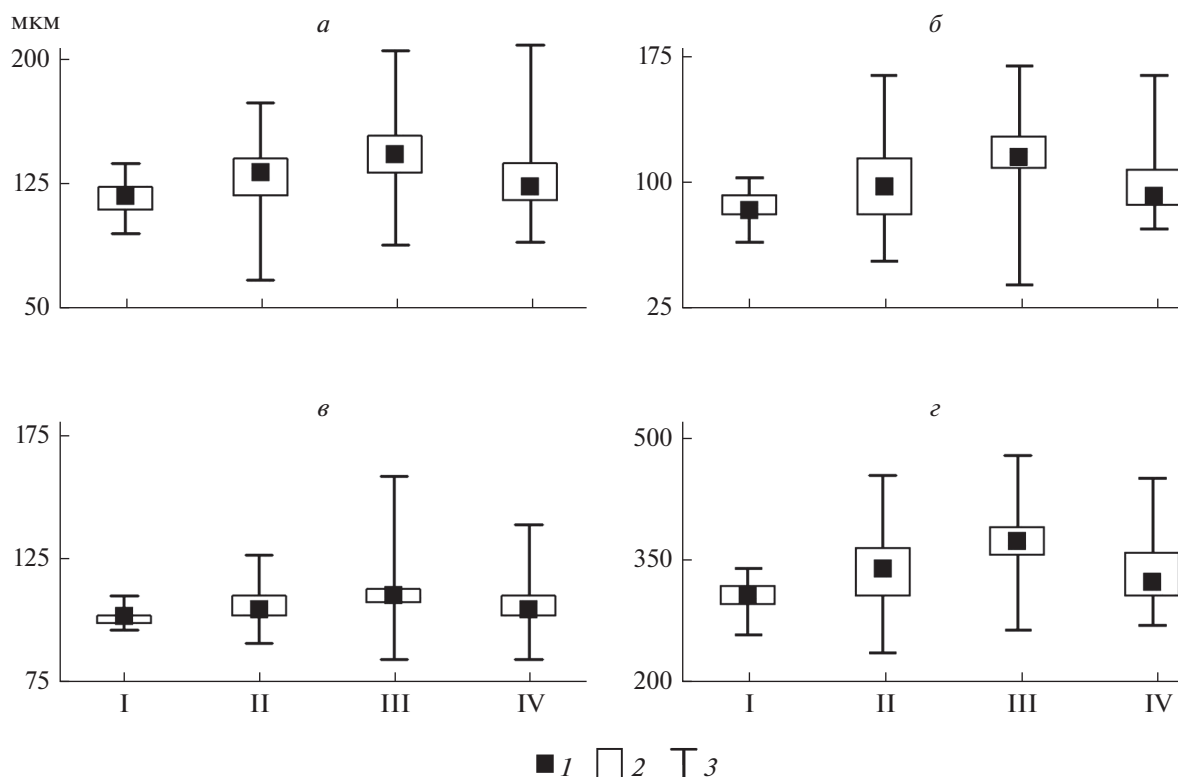


Рис. 4. Длина шипов и панциря *Kellicottia bostoniensis* в водоемах различного трофического статуса: а – длина переднего шипа, б – длина заднего шипа, в – длина панциря, г – общая длина тела; I – дистрофный, II – эвтрофный, III – мезотрофный, IV – водотоки. Остальные обозначения, как на рис. 3.

этому играет роль изменение с глубиной плотности и вязкости воды.

В тропических водоемах Южной Америки *K. bostoniensis* имеет малые размеры по сравнению с коловратками из водоемов Северной Америки и Западной Европы [3, 7, 12, 20]. Небольшие размеры *K. bostoniensis* из тропических водоемов исследователи объясняют недавним вселением этого вида и отсутствием избирательного хищника – коловраток рода *Asplanchna* [7]. Однако, по нашему мнению, это может быть связано и с более высокой температурой воды.

В целом, коловратки из водоемов Западной Европы такие же крупные, как и в нативных биотопах Северной Америки (табл. 2). В европейской части России (ручей из оз. Тонкое, озера Симагино, Малое Яичко, Трестино, Свято, Чарское) обнаружены популяции с крупными особями, сравнимыми по размерам тела с европейскими и североамериканскими. Также найдены популяции и мелкоразмерной *K. bostoniensis* (пойменные водоемы р. Пра и некоторые озера Вологодской обл.) сходные с южноамериканскими коловратками.

На территории РФ не выявлено четкой тенденции изменения размеров тела *K. bostoniensis* с запада на восток и с севера на юг (табл. 3), однако популяции коловратки из водоемов и водотоков в

разных регионах различались. Наибольшие размеры тела характерны для коловраток, обитающих на северо-западе (Ленинградская, Новгородская и Тверская области) и юго-востоке европейской части России (Нижегородская обл.), наименьшие – на севере (Вологодская обл.) и юге (Рязанская обл.).

Выводы. Коловратка *K. bostoniensis* обитает в широком диапазоне условий среды. Морфологический анализ популяций из 23 водных объектов показал, что наиболее вариабельный признак – длина заднего шипа, наименее вариабельный – длина панциря. Длина переднего и заднего шипов коррелирует положительно. Зарегистрировано увеличение длины шипов с ростом длины панциря. Размеры коловратки различаются в водоемах разного трофического статуса, с разными глубинами, уровнем pH и цветностью воды. Выявлено увеличение размеров тела в мезотрофных, кислых и глубоких водных объектах.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны А.И. Копылову, Ю.В. Герасимову и В.Т. Комову за организацию экспедиций.

Таблица 3. Морфометрические показатели *K. bostoniensis* в водных объектах разного типа

Параметр водного объекта	n	Длина, мкм			
		l_{tot}	l_{lorica}	l_{as}	l_{ps}
Трофический статус:					
мезотрофный	341	$\frac{375}{358-391}$	$\frac{111}{108-114}$	$\frac{144}{133-156}$	$\frac{118}{111-130}$
эвтрофный	998	$\frac{342}{308-367}$	$\frac{106}{102-111}$	$\frac{133}{119-142}$	$\frac{100}{83-117}$
дистрофный	53	$\frac{308}{297-319}$	$\frac{103}{100-102}$	$\frac{119}{111-125}$	$\frac{86}{83-94}$
водоток	143	$\frac{325}{308-361}$	$\frac{106}{103-111}$	$\frac{125}{117-139}$	$\frac{194}{89-110}$
Глубина:					
мелководный	1232	$\frac{339}{308-367}$	$\frac{106}{103-111}$	$\frac{133}{119-144}$	$\frac{97}{86-114}$
относительно глубоководный	303	$\frac{381}{358-400}$	$\frac{111}{108-117}$	$\frac{141}{131-158}$	$\frac{122}{111-136}$
Цветность:					
олигогумозный	100	$\frac{364}{347-377}$	$\frac{116}{111-119}$	$\frac{131}{122-138}$	$\frac{113}{111-122}$
мезогумозный	459	$\frac{358}{325-389}$	$\frac{108}{103-111}$	$\frac{139}{128-150}$	$\frac{110}{92-127}$
полигумозный	589	$\frac{344}{306-375}$	$\frac{108}{106-111}$	$\frac{136}{117-147}$	$\frac{100}{83-119}$
pH					
нейтральный	1048	$\frac{328}{306-356}$	$\frac{106}{103-111}$	$\frac{131}{116-142}$	$\frac{94}{83-111}$
переходный	375	$\frac{372}{358-386}$	$\frac{111}{108-111}$	$\frac{142}{136-153}$	$\frac{117}{111-125}$
ацидный	100	$\frac{347}{367-390}$	$\frac{111}{111-114}$	$\frac{144}{139-150}$	$\frac{124}{117-131}$
Температура, °С					
<20	471	$\frac{342}{317-367}$	$\frac{108}{102-111}$	$\frac{131}{122-142}$	$\frac{106}{92-117}$
20–25	964	$\frac{353}{317-381}$	$\frac{108}{106-111}$	$\frac{138}{122-147}$	$\frac{108}{89-122}$
>25	100	$\frac{327}{310-344}$	$\frac{103}{100-106}$	$\frac{133}{122-142}$	$\frac{92}{83-99}$
Широта, ° с.ш.					
54	400	$\frac{308}{283-331}$	$\frac{106}{103-108}$	$\frac{119}{103-131}$	$\frac{86}{75-94}$
55–57	504	$\frac{375}{358-394}$	$\frac{111}{108-114}$	$\frac{141}{133-153}$	$\frac{122}{111-131}$
60–61	631	$\frac{344}{317-369}$	$\frac{106}{103-108}$	$\frac{136}{125-147}$	$\frac{102}{89-117}$

Таблица 3. Окончание

Параметр водного объекта	n	Длина, мкм			
		l_{tot}	l_{lorica}	l_{as}	l_{ps}
Долгота, ° в.д.					
29–30	280	$\frac{361}{335-381}$	$\frac{106}{103-108}$	$\frac{144}{136-153}$	$\frac{111}{97-122}$
32–33	219	$\frac{375}{364-389}$	$\frac{111}{108-111}$	$\frac{142}{139-150}$	$\frac{122}{117-131}$
36–37	363	$\frac{331}{311-356}$	$\frac{106}{103-108}$	$\frac{131}{119-139}$	$\frac{97}{89-111}$
40	400	$\frac{308}{283-331}$	$\frac{106}{103-108}$	$\frac{119}{102-131}$	$\frac{86}{75-94}$
42–44	273	$\frac{378}{355-397}$	$\frac{111}{108-117}$	$\frac{139}{131-156}$	$\frac{122}{111-133}$

Примечание. Над чертой – медиана, под чертой – квантили Q_{25} и Q_{75} , n – число промеренных особей.

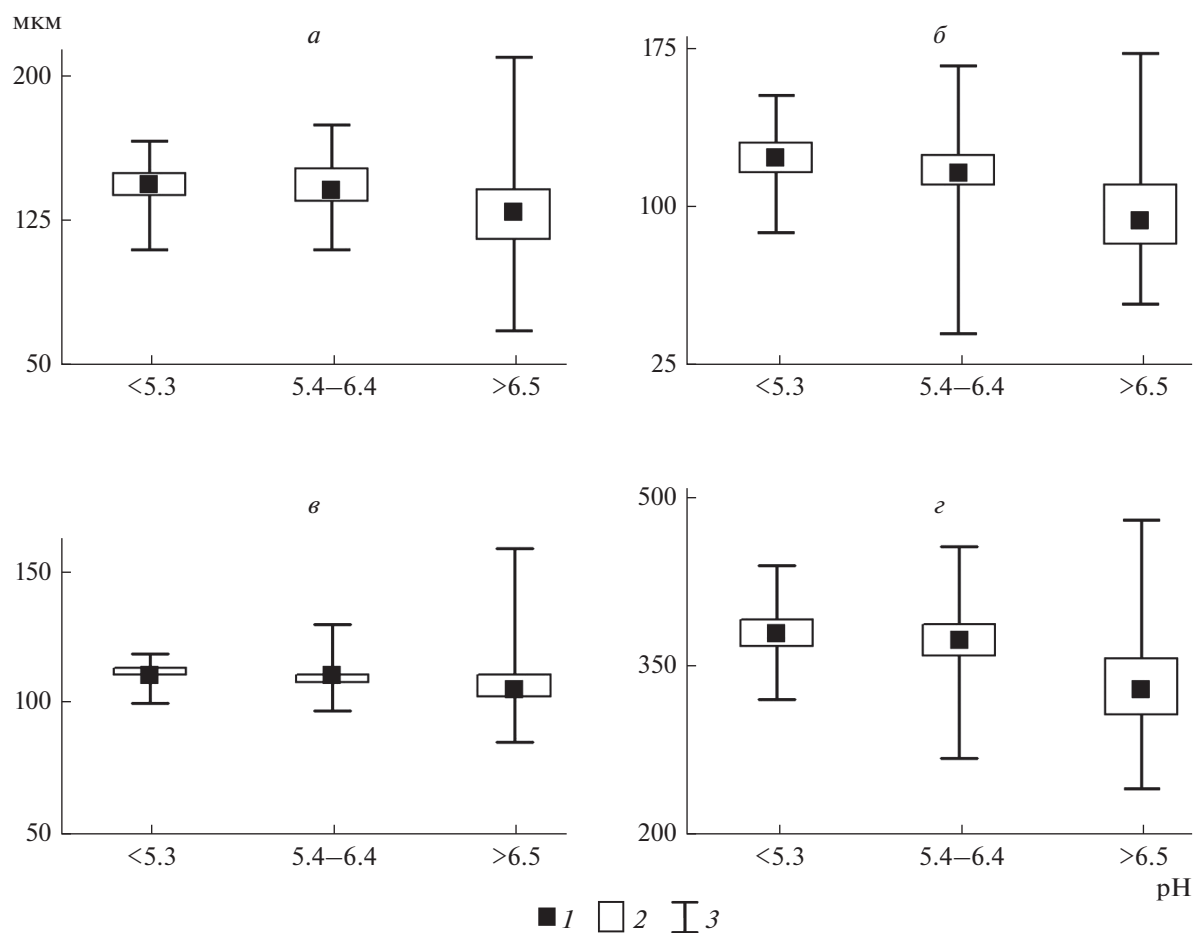


Рис. 5. Длина шипов и панциря *Kellicottia bostoniensis* в водоемах с различной величиной pH воды. а – длина переднего шипа, б – длина заднего шипа, в – длина панциря, г – общая длина тела. Остальные обозначения, как на рис. 3.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках Госзадания по теме № АААА-А18-118012690106-7 и при частичной поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН “Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий”, Вологодского регионального отделения ВОО “Русское географическое общество” в рамках проекта “Тайга без границ”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лазарев М.И.* Пространственное распределение массовых видов коловраток в пелагиали озера Байкал: Автореф. дис. ... на соискание ученой степени канд. биол. наук. Борок, 2007. 24 с.
2. *Эрман Л.А.* Цикломорфоз и питание планктонных коловраток // Зоол. журн. 1962. Т. 41. Вып. 7. С. 998–1003.
3. *Arneto R., Berzins B., Gronberg B., Mellgren I.* The Dispersal in Swedish Waters of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) (Rotatoria) // Oikos. 1968. V. 19. № 2. P. 351–358.
4. *Balvay G.* First Record of the Rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in France // J. Plankton Res. 1994. V. 16. № 8. P. 1071–1074.
5. *Bayanov N.G.* Occurrence and Abundance Level of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in Lakes of the Nizhny Novgorod region // Rus. J. Biol. Invasions. 2014. V. 5. № 2. P. 111–114.
6. *Beauchamp P.* Classe des Rotifers // Traite de Zoologie, Anatomie, Systematique, Biologie. 1965. V. 4. № 3. P. 1225–1379.
7. *Bezerra-Neto J.F., Aguila L.R., Landa G.G., Pinto-Coelho R.M.* The exotic rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the zooplankton community in a tropical reservoir // Lundiana. 2004. V. 5. № 2. P. 151–153.
8. *Bonett D.G.* Confidence interval for a coefficient of quartile variation // Computational Statistics & Data Analysis. 2006. V. 50. № 11. P. 2953–2957.
9. *Derry A.M., Hebert P.D.N., Prepas E.E.* Evolution of rotifers in saline and subsaline lakes: A molecular phylogenetic approach // Limnol., Oceanogr. 2003. V. 48. P. 675–685.
10. *Diéguez M., Modenutti B., Queimaliños C.* Influence of abiotic and biotic factors on morphological variation of *Keratella cochlearis* (Gosse) in a small Andean lake // Hydrobiologia. 1998. V. 387/388. P. 289–294.
11. *Edmondson W.T., Litt A.H.* Morphological variation in *Kellicottia longispina* // Hydrobiologia. 1989. V. 186/187. P. 109–117.
12. *Eloranta P.* *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet), a Plankton Rotifer Species New to Finland // Ann. Zool. Fenn. 1988. V. 25. P. 249–252.
13. *Ge Y.L., Xi Y.L., Ma J., Xu D.D.* rDNA ITS sequences among morphotypes of *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* and *Brachionus forficula* (Rotifera) // Gen. and Molecular Res. 2012. V. 11. № 1. P. 765–774.
14. *Gilbert J.J.* The effect of *Daphnia* interference on a natural rotifer and ciliate community: Short-term bottle experiments // Limnol., Oceanogr. 1989. V. 34. № 3. P. 606–617.
15. *Green J.* Morphological variation of *Keratella cochlearis* (Gosse) in a backwater of the River Thames // Hydrobiologia. 2005. V. 546. P. 189–196.
16. *Green J.* Morphological variation of *Keratella cochlearis* (Gosse) in Myanmar (Burma) in relation to zooplankton community structure // Hydrobiologia. 2007. V. 593. P. 5–12. doi 10.1007/s10750-007-9072
17. *Kraïnev E.Yu., Tselishcheva E.M., Lazareva V.I.* American rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the Kama Reservoir (Kama River, Russia) // Inland Water Biology. 2018. V. 11. № 1. P. 42–45. doi 10.1134/S199508291801008X
18. *Lazareva V.I., Zhdanova S.M.* American rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the reservoirs of the Upper Volga Basin // Inland Water Biology. 2018. V. 7. № 3. P. 259–263. doi 10.1134/S1995082914030110
19. *Li H.B., Xi Y.L., Cheng X.F., Xiang X.L.* Sympatric speciation in rotifers: evidence from molecular phylogenetic relationships and reproductive isolation among *Brachionus calyciflorus* clones // Acta Zool. Sin. 2008. V. 54. P. 256–264.
20. *Lucinda I., Moreno I.H., Melão M.G.G., Matsumura-Tundisi T.* Rotifers in freshwater habitats in the Upper Tietê River Basin, São Paulo State, Brazil // Acta Limnol. Bras. 2004. V. 16. № 3. P. 203–224.
21. *Pejler B.* Variation in the genus *Keratella* // Hydrobiologia. 1980. V. 73. P. 207–213.
22. *Schulz H.* Biometrische Messungen an *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) // Mitt. Hamburg. Zool. Mus. und Inst. 1964. V. 61. S. 117–121.
23. *Zhang J.Y., Xi Y.L., Ma Q., Xiang X.L.* Taxonomical status of two *Brachionus calyciflorus* morphotypes in Lake Liantang based on ITS sequence // Acta Hydrobiol. Sin. 2010. V. 34. P. 935–942.
24. *Zhdanova S.M., Dobrynin A.E.* *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in waterbodies of European Russia // Inland Water Biology. 2011. V. 4. № 1. P. 39–47. doi 10.1134/S1995082911010147
25. *Zhdanova S.M., Lazareva V.I., Bayanov N.G. et al.* Distribution and ways of dispersion of American rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in waterbodies of European Russia // Russ. J. Biological Invasions. 2016. V. 7. № 4. P. 308–320.

Morphological Variability of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in Waterbodies of the European Russia

S. M. Zhdanova^{a, *}, V. I. Lazareva^a, N. G. Bayanov^b, E. V. Lobunicheva^c,
N. V. Rodionova^d, G. V. Shurganova^e, T. V. Zolotareva^e, and M. Yu. Il'in^f

^a*Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences,
Borok, Nekouzskii raion, Yaroslavl oblast, 152742 Russia*

^b*Kerzhensky State Nature Biosphere Reserve, Rozhdestvenskaya str., 23, Nizhny Novgorod, 603001 Russia*

^c*State Research Institution Lake and River Fisheries, Vologda Branch, Levicheva str., 5, Vologda, 160012 Russia*

^d*Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, Sevast'yanova str., 9, St. Petersburg, 196105 Russia*

^e*Lobachevsky State University, Gagarin ave., 23, bldg. 1, Nizhny Novgorod, 603950 Russia*

^f*Committee for Protection, Use, and Reproduction of Animal World Objects of Nizhny Novgorod Oblast,
Kostina str., 2, Nizhny Novgorod, 603134 Russia*

*e-mail: zhdanova83@gmail.com

The morphological analysis of the populations of the rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) from 23 waterbodies of the European Russia has been made. It is shown that the length of the posterior spine is the most variable character; the length of the lorica is the least variable one. There is a positive correlation between the length of anterior and posterior spines. The length of spines increases with the increase in the lorica length. The sizes of rotifers differ in waterbodies with different trophic status, depth, and pH value. The body size of *K. bostoniensis* is larger in mesotrophic, acid and deep waterbodies.

Keywords: *Kellicottia bostoniensis*, morphological variability, waterbodies of European Russia