

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ
РАКООБРАЗНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОД**

**Материалы лекций и докладов
Международной школы-конференции**

**Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
Россия, Борок, 5–9 ноября 2012 г.**

УДК 595.3(28)+574.5(063)

Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод // Сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 5–9 ноября 2012 г. – Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. – 336 с. ISBN 978-5-91806-009-4.

В сборнике материалов Международной школы-конференции представлено содержание лекций и докладов участников по результатам изучения ракообразных континентальных вод. Сборник рассчитан на гидробиологов, ихтиологов и экологов широкого профиля.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук *Н.М. Коровчинский*
кандидат биологических наук *С.М. Жданова*
доктор биологических наук *А.В. Крылов* (отв. редактор)

Проведение конференции осуществлено при поддержке РАН и гранта РФФИ 12-04-06100-г.

Сборник издан за счет средств РФФИ (грант 12-04-06100-г).

ISBN 978-5-91806-009-4

© 2012 г. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, макет, оформление, верстка

© 2012 г. Коллектив авторов, текст

© 2012 г. ООО Костромской печатный дом

Для выявления связи рачкового планктона с тяжелыми металлами были использованы следующие элементы: Cu, Cr, Mn, Sr, Zn, Pb, Fe, Ni, Co, Al, Hg. Из перечисленных элементов наибольшее влияние имеет Mn. Он в первую очередь тесно связан с численностью копепод ($r = 0.78$) и биомассой кладоцер ($r = 0.73$). Зависимость положительная. С видовым составом среднюю силу связи имеют Ni ($r = -0.57$), Fe ($r = -0.66$) и Al ($r = -0.67$). Зависимость отрицательная. Остальные значения r меньше 0.5. С помощью математического моделирования (Якимов, 2008) было выявлено, что тяжелые металлы оказывают наибольшее влияние на планктон не по отдельности, а в комплексе друг с другом. Так, биологические параметры имеют сильную связь с комплексами: Cr+Fe+Al+Co+Ni ($r = 0.91$), Cr+Fe ($r = 0.93$) и Zn+Sr ($r = 0.88$).

В связи с изучением большого числа показателей взаимосвязи между ними чрезвычайно сложные. Для подтверждения вышеизложенных данных, оценки варьирования исследованных показателей и определения основных факторов, влияющих на них проведен многомерный факторный анализ на основе программы STATISTICA (Statsoft, USA). Проанализирован 31 параметр. Основное варьирование исследованных показателей определяется 4 факторами и составляет 83.2% (табл. 4).

Первый фактор в существенной степени описывает содержание гидрохимических показателей в водоемах. Эти показатели имеют тесную связь между собой ($r > 0.7$). В эту группу признаков входят и тяжелые металлы Zn, Ni, Sr. Дисперсия 1 фактора связана с числом видов Cladocera и биомассой Soperoda. Дисперсия 2 фактора в основном связана с концентрацией катионов гидрохимических показателей, с содержанием Sr и Cd и количественными показателями планктона: численностью и биомассой Cladocera, численностью Soperoda. Дисперсия 3 фактора связана с содержанием PO₄, Mn, Cr, Ni, Cu и численностью Soperoda и биомассой Cladocera. Четвертый фактор существенно связывает только нитраты и нитриты с биомассой веслоногих рачков.

Список литературы

- Долгин В.Н., Новикова О.Д. Гидробиология водоемов п-ва Ямал/Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1986. С. 98–108.
- Коровчинский Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 410 с.
- Новикова О.Д. Коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные бассейна Средней Оби: Автореферат. Томск, 1974. 20 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: ЗИН, 1994. Т. 1: Низшие беспозвоночные. 394с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: ЗИН, 1995. Т. 2: Ракообразные. 627с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.А. Цалолыхина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 206 с.
- Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 49–69.
- Якимов И.М. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. Гос. техн. ун-та, 2008. 223 с.

ARTEMIA URMIANA GUNTER, 1899 (CRUSTACEA, ANOSTRACA) В ОЗЕРАХ КРЫМА И ЗАГАДКА ЕЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.В. Ануфриева, Е.А. Галаговец, Н.В. Шадрин

Институт биологии южных морей НАН Украины

99011 Севастополь, пр. Нахимова, 2, Украина, e-mail: lena_anufrieva@mail.ru

Представители рода *Artemia* являются наиболее галотолерантными животными, широко распространенными в гиперсоленых водоемах всех континентов, кроме Антарктиды (Lenz, 1987). Их изучение представляет несомненный интерес для многих разделов биологии (Ruebhart et al., 2008), в частности, благодаря их многочисленным адаптациям, позволяющим существовать в различных экстремальных условиях (Gajardo, Beardmore, 2012). Велика и их практическая ценность, они — незаменимый пищевой объект для личинок многих культивируемых рыб и ракообразных (Литвиненко и др., 2009).

Выделяется 7 бисексуальных видов артемий и множество их партеногенетических популяций (Gajardo, Beardmore, 2012). Среди бисексуальных видов особый интерес представляет вид *A. urmiana*, считавшийся эндемиком озера Урмия в Иране. Этот вид — ключ к пониманию происхождения биоразнообразия азиатских артемий (Shadrin et al., 2012). Недавно он был обнаружен в озерах Крыма (Шадрин и др., 2008; Шадрин, Батогова, 2009), позднее — Алтая (Бойко, Мюге, 2009), что объяснялось его заносом в них птицами (Хоменко, Шадрин, 2009). Выяснилось, что *A. urmiana* появилась в озере Урмия не ранее 5 тыс. лет назад, несмотря на то, что возраст вида 11 млн. лет (Manaffar et al., 2011). В связи с этим сразу же возник вопрос: где зародился вид? Высказана гипотеза, что центром происхождения *A. urmiana* является Крым (Shadrin et al., 2012). Настоящее сообщение, суммируя наши данные по *A. urmiana* в водоемах Крыма и литературные данные по геологии и биогеографии, делает попытку развить данную гипотезу.

Материал и методы. Материалом для написания данного сообщения послужили результаты многолетнего (с 2000 г.) изучения гиперсоленых озер Крыма и ракообразных в них. Используемые в исследовании методы и основные результаты опубликованы. Общая характеристика изученных озер дана (Шадрин, 2008, 2009), а данные по изучению артемий представлены (Литвинчук и др., 2006; Балущкина и др., 2009 и др.). В работе приводятся новые данные по морфометрическим параметрам и их изменчивости в популяциях *A. urmiana* озер Крыма в сравнении со средними характеристиками рачков озера Урмия. Измерялись параметры у 50 рачков в

каждой группе. Изучены следующие морфометрические параметры: общая длина тела с фуркой (TL), длина абдомена (AL), длина цефалоторакса (CL), ширина первого сегмента абдомена (WA), ширина тельсона (TW), длина правой антенны (LAR), длина левой антенны (LAL), ширина яйцевого мешка (OW), количество щетинок на правой фурке (NFR), количество щетинок на левой фурке (NFL).

A. urmiana массовый вид в 3х водоемах Крыма — озерах Кояшское (Керченский п-ов) и Тереклы-Конрадское (СЗ Крым), маленьком озерце, прилегающем к оз. Тобечикскому (Shadrin et al., 2012). По многим характеристикам эти водоемы близки к таковым оз. Урмия (Хоменко, Шадрин, 2009). Идентичность *A. urmiana* из озер Крыма и озера Урмия подтверждена с использованием различных методов — от морфологических до молекулярно-генетических (Abatzopoulos et al., 2009). Для сравнения морфометрических характеристик рачков из крымских озер использовали данные по морфометрическим характеристикам *A. urmiana* из 2-х популяций озера Урмия (Asem, Rastegar-Pouyani, 2008). Результаты сравнения морфометрических характеристик приведены в таблице 1, пропорции рачков — в таблице 2, изменчивость морфометрических параметров (коэффициенты вариации) — в таблице 3.

Таблица 1. Морфометрические характеристики *A. urmiana* в озерах Крыма (К — Кояшское, Т — Тереклы-Конрадское) и двух точках оз. Урмия (U1, U2)

параметр/озеро		К	Т	U1	U2		К	U1	U2
TL	самки	10.06±0.30	9.34±0.83	12.60±1.10	15.20±0.95	самцы	9.36±0.48	8.96±0.88	13.2±0.93
AL		6.90±0.50	5.53±0.60	7.95±0.69	9.59±0.59		5.77±0.4	5.23±0.51	7.70±0.54
CL		3.60±0.20	3.95±0.35	-	-		3.64±0.20	-	-
WA		0.25±0.02	0.27±0.02	0.38±0.06	0.40±0.05		0.22±0.03	0.34±0.05	0.34±0.04
TW		0.20±0.02	0.17±0.03	-	-		0.19±0.03	-	-
LAR		0.67±0.06	0.68±0.04	1.01±0.08	1.07±0.12		1.00±0.13	1.38±0.13	1.45±0.15
LAL		0.68±0.05	0.70±0.04	1.00±0.09	1.08±0.11		0.96±0.22	1.38±0.11	1.42±0.15
OW		0.78±0.15	0.77±0.07	-	-		-	-	-
NFR		0-1	0-1	2.46±0.62	2.43±0.67		0-1	2.83±1.11	2.73±0.94
NFL		0-1	0	2.33±0.54	2.26±0.58		0-1	2.70±1.11	2.70±0.91

Таблица 2. Средние пропорции *A. urmiana* в озерах Крыма и оз. Урмия

озеро\пропорция	TL/AL	TL/CL	TL/LAL
самки			
К	1.54	2.94	15.60
Т	1.69	2.36	13.42
U1	1.59	-	12.63
U2	1.59	-	14.11
самцы			
К	1.62	2.57	9.75
U1	1.71	-	6.49
U2	1.71	-	9.30

Таблица 3. Коэффициенты вариации *A. urmiana* в озерах Крыма и оз. Урмия

озеро\параметр	самки			самцы		
	TL	AL	LAL	TL	AL	LAL
К	3.1	6.9	8.0	5.1	7.0	10.5
Т	8.9	10.8	6.1	-	-	-
U1	8.7	8.7	9.9	9.8	9.8	8.0
U2	6.2	6.1	10.2	7.0	7.0	10.6

Анализ различий средних значений морфометрических характеристик (t-критерий Стьюдента) рачков из разных озер, показал, что при попарном сравнении большинство из них достоверно различаются ($p = 0.001$). Достоверно различаются между собой и

средние характеристики особей из разных популяций оз. Урмия. Ни в одной из популяций не выявлена направленная асимметрия по длине антенн и числу фуркальных щетинок. Некоторые характеристики крымских рачков существенно отличались от таковых особей из оз. Урмия: ширина первого сегмента абдомена и длина антенн в оз. Урмия были в среднем на 50% больше, а общая длина самок — больше на 40%. Количество щетинок на фурках у артемий оз. Урмия также было больше. Из таблицы 2 следует, что пропорции рачков из разных мест различаются незначительно. Из таблицы 3 видно, что в среднем (по трем признакам) изменчивость артемий (и самок, и самцов) в оз. Кояшском была самой низкой, а самая высокая изменчивость наблюдалась в одной из точек оз. Урмия. Следует отметить, что во всех озерах изменчивость самцов в среднем была выше, чем самок. Начиная с работ В. Шманкевича, В. Аникина и Н. Гаевской (Shadrin et al., 2012) известно, что соленость существенно влияет на общий размер и морфологию артемий. Позднее данное влияние в эксперименте и полевых исследованиях подтвердили многие ученые (Hontoria, Amat, 1992; Литвиненко и др., 2009; Naseur et al., 2012). Учитывая различия солености и других факторов в изученных водоемах, нельзя сделать однозначный вывод — отличаются популяции генетически или различия обусловлены физико-химическими факторами.

Сравнивая данные по морфометрии рачков нельзя понять, где место зарождения вида *A. urmiana*. Чтобы попытаться понять это, рассмотрим имеющиеся литературные данные. Озеро Урмия не может быть местом происхождения данного вида (Manaffar et al., 2011): *A. urmiana* отделилась от общего ствола артемий примерно 11 млн. лет назад, время формирования оз. Урмия определяется как 400–800 тыс. лет назад. Встает вопрос: где этот вид появился и как он попал в оз. Урмия? Результат анализа ДНК цист, экстрагированных из колонок грунта, взятых в оз. Урмия, показал, что *A. urmiana* появилась в озере не ранее 5 тыс. лет назад. Все цисты из более ранних отложений относились к партеогенетическим артемиям. Следовательно, *A. urmiana* геологически недавно была занесена в оз. Урмия, скорее всего, птицами. Рассмотрим аргументы в поддержку гипотезы (Shadrin et al., 2012), что вид сформировался в палеоводоемах Крыма. Конечно, он не мог появиться в современных гиперсоленых озерах Крыма, где он сейчас найден, так как их возраст не превышает 1.5–3 тыс. лет (Шадрин,

2008). Однако, у оз. Кояшского, как и рядом с другими озерами, существуют отложения более древних соленых озер (Шнюков и др., 2009; М. Жен, устное сообщение). Возле оз. Кояшского и в других местах Керченского полуострова, найдены онколиты и строматолиты, которые свидетельствуют о нахождении там гиперсоленых озер в миоцене (Gerasimenko et al., 2008). Миоцен (23.03–5.332 млн. лет назад) — время формирования вида *A. urmiana*. Можно представить себе временную эстафету, когда более древние гиперсоленые водоемы передают цисты артемий, как эстафетную палочку, более молодым гиперсоленным водоемам. В Крыму прослеживается существование гиперсоленых озер с миоцена по настоящее время. Следовательно, Крым мог быть одним из центров формирования биоразнообразия артемий — происхождения *A. urmiana*. В гиперсоленых озерах/лагунах Паратетиса, которые располагались в Крыму и на прилегавших к нему территориях от общего предка с *A. salina* отделилась ветвь, впоследствии разделившаяся на *A. urmiana* и *A. franciscana*. Крым — перекресток Афро-Евразийских миграционных путей водных птиц. Показано, что наиболее вероятными переносчиками цист артемий между Крымом и оз. Урмия могут быть следующие виды птиц *Tadorna tadorna* (L., 1758), *Tringa totanus* (L., 1758) и *Recurvirostra avosetta* L., 1758 (Хоменко, Шадрин, 2009). Птицы могли транспортировать цисты артемий из Крыма на оз. Урмия и далее в озера Алтая, где *A. urmiana* также найдена (Бойко, Мюге, 2009). Миграции птиц являются основным фактором, обуславливающим обмен цистами/генами между удаленными популяциями, расположенными пятнисто (Green et al., 2005; Shadrin et al., 2012).

Геологические процессы — тектоника плит, рост горных систем, также как климатические изменения ведут к значительным изменениям в распределении территорий с солеными озерами, подходящими для обитания артемий. Изменялись и пути миграции птиц, розы ветров, что вело к изменению системы потоков генов артемий и ставило некоторые популяции артемий в состояние изоляции. Это интенсифицировало в свою очередь процессы диверсификации артемий. Суммируя данные исторической геологии, биогеографии и молекулярной биологии, авторы предложили следующую картину эволюции артемий (Shadrin et al., 2012). Дальний предок современных *Artemia* и *Parartemia* вероятно жил в соленых лагунах океана Панталасса, моря Тетис и/или соленых озерах суперконтинента Пангея 300–400 млн. лет назад. Пангея разделилась на Гондвану и Евразию примерно 150–220 млн. лет назад, дав начало дрейфу плит, что стало основной причиной важных событий в эволюции артемий. Общий предок *Parartemia* (Parartemiidae), *Artemia* (Artemiidae) и *A. persimilis* (Artemiidae?) существовал примерно 85–90 млн. лет назад. В это время происходила изоляция Австралии в результате дрейфа Индо-Австралийской тектонической плиты. Перелеты птиц и ветровой перенос цист между различными частями ареала предка нарушились, началась раздельная эволюция *Artemia* и *Parartemia*. В тоже время началась самостоятельная эволюция группы, приведшей к формированию *A. persimilis* на юге Южной Америки, отделившейся от Гондваны. Обсуждая процессы диверсификации *Artemia* необходимо помнить и о глобальных изменениях климата. Пространственная гетерогенность климата была слабо выражена во время существования протоартемий, он был теплее и суше. Гиперсоленых водоемов было больше, и они были распределены на большей территории. Это не способствовало диверсификации таксона. Кайнозойская эра началась с медленного похолодания, что вело к уменьшению числа гиперсоленых водоемов, увеличению расстояний между ними, северная граница обитания протоартемий сдвигалась к югу. На границе мезозоя и кайнозоя (примерно 65.5 млн. лет назад) произошло одно из крупнейших в истории биосферы массовых вымираний видов. Вероятно, один из переживших вымирание видов протоартемий дал начало формированию рода *Artemia* в лагунах северо-западного Тетиса 50–60 млн. лет назад. *A. salina* отделилась от общего предка примерно 40 млн. лет назад (Вахеванис et al., 2006). Дрейф Африканской плиты на север привел к уменьшению площади моря Тетис, за счет сближения Африки и Евразии. Во время позднего миоцена (15 млн. лет назад) Тетис разделился на Средиземное море и Паратетис. В дальнейшем эволюция *A. salina* связана с эволюцией бассейна Средиземного моря, а *A. urmiana* — с Паратетисом и его остаточными водоемами. Последний общий предок *A. urmiana* и *A. franciscana* существовал примерно 32 млн. лет назад (Вахеванис et al., 2006), вероятно, к северу и востоку от ареала формирования *A. salina*. Похолодание и расширение Атлантического океана явились причинами прекращения обмена генами между предшественниками *A. urmiana* и *A. franciscana*, формирование которой шло в Северной Америке. Столкновение Индийской плиты с Азией (45–50 млн. лет назад) дало начало процессу роста высочайших гор Земли и образованию Тибетского плато. В результате этого произошли изменения климата и разделение западного и восточного ландшафтов, что привело 8 млн. лет назад к ответвлению *A. sinica* от группы *A. urmiana* (Вахеванис et al., 2006). Два других азиатских бисексуальных вида (*A. tibetiana* и *A. sp.* из Казахстана) отпочковались от группы *A. urmiana* позже. Детальней это рассмотрено ранее (Shadrin et al., 2012).

Вернемся к *A. urmiana*. Начальная точка — миоцен, 11–12 млн. лет назад, когда в палеолагунах Паратетиса от общего с *A. franciscana* предшественника начинает отделяться *A. urmiana*. Происходило это, вероятно, в Крыму и на прилегавших территориях, которые как бы соединяли Средиземное море и Паратетис. В соответствии с современными геологическими представлениями Крым — остаток палеоостровной дуги, существовавшей еще в Тетисе (Шнюков и др., 1997). Гипотеза временной эстафеты с передачей цист артемий, начиная с миоцена, выглядит в соответствии с этим вполне правдоподобной. Сравнительно геологически недавно, вероятно, существовали гиперсоленые водоемы и на территориях, которые ныне являются дном Азовского моря и Каркинитского залива Черного моря. Они были затоплены в результате прорыва Босфора 7–8 тыс. лет назад (Dimitrov, Dimitrov, 2004).

Сформировавшись здесь *A. urmiana* птицами стала распространяться на север и восток, заселяя пригодные водоемы. Дата заноса вида птицами в оз. Урмия примерно известна — 5 тыс. лет назад. Когда *A. urmiana* была

занесена на Алтай? — можно только предположить, что не ранее 11 тыс. лет назад, когда закончилось последнее оледенение Алтая (Shadrin et al., 2012).

Для проверки гипотезы необходимы сравнительные молекулярно-генетические исследования существующих популяций артемий в озерах Крыма, Алтая и оз. Урмия, как и цист из отложений палеозер/лагунов в этих регионах. Следует отметить, что популяции артемий в озерах Крыма практически не изучены генетически.

Список литературы

- Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф., Шадрин Н.В. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70. № 6. С. 504–514.
- Бойко Е.Г., Мюге Н.С. Видовая и популяционная идентификация артемий (*Artemia* sp.) в водоемах Российской Федерации // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 495.
- Литвинчук Л.Ф., Шадрин Н.В., Бельмонте Д.Ж. Зоопланктон Крымских гиперсоленых озер морского происхождения // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. 2006. Т. 29. № 2. С. 74–76.
- Хоменко С.В., Шадрин Н.В. Иранский эндемик артемия урмиана в гиперсоленом озере Кояшское (Крым, Украина): предварительное обоснование заноса птицами // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции: 2009. Т. 12. С. 81–91.
- Шадрин Н.В. Гиперсоленые озера Крыма: общие особенности / Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования. Севастополь: Экокси-гидрофизика, 2008. С. 85–93.
- Шадрин Н.В., Батогова Е.А. Иранский эндемик *Artemia urmiana* Gunther 1890 (Anostraca, Artemiidae) в гиперсоленых озерах Крыма: новые находки // Морской экологический журнал. 2009. Т. 8. № 4. С. 90.
- Шадрин Н.В., Батогова Е.А., Белмонте Дж., Москателло С., Литвинчук Л.Ф., Шадрин С.Н. *Artemia urmiana* Gunther, 1890 (Anostraca, Artemiidae) в Кояшском озере (Крым, Черное море) – первая находка вида за пределами озера Урмия (Иран) // Морской экологический журнал. 2008. Т. 7. № 1. С. 30.
- Шнюков Е.Ф., Щербakov И.Б., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. К.: Чернобыльинтеринформ, 1997. 287 с.
- Шнюков Е.Ф., Науменко С.П., Маслаков Н.А., Парышев А.А., Сокол Э.В., Рыбак Е.Н. Грязевые вулканы озера Тобечик // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2009. № 4. С. 79–83.
- Abatzopoulos T.J., Amat F., Baxevanis A.D., Belmonte G., Hontoria F., Maniatsi S., Moscatello S., Mura G., Shadrin N.V. Updating geographic distribution of *Artemia urmiana* GÜNTHER, 1890 (Branchiopoda: Anostraca) in Europe: An integrated and interdisciplinary approach // Internat. Rev. Hydrobiol. 2009. V. 94. № 5. P. 560–579.
- Asem A., Rastegar-Pouyani N. Morphological differentiation of *Artemia urmiana* Gunther 1899 (Crustacea: Anostraca) in geographical stations from Urmia Lake, Iran // Res. J. of Biologic. Sci. 2008. V. 3. № 2. P. 222–228.
- Baxevanis A.D., Kappas I., Abatzopoulos T.J. Molecular phylogenetics and asexuality in the brine shrimp *Artemia* // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2006. 40. P. 724–738.
- Dimitrov P., Dimitrov D. The Black Sea, the flood, and the ancient myths // Slavena, Varna (Bulgaria). 2004. 91 p.
- Gajardo G. M., Beardmore J. A. The brine shrimp *Artemia*: adapted to critical life conditions *Frontiers in Physiology*. 2012. V. 3. № 185. P. 1–8; doi: 10.3389/fphys.2012.00185.
- Gerasimenko L.M., Zhegallo E.A., Mikhodyuk O.S., Ushatinskaya G., Shadrin N.V. The halophilic algae-bacterial mats and MN-stromatolites of Kerch peninsula. Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology // The Firth Intern. Conf., Chennai (India). 2008. P. 93–97.
- Green A.J., Sanchez M.I., Amat F., Figuerola J., Hontoria F., Ruiz O., Hortas F. Dispersal of invasive and native shrimps *Artemia* (Anostraca) via waterbirds // Limnology and Oceanography. 2005. 50. P. 737–742.
- Hontoria F., Amat F. Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origin. Mediterranean populations // J. Plankton Res. 1992. 14. P. 949–959.
- Lenz P.H. Ecological studies on *Artemia*: a review. In: Sorgeloos, Bengtson, Declair and Jaspers (eds) *Artemia* Research and its Applications. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture // Universa Press, Wetteren. 1987. P. 5–18.
- Manaffar R., Zare S., Agh N., Siyabgods A., Soltanian S., Mees F., Sorgeloos P., Bossier P., Van Stappen G. Sediment cores from Lake Urmia (Iran) suggest the inhabitation by parthenogenetic *Artemia* around 5.000 years ago // Hydrobiologia. 2011. V. 671. № 1. P. 65–74.
- Naceur H.B., Jenhani A.B.R., Romdhane M.S. Impacts of Salinity, Temperature, and pH on the Morphology of *Artemia salina* (Branchiopoda: Anostraca) from Tunisia // Zoological Studies. 2012. V 51. № 4. P. 453–462.
- Ruebhart D.R., Cock I.E., Shaw G.R. Invasive character of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg 1906 (Branchiopoda: Anostraca) and its potential impact on Australian inland hypersaline waters // Marine and Freshwater Research. 2008. V. 59. № 7. P. 587–595. <http://dx.doi.org/10.1071/MF07221>
- Shadrin N.V. The Crimean hypersaline lakes: towards development of scientific basis of integrated sustainable management // 13th World Lake Conference, Wuhan, China, 1–5 November, 2009. <http://www.ilec.or.jp/eg/wlc/wlc13/wlc13papers1.html>
- Shadrin N.V., Anufrieva E.V., Galagovets E.A. *Artemia* distribution in Ukraine and general remarks on its historical biogeography // International Journal of Artemia Biology. 2012. V. 2, № 2. P. 30–42.