

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *CRICOTOPUS SALINOPHILUS* (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) ИЗ СОЛЕНЫХ РЕК БАССЕЙНА ОЗ. ЭЛЬТОН

© 2010 Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк, Э.В. Абросимова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 07.12.2008

Приведены результаты экспериментальных исследований биологии нового для науки вида комаров-звонцов *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko рода *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae). Выявлена положительная корреляционная связь численности и биомассы этого вида с показателями минерализации рек. Даётся экологическая характеристика хирономид из высокоминерализованных рек аридной зоны Приэльтона.

Ключевые слова: экологическая характеристика, *Cricotopus salinophilus*, бассейн оз. Эльтон.

Водоемы с естественным высоким уровнем минерализации географически широко распространены, особенно в аридных зонах мира. Обычно такие водоемы зависят от антропогенного воздействия, вызывающего изменения их гидрологического режима и уровня минерализации. Озера и эстuarные системы с высоким природным уровнем солености являются объектом многочисленных исследований, связанных с различными аспектами их структурно-функциональной организации, экологических изменений под влиянием внешних воздействий [1-5]. Вместе с тем, практически не изученными остаются соленые реки, несмотря на то, что мезо- и гипергалинны речные системы представляют значительный интерес при оценке биоразнообразия в них галотолерантных и галофильных видов, обычно редких, имеющих ограниченное распространение или относящихся к эндемичным формам [6, 7].

Особое значение приобретают фаунистические и биоценотические исследования водотоков аридной зоны Приэльтона, объединенных в широкий спектр экосистем – водно-болотные угодья (ВБУ), «в которых вода является основным фактором, определяющим экологические характеристики территории, и, в первую очередь, условия жизни растений и животных» [8].

Цель работы – исследование аутэкологических и биологических характеристик нового для науки вида из высокоминерализованных рек бассейна гипергалинского оз. Эльтон.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В гидрографическом отношении территория относится к Прикаспийскому бессточному бассейну, отличающемуся слабым развитием речной сети, наличием соленых озер, лиманов, падин, временных водотоков и родников [8]. Одна из семи высокоминерализованных рек, впадающих в

гипергалинное оз. Эльтон, р. Солянка (рис. 1), являющаяся объектом нашего исследования, представляет собой типично равнинный водоток с достаточно хорошо проработанной ассиметричной долиной, извилистым руслом и замедленным течением воды.

Длина р. Солянка вместе с притоками составляет 8 км, площадь долины – 1,6 км², площадь водосбора – 17,8 км². Для водотока при ширине до 5 м характерны небольшие глубины: от 10 до 20 см. Скорость течения в меженный период достигает 0,4 м/с (табл. 1). Биотопы в верхнем и нижнем течении реки представлены серыми и черными илами с примесью песка, в среднем – заиленным песком и глиной (табл. 1). На всем протяжении реки берега заросшие (покрытие водной поверхности до 30%).

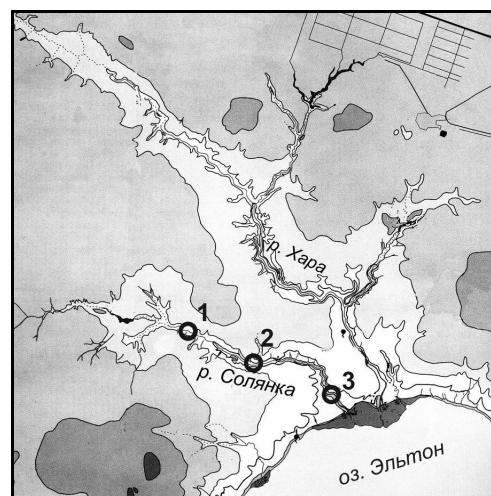


Рис. 1. Карта-схема района исследований с указанием станций отбора пробна р. Солянка

Питание реки происходит за счет подземных вод и атмосферных осадков. Сток в течение года неравномерный: максимальным он бывает весной во время снеготаяния, в летнее время уменьшается, осенью вновь несколько увеличивается с выпадением осенних дождей, и, наконец, зимой почти полностью отсутствует.

По величине минерализации р. Солянка относится к полигалинным (соленость – от 18 до 30‰) водоемам (табл. 2).

Зинченко Татьяна Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией экологии малых рек; Головатюк Лариса Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник той же лаборатории; Абросимова Эллина Владимировна, младший научный сотрудник

Таблица 1. Некоторые гидролого-гидрографические характеристики р. Солянка в местах отбора проб (август 2008 г.)

Показатель	Станция наблюдений		
	1	2	3
Координаты	49°11' N 46°35' E	49°10' N 46°35' E	49°10' N 46°35' E
Ширина, м	5,0	3,0	5,0
Глубина, см	10	20	10
Скорость течения, м/с	-	0,4	0,4
Прозрачность, см	10	20	10
T°C	30,2	22,6	26,0
Тип грунта	СИ, ЖИ, П, ЧИ	П, Г, СИ	СИ, ЧИ, П.

Примечание. ЧИ – черный ил, СИ – серый ил, ЖИ – желтый ил, Г – глина, П. – песок.

Таблица 2. Минерализация воды на разных участках р. Солянка в летний период 2008 г.

Участок реки	Сумма ионов, г/дм ³	Солевой состав воды, г/дм ³						Класс воды
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	
Верхнее течение	28,61	1,22	0,57	8,86	17,38	0,14	0,34	C _{Na+ K}
Среднее течение	27,62	0,94	0,69	8,65	16,70	0,34	0,24	C _{Na+ K}
Нижнее течение	28,55	1,14	0,57	8,99	17,21	0,39	0,21	C _{Na+ K}

По химическому составу вода р. Солянка в летний период относится к хлоридному классу, натриево-калиевой группе, II типу. Как видно из табл. 2, минерализация воды мало изменяется в верхнем течении реки и устьевом участке.

Физико-химические параметры воды в период исследований были благоприятными. Содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 95-150% насыщения. По величина pH воды относятся к классу «нейтральные» или «слабощелочные» (7,3-7,9).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор гидрохимических и гидробиологических образцов воды и грунта в р. Солянка осуществлялся в августе 2007-2008 г. и сентябре 2008 г. Сборы донных организмов производили гидробиологическим скребком (длина ножа – 20 см, протягивание скребка – 1 м) в прибрежье и мелиорали реки на трех станциях верхнего, среднего и нижнего течения (табл.1). Грунт промывали через сито из мельничного газа № 21 с размером ячеи 300-350 мкм. Животных фиксировали 4% раствором формальдегида. Камеральную и статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятым методикам [9].

Отобранные в августе 2007 г. личинки ортокладии, в массе развивающиеся в реке, были определены до рода – *Cricotopus* sp.

Для дальнейшей идентификации хирономид в августе 2008 г. в лабораторных условиях ИЭВБ РАН были проведены экспериментальные исследования, связанные с выведением имаго из личинок III и IV возраста (166 экз.) и изучением биологии вида. Личинки *Cricotopus* sp. были отобраны 18.08.2008 г. из р. Солянка при температуре воды 26°C. Транспортировка и последующее хранение личинок осуществлялось в емкостях холодильника с соленой водой (минерализация – 28,5 г/л) и грунтом (мелкодисперсный серый ил с примесью песка), взятыми из р. Солянка.

Для выведения отбирались преимущественно зрелые личинки длиной 5-7 мм. Воспитание преимагинальных стадий до имаго [10], осуществляли в бюксах с соленой водой и грунтом, помещая в каждый по 1 личинке (дм бюкса – 38 мм, высота столбика воды – 10-15 мм, объем воды – 9-11 мл, влажный вес грунта – 4-6 mg) (фото 1, А). Одновременно была проведена серия экспериментов с выведением имаго из личинок (45 экз.), помещенных в слабосоленую воду с уровнем минерализации 11-12 г/л.

Выращивание личинок до имаго осуществлялось при различной температуре воды и воздуха: личинок (68 экз.) выращивали в бюксах при средней T воздуха 27,2°C и T воды 26-31°C; 98 экз. личинок выдерживали при T воды от 19 до 29°C и T воздуха 27,2°C, для чего бюксы с личинками были помещены в кювету, в которую непрерывно поступала холодная вода (фото 1, Б). Результаты экспериментального выращивания личинок до имаго при различной температуре и солености воды представлены в табл. 3 и 4.

Наиболее оптимальные условия для выращивания личинок были: средняя T воды – 23,3°C, T воздуха – 27,2°C и минерализация – 28,5 г/л, сходные с условиями обитания хирономид в августе в соленых реках Приэльтона.

Для выведения отбирались преимущественно зрелые личинки длиной 5-7 мм. Материал выведения фиксировали жидкостью Удеманса, личинок – 4% раствором формалина.

19 LPI♂♂ *Cricotopus* sp. выведены в лаборатории Института экологии Волжского бассейна РАН из личинок и отправлены для дальнейшей идентификации проф. Е.А. Макарченко Описание нового для науки вида, названного *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko приводится в публикации [11]. Ранее из реки Хара, бассейна оз. Эльтон, нами также описан новый для науки вид *Tanytarsus kharenensis* Zorina & Zinchenko [12], относящийся, по-видимому, к субэндемикам.

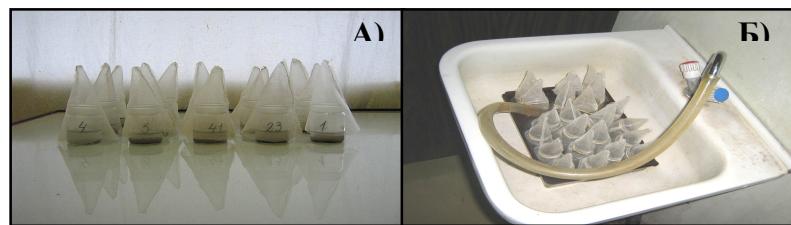


Фото. 1. Выращивание личинок хирономид: А) при T воздуха $27,2^{\circ}\text{C}$, T воды $26-31^{\circ}\text{C}$; Б) в условиях охлаждения бюксов проточной водой при T воздуха $27,2^{\circ}\text{C}$; T воды $19-29^{\circ}\text{C}$

Голотип и часть паратипов нового вида хранятся в коллекции лаборатории пресноводной гидробиологии Биологического-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток. Часть паратипов находится в ИЭВБ РАН, г. Тольятти.

Аналитическая обработка образцов воды произведена аккредитованной гидрохимической лабораторией ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» (г. Самара).

Методом регрессионного анализа проведена оценка связи численности и биомассы хирономид (*Cricotopus salinophilus*) и степени минерализации воды. Вычисляли коэффициент корреляции Пирсона ($p = 0.05$). Расчеты выполняли в программе Excel и Statistica for Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Род *Cricotopus* van der Wulp, 1874 – один из самых богатых видами в подсемействе Orthocladiinae. Широко распространен в Голарктике и других зоогеографических областях, за исключением Антарктики. Род включает 5 подродов: *Cricotopus* s. str., *Isocladius* Kieffer, *Nostococladus* Ashe et Murray, *Pseudocricotopus* Nishida и *Maurius* Lehman. Первые 4 подрода представлены в Палеарктике около 80 видами [13], последний известен только из Афротропической области.

Новый вид *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko (на фото 2 - головная капсула личинки) на всех стадиях развития близок *Cricotopus zavreli* Szadziewski et Hirvenoja, 1981 который описан из соленых вод курорта Цехоцинек (Ciechocinek) в Польше [14].

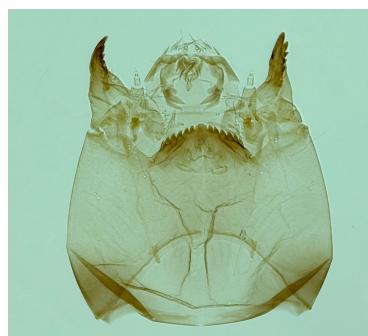


Фото. 2. Головная капсула личинки *Cricotopus salinophilus*

Личинки *Cricotopus salinophilus* (III-IVL) зарегистрированы в апреле, августе и сентябре 2006-2008 гг. в соленых водах рек Солянка, Хара, Чернявка, Ланцуг (рис. 2) с уровнем минерализации от 9,0 до 29,5 г/л на глубинах до 50 см. Локально, в местах массового развития, обитают совместно с личинками цератопогонид р. *Culicoides* sp. и

хирономид *Chironomus salinarius* Kieffer. Наибольшая численность и биомасса личинок в сообществах макрозообентоса (10880 экз./м², 10 г/м²) отмечена в р. Солянка (13.08.2008) при солености воды 28,5 %.

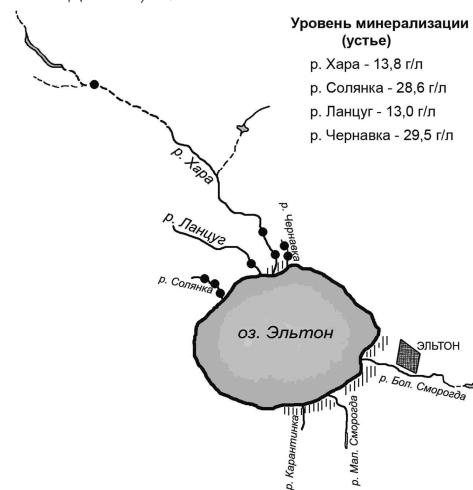


Рис. 2. Карта-схема распространения *Cricotopus salinophilus* в реках Приэльтоная

Вид, по-видимому, полицикличен. Предкуколки зарегистрированы 24.04.07, 15.08.07, 25.09.08 в р. Чернявка; 25.04.07, 16.08.06 в р. Ланцуг; 16.08.07, 13.08.08 в р. Солянка; 25.04.07, 17.08.06 и 12.08.08 – в р. Хара. Роение имаго не отмечено.

Личинки и куколки являются объектом питания перелетных и водоплавающих птиц, преимущественно ржанкообразных (куликов) и отдельных представителей гусеобразных (крякв и чирков).

Результаты экспериментального выращивания личинок до имаго при различной температуре и солености воды представлены в табл. 3 и 4.

Наиболее оптимальные условия для выращивания личинок в экспериментальных условиях были сходными с условиями обитания хирономид в августе в соленых реках Приэльтоная: средняя T воды – $23,3^{\circ}\text{C}$, T воздуха – $27,2^{\circ}\text{C}$ и минерализация – 28,5 г/л.

При T воды $23,3^{\circ}\text{C}$ ($19-29^{\circ}\text{C}$) в лабораторных условиях продолжительность развития личинок IV возраста до вылета имаго составляла 3–6 дней; количество имаго – от 98 посаженных для выведения личинок – 38,8%; доля имаго самцов – 16,3%. Увеличение температуры воды до $25-31^{\circ}\text{C}$ (табл. 4) сокращало количество вылетевших имаго до 30,3% (самцов – 7%).

Обобщенные результаты, полученные в лабораторных условиях при воспитании личинок *C.*

salinophilus в условиях диапазона температур и минерализации, свидетельствуют о том, что продолжительность развития личинок III–IV возрастов до вылета имаго составляет 15 или 9 суток

соответственно, что с учетом критической температуры для хирономид рода *Cricotopus* – 3,0°C [15] составляет 232,8 градусо-дней (табл. 5).

Таблица 3. Продолжительность развития личинок *Cricotopus salinophilus* до вылета имаго в экспериментальных условиях при разной минерализации и температуре воды 23,3°C (19–29°C)

Возраст личинок	Исходное количество, экз.	Продолжительность развития личинок до вылета имаго, сутки	Погибшие личинки, %	Количество куколок, %	Вылет имаго, %	
					Самцы	Самки
Минерализация воды 28,5 г/л						
III-IV	78	2-15	31 (40,3%)	47 (61,0%)	12 (15,6%)	21 (27,3%)
Минерализация воды 11,3 г/л						
IV	20	3-6	14 (70,0%)	6 (30,0%)	4 (20,0%)	1 (5,0%)

Таблица 4. Продолжительность развития личинок *Cricotopus salinophilus* и вылет имаго в экспериментальных условиях при разной минерализации и температуре воды 25,8°C (25-31°C)

Возраст личинок	Исходное количество, экз.	Продолжительность развития личинок до вылета имаго, сутки	Погибшие личинки, %	Количество куколок, %	Вылет имаго, %	
					Самцы	Самки
Минерализация воды 28,5 г/л						
IV	43	2-5	20 (46,5%)	23 (53,5%)	3 (7,0%)	10 (23,3%)
Минерализация воды 11,3 г/л						
IV	25	-	23 (92,0%)	2 (8,0%)	-	-

Таблица 5. Продолжительность развития *Cricotopus salinophilus* в лабораторных условиях при температуре воды 23,3–25,8°C и минерализации – 11–28,5 г/л

Стадия развития	Продолжительность развития, сутки	Средняя сумма температур	
		Без учета критической температуры развития	С учетом критической температуры $T_0=3,0^\circ\text{C}$
Личинка III возраста	5–9	156,8	135,8
Личинка IV возраста	2–6	89,4	77,6
Куколка до вылета	1	22,4	19,4

В лабораторных условиях в августе зрелые личинки IV возраста на вторые сутки строят прямые домики-трубочки с круглыми входными отверстиями из мелкодисперсного ила и песка, прикрепляя их секретом слюнных желез ко дну и стенкам бокса, обычно достраивая один и тот же домик, в котором находилась личинка до окуклиивания. Окуклиивание происходило на 2–14 сутки.

Результаты исследования показали, что из 166 личинок в лабораторных условиях вылет имаго

составил 30,7%. Доля самцов была значительной – 11,5% от количества выращиваемых личинок и 37,3% – от числа вылетевших имаго (19 экз.).

В настоящее время вид известен из рек Солянка, Хара, Ланцуг, Чернявка (бассейн оз. Эльтон) (рис. 2).

Нами прослежена связь численности и биомассы *Cricotopus salinophilus* с величиной минерализации воды в различных реках Приэльтона.

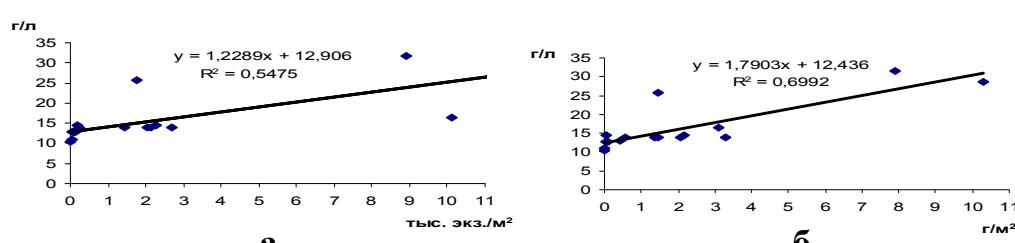


Рис. 3. Зависимость численности (а) и биомассы (б) личинок *Cricotopus salinophilus* от минерализации воды в реках Приэльтона

Зависимость количественных показателей личинок *Cricotopus salinophilus* от минерализации воды может быть достаточно убедительно ($R^2 = 0,55$ и $R^2 = 0,70$) описана степенными уравнения-

ми (рис. 3). Установлено, что при возрастании величины минерализации от 10,2 до 31,6 г/л, численность и биомасса *Cricotopus salinophilus*,

которые относятся, по-видимому, к галобионтам, возрастают.

Высокая адаптационная способность фауны и флоры соленых рек к изменяющимся условиям обитания связана, с одной стороны, с известной способностью их к осморегуляции, морфологическим и биохимическим изменениям, а с другой, обусловлена особенностями жизненных циклов [16-18]. Так, хирономиды *Cricotopus salinophilus* в соленых реках имеют короткий жизненный цикл, массовый кратковременный вылет имаго, высокую численность личинок. При распределении уровень выживаемости личинок (в экспериментальных условиях), а также степень завершения метаморфоза сокращаются примерно в два раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ «№ 07-04-96610» и в рамках программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие», раздела «Динамика биоразнообразия и механизмы обеспечения устойчивости биосистем».

Благодарности. Авторы благодарят директора природного парка «Эльтонский» В.Д. Гердта за помощь в организации и проведении исследовательских работ, студента Тольяттинского Университета им В.Н. Татищева В.А. Чурбанова за участие в сборе полевого материала, а также сотрудников Московского педагогического университета к.б.н. А.О. Шубина и его коллег за консультации и участие в обсуждении материалов статьи в процессе совместных экспедиционных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие», раздела «Особенности экологии и динамики чужеродных видов гидробионтов в водоемах Средней и Нижней Волги».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балушкина Е.В., Петрова Н.А. Функционирование популяций хирономид в гипергалинных озерах Крыма. Тр. ЗИН АН СССР, 1989, Т. 205. С. 129-138.
2. Laprise R., Dodson J.J. Nature of environmental variability experienced by benthic and pelagic animals in the St. Lawrence Estuary, Canada // Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 94. 1993. P. 129-139.
3. Williams D.D., Williams N.E. Aquatic insects in an estuarine environment: densities, distribution and salinity tolerance // Freshw. Biol. 1998. Vol. 39. P. 411-421.
4. Williams W.D. Environmental threats to salts lakes and the likely status of inland saline ecosystems 2025 // Environ. Conserv. 2002. Vol. 29. P. 154-167.
5. Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф. Структурно-функциональные характеристики экосистем малых соленых озер Крыма // Биология внутр. вод. 2007, №2. С. 11-19.
6. Williams W.D. Salinization of rivers and streams: an important environment hazard // Ambio. 1987, Vol. 16. P. 180-185.
7. Moreno J.L., Millón A., Suarez M.L., Vidal-Abarca M.R., Velasco J. Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages in water bodies from ephemeral coastal streams ("ramblas") of south-eastern Spain // Archiv hydrobiol. 1997, Vol. 141, P. 93-107.
8. Водно-болотные угодья Приэльтона. Волгоград, 2005. 28 с.
9. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
10. Шилова А.А. Инструкция по воспитанию преимагинальных стадий хирономид до взрослый насекомых // Биологические ресурсы водоемов, пути их реконструкции и использования. М. 1966. С. 185-189.
11. Зинченко Т.Д., Макарченко М.А., Макарченко Е.А. Новый вид рода *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евроазиатский энтомологический журнал, № 1. 2009. (в печати).
12. Зорина О.В., Зинченко Т.Д. Новый вид рода *Tanytarsus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евроазиатский энтомологический журнал. 2009. № 1. (в печати).
13. Эжтер О.А., Ашэ Р., Муррей Д.А. 2000. Family Chironomidae // Papp L. and Darvas B. (eds). Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to the flies of economic importance). Vol. 4. A.6. Science Herald, Budapest. P. 113-334.
14. Szadziewski R., Hirzenoja M. 1981. *Cricotopus zavreli* sp.n. (Diptera, Chironomidae), a halobiontic non-biting midge from Poland // Ann. Ent. Fenn. Vol. 47. P. 111-118.
15. Zinchenko T.D. Chironomidae as biological hindrances in water-supply // Acta Biol. Debr. Oecol. Hung: Debrecen, 1989, V. 3. P. 190-201.
16. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1970. 344 с.
17. Bayly L.A.E., Salinity tolerance and osmotic behaviour of animals in athalassic saline and marine hyperhaline waters // Annu. Rev. Ecol. Syst. 1972. V. 3. P. 233-268.
18. Розенцвейт О.А., Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Костина Н.В. Изменение состава липидов Enteromorpha intestinalis в условиях речных вод аридной зоны Прикаспийской низменности // Известия Самарского НЦ РАН. 2008. Т. 10, № 5/1 (25). С. 251-257.

ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF *CRICOTOPUS SALINOPHILUS* (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) DWELLING IN THE SALINE RIVERS OF THE LAKE ELTON BASIN

© 2010 Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк, Е.В. Абросимова

Institute of Ecology of the Volga River basin of the Russian Academy of Sciences, Togliatti

There are given the results of experimental researches of biology of new scientific species of *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko genus *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae). There is given the ecological characteristics of the Chironomidae dwelling in highly mineralized arid zone rivers of Prielton. There is revealed positive correlation of the species number and biomass with the factors of rivers mineralization.

Key words: ecological characteristic, *Cricotopus salinophilus*, lake Elton basin.

Zinchenko Tat'yana Dmitrievna Doctor of Biology, professor, head of laboratory of small rivers ecology. Golovatyuk Larisa Vladimirovna, candidate of Biology, Research worker of the laboratory. Abrosimova Yellina Vladimirovna junior Research worker of the laboratory.