

## Распределение личинок кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) в водоёмах юга Западной Сибири по градиенту минерализации

### Distribution of blood-sucking mosquito larvae (Diptera, Culicidae) along a mineralization gradient in different water reservoirs in the southern part of West Siberia

О.Э. Белевич, Ю.А. Юрченко  
O.E. Belevich, Yu.A. Yurchenko

Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе 11, Новосибирск 630091 Россия. E-mail: belog@ngs.ru.  
Institute of Systematics and Ecology of Animals, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Frunze Str. 11, Novosibirsk 630091 Russia.

**Ключевые слова:** Culicidae, минерализация, толерантность, распределение.

**Key words:** Culicidae, mineralization, tolerance, distribution.

**Резюме.** Исследовано население личинок комаров сем. Culicidae естественных водоёмов различной минерализации (0,02–44,25 г/л). Показано, что наибольшее число видов населяет пресные водоёмы, наименьшее — воды повышенной солёности и переходные к рассолам. Выявлено максимальное сходство между таксоценозами вод с повышенной солёностью и переходными к рассолам, и минимальное их сходство с таксоценозами ультрапресных и пресных водоёмов. Описаны изменения, происходящие в населении комаров на фоне роста минерализации. Для обнаруженных видов приведены диапазоны переносимой минерализации, предложено деление на группы в зависимости от сходства потенциальной соленостной толерантности. Рассмотрено влияние минерализации на видовой состав кровососущих комаров в годы разной увлажнённости.

**Abstract.** Populations of Culicidae larvae of natural ponds with different mineralization (0.02–44.25 g/l) were investigated. It is shown that the greatest number of species inhabit the freshwater ponds, while a considerably less number of species inhabit the ponds with high salinity or hypersalinity. The highest similarities were found between communities of high salinity and hypersalinity, and the least similarities between communities of ultra-freshwater and freshwater ponds. The changes of mosquitoes population structure related to increased mineralization are described, and the limits of mineralization tolerance of species determined. Based on these results, it is suggested that species are combined into several groups according to their salinity tolerance. The effect of mineralization on the community composition of blood-sucking mosquitoes is dependent upon annual rainfall.

## Введение

Минерализация воды является одним из важнейших факторов, определяющих распространение, численность и развитие гидробионтов [Navarro et al., 2003; Telesh, Khlebovich, 2010; Хлебкович, 1974 (Khlebovich V.V., 1974); Хахинов и др., 2007 (Hahinov

et al., 2007); Алимов, 2008 (Alimov, 2008)]. Толерантность отдельных таксонов рассмотрена в многочисленных работах [Alain, Puente, 2002; Иванова, 2005 (Ivanova, 2005); Веснина и др., 2005 (Vesnina et al., 2005); Ермолаева, Бурмистрова, 2005 (Yermolaeva, Burmistrova 2005); Зинченко и др., 2010 (Zinchenko et al., 2010)]. Интересным представляется изучение данного вопроса в условиях циклической смены фаз увлажнённости, свойственных для территории Западной Сибири, поскольку происходящие изменения отражаются не только на динамике уровня озёр, водности рек и минерализации вод, но и смене видового состава организмов, населяющих их [Максимов и др., 1979 (Maksimov et al., 1979); Биоразнообразие..., 2010 (Biodiversity..., 2010)].

В качестве исследуемого объекта были выбраны личинки сем. Culicidae. Для представителей данной группы сведения о толерантности к минерализации вод фрагментарны или посвящены отдельным видам [Schie et al., 2009; Beketov et al., 2010; Ramasamy et al., 2014; Гуцевич и др., 1970 (Gutsevich et al., 1970); Кухарчук, 1980 (Kuharchuk, 1980); Ясюкевич, 1997 (Yasyukevich, 1997)]. Помимо этого, для обширной территории Западной Сибири нам известна лишь одна работа [Кухарчук, 1981 (Kuharchuk, 1981)]. В настоящем исследовании основной задачей явилось изучение распределения личинок сем. Culicidae в зависимости от уровня минерализации водоёмов на территории Новосибирской области.

## Материал и методы

Исследования проведены на территории Новосибирской области в условиях степной (Карасукский район) и лесостепной (Новосибирский, Чулымский, Кольванский районы) зон в период с 2005 по 2012 гг.

Карасукский район расположен на территории Кулундинской природной провинции, характеризующейся плоской, слабоволнистой равниной с бугристо-гравистыми формами рельефа [Природные ресурсы..., 1986 (Natural resources..., 1986)]. Среднемесячная температура июля +19,8 °С, января -19,8 °С. Годовой уровень осадков менее 300 мм. Коэффициент увлажнения менее 0,6 [Кравцов, Донукалова, 1999 (Kravtsov, Donukalova, 1999)]. Характерны резкие многолетние изменения увлажнённости. Поверхностные и подземные воды, преимущественно, высокой минерализации [Савченко, 2010 (Savchenko, 2010); Кравцов, Донукалова, 1999 (Kravtsov, Donukalova, 1999)]. Летом озёра и реки в значительной степени пересыхают [Районы и города..., 1996 (Districts and cities..., 1996)].

Чулымский район расположен в лесостепной зоне, в восточной части Барабинской низменности. Рельеф полого-волнистый. Поверхностный сток и близкое залегание грунтовых вод создают благоприятные условия для возникновения переувлажнённых участков. В засушливые годы, в местах близкого залегания грунтовых вод, наблюдается вынос легкорастворимых солей в почвенные горизонты либо на их поверхность [Кравцов, Донукалова, 1999 (Kravtsov, Donukalova, 1999)].

Территория Кольванского и Новосибирского районов находится в пределах Приобского плато. Особенности рельефа, в сравнении с равнинными участками Барабинской низменности, способствуют улучшению поверхностного и подземного стока, увеличению разветвлённости речной сети.

Климат Чулымского, Кольванского и Новосибирского районов имеет общие черты. Средняя температура января -19 °С, июля +18,8 °С. Годовой уровень осадков 300–500 мм. Коэффициент увлажнения для северных участков 0,9–1,0, для южных — 0,5–0,6. Отмечается чередование влажных и сухих лет [Районы и города..., 1996 (Districts and cities..., 1996); Кравцов, Донукалова, 1999 (Kravtsov, Donukalova, 1999)].

Изучено население личинок сем. Culicidae 106 водоёмов различного типа (постоянные, временные, проточные, не проточные). Отбор проб проводился в течение вегетационного периода площадным мето-

дом с использованием сачка-рамки (диаметр 30 см) и кюветы (площадь 0,035 кв.м) [Service, 1993; Гуцевич и др., 1970 (Gutsevich et al., 1970); Кухарчук, 1980 (Kuharchuk, 1980)]. Периодичность проведения учётов составляла один раз в 2–10 дней. Всего проведено более 330 учётов. Видовая принадлежность кровососущих комаров установлена по определительным таблицам [Гуцевич и др., 1970 (Gutsevich et al., 1970); Кухарчук, 1980 (Kuharchuk, 1980)]. Таксономический статус приведен согласно классификации Д.Ф. Рейнерта [Reinert, 2000; Reinert et al., 2004].

Уровень минерализации оценён с помощью портативных кондуктометров (Hanna, Германия). Классификация вод по солёности приведена по А.М. Овчинникову [1963 (Ovchinnikov, 1963)]. Её выбор обусловлен более детальной градацией пресных вод.

Доминирующие виды установлены по классификации Энгельмана [Engellmann, 1978], разработанной для водных животных: эудоминанты (40–100 %), доминанты (12,5–39,9 %), субдоминанты (4–12,4 %), резиденты (1,3–3,9 %) и субрезиденты (менее 1,3 %). Для оценки сходства населения личинок кровососущих комаров использован индекс Жаккара (показывающий отношение числа общих видов к числу видов в объединённом списке, I<sub>j</sub>) [Песенко, 1982 (Pesenko, 1982)].

Для анализа сходства потенциальной солёносной толерантности видов, применён индекс Чекановского-Сьеренсена. Для построения диаграммы использован метод объединения невзвешенных парных групп со средними величинами (Unweighted pair-group average).

## Результаты и обсуждение

На территории Новосибирской области обнаружены личинки кровососущих комаров 26 видов (66 % от фауны Западной Сибири), населяющие водоёмы с минерализацией от 0,02 до 44,25 г/л. Данный диапазон охватывает воды от ультрапресных до переходных к рассолам.

Согласно классификации вод по солёности (табл. 1) все обследованные водоёмы были разделены на семь классов:

Таблица 1. Распределение обследованных водоёмов по градиенту солёности вод [по Овчинникову, 1963]  
Table 1. Distribution of ponds based on salinity [by Ovchinnikov, 1963]

Тип солёности	Класс солёности	Минерализация, г/л	Количество обследованных водоёмов
I. Пресные	1. Ультрапресные	< 0,2	38
	2. Пресные	0,2 – 0,5	42
	3. Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5 – 1	16
II. Соленоватые	4. Соленоватые	1 – 3	6
III. Солёные	5. Солёные	3 – 10	1
	6. Воды повышенной солёности	10 – 35	2
IV. Рассолы	7. Воды, переходные к рассолам	35 – 50	1
	8. Рассолы	50 – 400	0

Первый класс представлен 38 ультрапресными водоёмами, среди них: постоянные (37 %), временные (60 %, из них 42 % весенние, 18 % летние) и факультативно временные (периодически пересыхающие) (3 %). Уровень минерализации вод, в годы исследований, изменялся в пределах 0,02–0,20 г/л (среднее  $0,13 \pm 0,05$  г/л). Водоёмы обнаружены на территории всех обследованных районов.

Второй класс образован 42 пресными водоёмами, среди которых: постоянные (52 %), временные (45 %, из них весенние 31 %, летние 14 %), факультативно временные (3 %). Значения минерализации колебались от 0,20 до 0,50 г/л (среднее  $0,33 \pm 0,08$  г/л). Водоёмы встречены во всех районах.

Третий класс включает 16 водоёмов с относительно повышенной минерализацией: постоянные (50 %), весенние временные (44 %) и факультативные временные (6 %). Минерализация вод колебалась в границах 0,51–1,0 г/л (среднее  $0,68 \pm 0,14$ ). Водоёмы обследованы в Карасукском и Новосибирском районах.

Четвёртый — 6 солоноватых водоёмов: постоянные (67 %), весенние временные (17 %) и факультативные временные (17 %). Уровень минерализации обследованных гидроценозов колебался в пределах 1,0–2,14 г/л (среднее  $1,47 \pm 0,33$  г/л). Водоёмы Карасукского и Новосибирского районов.

Пятый класс — 1 солёный постоянный водоём. Значения минерализации: 3,98–8,43 г/л (среднее  $5,78 \pm 1,50$  г/л). Водоёмы Карасукского района.

Шестой класс — 2 водоёма повышенной солёности: постоянный и весенний временный. Значения минерализации колебались от 10,38 до 18,5 г/л (среднее  $13,48 \pm 4,39$  г/л). Водоёмы на территории Карасукского района.

Седьмой класс — 1 весенний временный водоём переходный к рассолам. Содержание солей 44,25 г/л. Водоём в Карасукском районе.

В ультрапресных водах обнаружены личинки 21 вида (81 % от числа выявленных видов) (табл. 2). Личинки половинки (50 %) из них развиваются только во временных, 45 % — во временных и постоянных, а остальные (5 %) — только в постоянных водоёмах. Доминирующий по численности комплекс видов составлял около 82 % от общего количества личинок сем. Culicidae ультрапресных водоёмов. К ним относились: *Ochlerotatus caspius* (2,7 % от общего числа личинок сем. Culicidae), *Culex pipiens* (20,2 %), *O. euedes* (13,7 %); субдоминанты *O. cantans* (10,6 %), *A. messeae* (7,3 %), *C. modestus* (7,4 %). Доля остальных колебалась от 0,01 до 3,4 % от общей численности.

В пресных водах зафиксировано максимальное число видов комаров — 22 (85 % от общего числа видов) (табл. 2); из них меньшинство (16 %) развивается только в постоянных водоёмах, остальные в равном количестве (по 42 %), во временных, постоянных или только во временных. Основное ядро группировки составили около 75 % от общего числа видов: доминанты *A. messeae* (39,5 %) и субдоминан-

ты *O. cantans* (11,3 %), *C. modestus* (10,3 %), *Aedes vexans* (8,0 %), *O. euedes* (5,8 %). Доля остальных колебалась от 0,02 до 2,4 % от общей численности.

В водах с относительно повышенной минерализацией обнаружено 15 видов (около 58 % от общего числа видов) (табл. 2). Из них около 62 % развивается во временных и постоянных водоёмах, 31 % — только во временных, 7 % — только в постоянных. Личинки доминирующих по численности видов составляли около 93 %. Среди них: эудоминант *A. messeae* (47,2 %); доминант *O. euedes* (35,3 %); субдоминант *C. modestus* (10,8 %). Доля остальных составляла от 0,05 до 2,9 % от общей численности.

Солоноватые воды населяли личинки 13 видов (50 % от общего числа видов) (табл. 2), большинство которых (71 %) развивается во временных и постоянных водоёмах, а остальные (29 %) — только во временных. Доля доминирующих видов составляла около 89 % общего количества личинок сем. Culicidae солоноватых вод. Среди них *C. modestus* эудоминант (51,1 %); *A. messeae* доминант (38 %). Доля остальных видов изменялась от 0,05 до 3,7 % от общей численности.

В солёных водах обнаружено 8 видов (около 31 % от общего числа видов). Большинство из них (57 %) развивается во временных и постоянных водоёмах, меньшинство (43 %) — только во временных. В солёных водоёмах по численности доминировали личинки одного вида — *O. caspius* (97,4 %) (табл. 2). Остальные виды составляли от 0,01 до 1,6 % от общей численности.

Воды повышенной солёности и переходные к рассолам населяли личинки трёх видов (около 11 % от общего числа видов) — *O. caspius*, *O. dorsalis* и *O. stramineus*. Развиваются во временных и постоянных водоёмах (33 %) или только во временных (67 %). В обоих случаях личинки *O. stramineus* эудоминанты. Они составляли 52 % в водах повышенной солёности и 76 % в переходных к рассолам. В водоёмах повышенной солёности доля остальных видов составляла по 24 %. В водах, переходных к рассолам, доминирует *O. caspius* (14 %), субдоминант — *O. dorsalis* (10 %).

Повышение уровня минерализации вод приводило к снижению числа видов личинок кровососущих комаров. Для личинок сем. Culicidae, отмечена высокая отрицательная корреляция числа видов и минерализации вод (коэффициент корреляции Спирмена =  $-0,70$ ,  $p < 0,05$ ). При значениях более 0,5 г/л, 3 г/л и 10 г/л фиксировали наибольший спад, соответственно, с 22 видов до 15, с 13 до 8 и с 8 до 3 (рис. 1).

С ростом минерализации наблюдалась тенденция роста плотности личинок кровососущих комаров ( $r = 0,16$ ,  $p < 0,05$ ). Динамика изменения средней плотности личинок имела волнообразный характер с резкими колебаниями, наиболее значительные фиксировались при минерализации более 0,2 г/л (снижение в 2 раза с 158 особей/кв.м до 69), 3–10 г/л (увеличение в 14 раз с 111 особей/кв.м до 1542), при 10–35 г/л

Таблица 2. Распределение личинок кровососущих комаров в водоёмах по градиенту минерализации (2007–2011 гг.)  
Table 2. Distribution of blood-sucking mosquitoes larvae in natural ponds with different mineralization (2007–2011)

Вид	Класс солёности вод							Минерализация г/л	
	1	2	3	4	5	6	7	среднее (б)	мин.–макс.
<i>Anopheles messeae</i> Falleroni, 1926	+	+	+	+	-	-	-	0,45 ± 0,40	0,04–2,14
<i>Culiseta morsitans</i> (Theobald, 1910)	-	+	-	-	-	-	-	-	0,21
<i>C. ochroptera</i> (Peus, 1935)	-	+	-	-	-	-	-	-	0,31
<i>C. alaskaensis</i> (Ludlow, 1906)	-	-	+	-	-	-	-	-	0,81
<i>Coquillettidia richiardii</i> (Ficalbi, 1889)	+	+	-	-	-	-	-	0,19 ± 0,17	0,07–0,31
<i>Aedes cinereus</i> Meigen, 1818	+	+	+	+	+	-	-	0,32 ± 0,71	0,05–5,45
<i>A. vexans</i> (Meigen, 1830)	+	+	-	-	-	-	-	0,22 ± 0,07	0,09–0,34
<i>Ochlerotatus behningi</i> Martini, 1926	+	+	+	+	-	-	-	0,32 ± 0,39	0,05–2,0
<i>O. cantans</i> (Meigen, 1818)	+	+	+	+	+	-	-	0,40 ± 0,81	0,07–5,95
<i>O. caspius</i> (Pallas, 1771)	+	+	+	+	+	+	+	3,06 ± 6,08	0,06–44,25
<i>O. cataphylla</i> Dyar, 1916	+	+	+	+	+	-	-	0,76 ± 1,52	0,05–5,45
<i>O. communis</i> (De Geer, 1776)	+	+	-	-	-	-	-	0,22 ± 0,03	0,19–0,24
<i>O. cypricus</i> Ludlow, 1919	+	-	-	-	-	-	-	0,08 ± 0,04	0,02–0,14
<i>O. dorsalis</i> (Meigen, 1830)	+	+	+	+	+	+	+	5,92 ± 12,01	0,09–44,25
<i>O. excrucians</i> (Walker, 1856)	+	+	-	-	-	-	-	0,21 ± 0,11	0,08–0,44
<i>O. euedes</i> Howard, Dyar et Knab, 1912	+	+	+	+	+	-	-	0,32 ± 0,68	0,03–5,45
<i>O. flavescens</i> (Muller, 1764)	+	+	+	+	+	-	-	0,43 ± 0,95	0,02–5,45
<i>O. intrudens</i> Dyar 1906	+	-	-	-	-	-	-	-	0,08
<i>O. punctor</i> (Kirby, 1837)	+	+	-	-	-	-	-	0,27 ± 0,10	0,17–0,38
<i>O. stramineus</i> Dubitzky, 1970	-	-	-	-	-	+	+	21,17 ± 15,80	10,38–44,25
<i>O. subdiversus</i> Martini, 1926	+	+	+	+	+	-	-	0,11 ± 0,06	0,03–0,24
<i>Culex modestus</i> Ficalbi, 1889	+	+	+	+	-	-	-	0,42 ± 0,41	0,07–2,14
<i>C. orientalis</i> Edwards, 1934	+	+	+	-	-	-	-	0,21 ± 0,13	0,11–0,54
<i>C. pipiens</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+	-	-	-	0,20 ± 0,21	0,07–1,16
<i>C. vagans</i> Wiedemann, 1828	-	+	-	-	-	-	-	0,33 ± 0,02	0,31–0,34
<i>C. territans</i> Walker, 1856	+	+	+	+	-	-	-	0,31 ± 0,32	0,07–1,57
Всего видов	21	22	15	13	8	3	3		

(снижение в 19 раз до 79 особей/кв.м), более 35 г/л (увеличение в 5 раз до 396 особей/кв.м). Зафиксировано увеличение средней плотности личинок сем. Culicidae на фоне снижения числа видов, в условиях растущей минерализации ( $r = -0,36$ ,  $p < 0,05$ ).

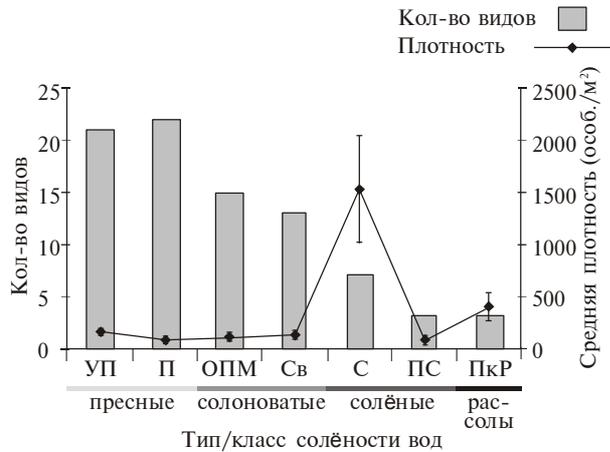
В ходе анализа сходства потенциальной солёносной толерантности обнаруженные виды личинок кровососущих комаров объединены в четыре группы (рис. 2).

Первая представлена 13 стеногалинными видами (термин введен нами), обитающими при минерализации от 0,02 до 0,81 г/л. В данную группу вошли представители двух кластеров: *C. richiardii*, *O. excrucians*, *A. vexans*, *O. cypricus*, *O. punctor*, *O. subdiversus*, *C. orientalis* (0,02 до 0,54 г/л) и *C. morsitans*,

*C. alaskaensis*, *O. intrudens*, *C. ochroptera*, *C. vagans*, *O. communis* (0,08–0,81 г/л). Из перечисленных видов на территории исследования 77 % являются моновольтинными, 15 % — поливольтинными, а для 8 % появление второго поколения зависит от увлажнённости лета.

Вторая группа представлена пятью галофильными видами (термин введен нами), развивающимися при минерализации от 0,04 до 2,14 г/л. Представители трёх кластеров: *A. messeae*, *O. behningi* (0,04–2,14 г/л), *C. territans* (0,07–1,57 г/л) и *C. modestus*, *C. pipiens* (0,07–2,14 г/л). Из перечисленных видов 20 % моновольтинные, 80 % поливольтинные.

В третью группу вошли 5 галотолерантных видов (термин введен нами), переносящих минерализацию



УП — ультрапресные, П — пресные, ОПМ — воды с относительно повышенной минерализацией, Св — солончатые, С — солёные, ПС — воды повышенной солёности, ПкР — воды, переходные к рассолам, Р — рассолы.

Рис. 1. Количество видов и средняя плотность (особей/м<sup>2</sup>) личинок сем. Culicidae в водоёмах с различным уровнем минерализации.

Fig. 1. Number of species and average density (individuals/m<sup>2</sup>) of Culicidae larvae in natural ponds with different salinity levels.

от 0,03 до 5,95 г/л. В данную группу объединены виды трёх кластеров: *O. euedes* (0,03–5,45 г/л), *O. cataphylla* (0,05–5,45 г/л) и *A. cinereus*, *O. cantans*, *O. flavescens* (0,03–5,95 г/л). Большинство (80 %) — моновольтинные виды, для остальных 20 % вольтинность зависит от количества осадков летом.

Четвёртая группа представлена тремя эвригалинными (термин введён нами) видами, обитающими при минерализации от 0,06 до 44,25 г/л — *O. caspius*, *O. dorsalis*, *O. stramineus*. Из них: моновольтинные (33 %) и поливольтинные виды (67 %).

Сравнение населения кровососущих комаров в водоёмах с различным уровнем минерализации свидетельствует об их разной степени общности. Бедность видового состава вод с повышенной солёностью и переходных к рассолам обусловило минимальное их сходство с таксоценоми ультрапресных и пресных ( $I_j = 0,09$ ) и с остальными классами (индекс Жаккара колебался от 0,12 до 0,22), но обеспечило наибольшую близость между ними ( $I_j = 1$ ).

Видовой состав комаров солёных вод был слабо сопоставим с ультрапресными ( $I_j = 0,38$ ) и пресными ( $I_j = 0,36$ ). Прежде всего, это обусловлено исчезновением из состава сообществ галофильных и стеногалинных видов. Присутствие видов, способных переносить рост минерализации, обуславливало высокое сходство таксоценов вод с относительно повышенной минерализацией и солончатых ( $I_j = 0,87$ ), солончатых вод с ультрапресными ( $I_j = 0,62$ ) и пресными ( $I_j = 0,59$ ), солёных с водами относительно повышенной минерализации ( $I_j = 0,53$ ) и солончатых вод ( $I_j = 0,61$ ).

Стеногалинные виды комаров обеспечили высокое сходство населения ультрапресных и пресных водоёмов ( $I_j = 0,79$ ), ультрапресных с относительно повышенной минерализацией ( $I_j = 0,63$ ), а так же пресных с относительно повышенной минерализацией ( $I_j = 0,61$ ).

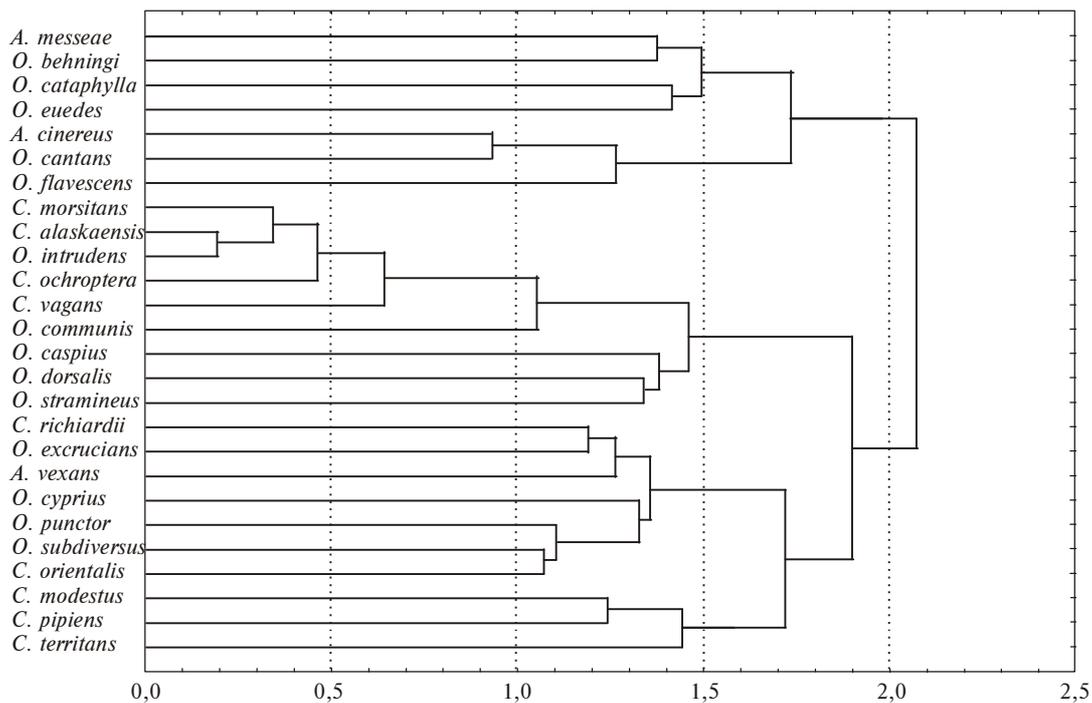


Рис. 2. Кладограмма сходства потенциальной соленостной толерантности личинок кровососущих комаров  
 Fig. 2. Classification of blood-sucking mosquitoes larvae based on similarities in water mineralization limits

Полученные результаты хорошо согласуются с известными данными о влиянии минерализации вод на гидробионтов [Silberbush et al., 2005; Ghazy et al., 2009; Van De Meutter et al., 2010; Bielanska-Grajner et al., 2014; Хлебович, 1974 (Khlebovich V.V., 1974); Хахинов и др., 2007 (Hahinov et al., 2007)].

Значительная часть представителей сем. Culicidae, на территории исследований, относится к стеногалинным видам, предпочитающим временные водоёмы [Белевич, Юрченко, 2011 (Belevich, Yurchenko, 2011)]. Существенные изменения в сообществе личинок кровососущих комаров, наблюдаются уже при небольшом увеличении минерализации. Так, число видов снижается при значениях более 0,5 г/л, а плотность демонстрирует тренд к возрастанию при значениях более 3 г/л. Таким образом, на фоне роста минерализации наблюдается сокращение числа видов и увеличение плотности. Полученные результаты сопоставимы с данными, известными для некоторых видов бентоса (0,3–10 г/л) и планктона (от 3 г/л) [Silberbush et al., 2005; Алимов, 2008 (Alimov, 2008); Ермолаева, Бурмистрова, 2005 (Yermolaeva, Burmistrova, 2005)].

В водах с минерализацией выше 1 г/л в сообществе кровососущих комаров остаются галофильные, галотолерантные и эвригалинные виды, обитающие только во временных или во временных и постоянных водоёмах. Известно, что для них, уровень минерализации является важным фактором, оказывающим значительное влияние на биотопическое распределение, в отличие от видов, развивающихся только в постоянных водоёмах [Beketov et al., 2010].

Известно, что для гидробионтов наибольшее значение имеют не средние, а периодически наступающие минимальные или максимальные значения минерализации [Бигон и др., 1989 (Begon et al., 1989)]. Можно предположить, что в засушливые годы следует ожидать более высоких значений минерализации и преобладания солевых и эвригалинных видов из сем. Culicidae. Однако, в результате изучения видового состава комаров на переходном участке между степной и лесостепной зонами Новосибирской области (Карасукский район) были получены противоположные данные. Установлено, что эвригалинный вид *O. caspius* — эудоминант влажных лет. Это обусловлено наличием многочисленных личинок второй генерации в летних временных водоёмах, возникших после обильных осадков в июле (уровень минерализации от 0,14 до 1,64) [Белевич, Юрченко, 2013 (Belevich, Yurchenko, 2013)]. Таким образом, на территории проведения исследований структура сообществ кровососущих комаров в летний период определялась не солевой толерантностью, а вольтинностью видов.

Исходя из этого можно предположить, что в сухие годы структура населения кровососущих комаров будет зависеть от динамики изменения минерализации водоёмов весной, что, вероятно, справедливо в фазы любой увлажнённости.

Представленные в работе группы видов, отличающиеся потенциальной соленосной толерантностью, несколько различаются от предложенных Л.П. Кухарчук [1981 (Kuharchuk, 1981)]. Основная причина этого другие диапазоны минерализации, использованные авторами для выделения групп видов (первая 0,07–0,77; вторая 0,10–3,64; третья 0,11–8,36; четвёртая до 70,78 г/л). Тем не менее, полученные нами результаты не противоречат ранее опубликованным данным [Гуцевич и др., 1970 (Gutsevich et al., 1970); Кухарчук, 1980 (Kuharchuk, 1981)].

## Выводы

Практически все (25 из 26) обнаруженные виды личинок сем. Culicidae обитают в пресных водоёмах (от менее 0,2 до 1 г/л). Далее наблюдается обеднение видового состава, за счёт исчезновения стеногалинных видов и замещения их галофильными, галотолерантными и эвригалинными. В результате в водах солоноватого типа встречается 13 видов, в солёных 9, а в рассолах лишь 3. В водоёмах с минерализацией более 10 г/л появляются личинки *O. stramineus*, способные переносить минерализацию до 70,78 г/л [Кухарчук, 1981 (Kuharchuk, 1981)].

Учитывая распределение обнаруженных видов по классам солёности, личинок кровососущих комаров можно охарактеризовать как обитателей пресно-солёных вод (88% видов), а *O. stramineus* — повышенной солёности.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность за критические комментарии д.б.н. Е.Н. Ядрёнкиной.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 15-29-02479 офи\_м, а также программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг., проект VI.51.1.9.

## Литература

- Alain T., Puente L. 2002. Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan population dynamics // *Hydrobiologia*. Vol.486. No.1. P.191–200.
- Alimov A.F. 2008. Relations between biological diversity in continental waterbodies and their morphometry and water mineralization // *Inland Water Biology*. Vol.1. No.1. P.3–8.
- Begon M, Harper J.L., Townsend C.R. 1989. [Ecology: Individuals, Populations and Communities]. Moskva: Mir. 667 p. [In Russian].
- Beiron S.G., Vasiliev I.P., Gadzhiev I.M. 1986. [Natural resources of the Novosibirsk area]. Novosibirsk: Nauka. 215 p. [In Russian].
- Beketov M.A., Yurchenko Yu.A., Belevich O.E., Liess M. 2010. What environmental factors are important determinants of structure, species richness, and abundance of mosquito assemblages? // *Journal of Medical Entomology*. Vol.47. No.2. P.129–139.

- Belevich O.E., Yurchenko Yu.A. 2011. [Assemblages of blood-sucking mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in water bodies of northern Kulunda] // *Parazitologia*. Vol.45. No.3. P.182–193. [In Russian].
- Belevich O.E., Yurchenko Yu.A. 2013. [The role of temporary summer water-ponds in structure of blood-sucking mosquito populations (Diptera, Culicidae)] // *Evraziatskii entomologicheskii zhurnal*. Vol.12. No.2. P.147–152. [In Russian].
- Bielanska-Grajner I., Cudak A., Biala A., Szymańczak R., Sell J. 2014. Role of spatial and environmental factors in shaping the rotifer metacommunity in anthropogenic water bodies // *Limnology*. Vol.15. P.173–183.
- [Biodiversity of Karasuk-Burla region (Western Siberia)]. 2010 // Ravkin Yu.S. (Ed.): Novosibirsk: Izdatelstvo SO RAN. 237 p. [In Russian].
- [Districts and cities of the Novosibirsk area (natural and economic guide)]. 1996. Gadzhiev I.M. (Ed.). Novosibirsk: Novosibirskoe knizhnoe izdatelstvo. 520 p. [In Russian].
- Engellmann H.D. 1978. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // *Pedobiologia*. No.18. P.378–380.
- Ghazy M.M., Habashy M.M., Kossa F.I. and Mohammady E.Y. 2009. Effects of salinity on survival, growth and reproduction of the water flea, *Daphnia magna* // *Nature and Science*. Vol.7. I.11. P.28–41.
- Gutsevich A.V., Mondchadskii A.S., Shtakelberg A.V. 1970. [Mosquitoes (Culicidae)]. L.: Nauka. 364 p. [In Russian].
- Hahinov V.V., Namsaraev B.B., Abidueva E.Yu., Danilova E.V. 2007. [The Hydrochemistry of extreme water systems with the basics of Hydrobiology]. Schoolbook. Ulan-Ude: Izdatelstvo Buryatskogo gosuniversiteta. 148 p. [In Russian].
- Ivanova M.B. 2005. [The relationship between the number of species in Zooplankton of lakes, total mineralization and pH value] // *Biologia vnutrennih vod*. No.1. P.64–68. [In Russian].
- Khlebovich V.V. 1974. [The critical salinity of biological processes]. Leningrad: Nauka. 236 p. [In Russian].
- Kravtsov V.M., Donukalova R.P. 1999. [The geography of the Novosibirsk area: Schoolbook]. Novosibirsk: INFOLIOpress. 208 p. [In Russian].
- Kuharchuk L.P. 1980. [Blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Siberia]. Novosibirsk: Nauka. 223 p. [In Russian].
- Kuharchuk L.P. 1981. [Ecology of blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Siberia]. Novosibirsk: Nauka. 232 p. [In Russian].
- Maksimov A.A., Ponko V.A., Sytin A.G. 1979. [The Changes wetness phases of Baraba region (characteristics and prediction)]. Novosibirsk: Nauka. 64 p. [In Russian].
- Navarro D.M.A.F., Oliveira De P.E.S., Potting R.P.J., Brito A.C., Fital S.J.F., Goulart Sant'Ana A.E. 2003. The potential attractant or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) // *Journal of Applied Entomology*. Vol.127. No.1. P.46–50.
- Ovchinnikov A.M. 1963. [Mineral water. 2-nd edition]. Moskva: Gosgeoltekhizdat. 374 p. [In Russian].
- Pesenko Yu.A. 1982. [Principles and methods of quantitative analysis in faunistical researches]. Moskva: Nauka. 287 p. [In Russian].
- Ramasamy R., Jude P.J., Veluppillai T., Eswaramohan T., Surendran S.N. 2014. Biological differences between brackish and fresh water-derived *Aedes aegypti* from two locations in the Jaffna peninsula of Sri Lanka and the implications for arboviral disease transmission // *PLoS ONE*. Vol.9. No.8. e104977.
- Reinert J. F. 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera, Culicidae, Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species // *Journal of the American Mosquito Control Association*. Vol.16. I.3. P.175–188.
- Reinert J.F., Harbach R.E., Kitching I.J. 2004. Phylogeny and classification of Aedini (Diptera: Culicidae), based on morphological characters of all life stages // *Zoological Journal of the Linnean Society*. Vol.142. P.289–368.
- Savchenko N.V. 2010. [The differentiation of landscape of the region] // Ravkin Yu.S. (Ed.): Biodiversity of Karasuk-Burla region (Western Siberia). Novosibirsk: Izdatelstvo SO RAN. P.15–45. [In Russian].
- Schie V.C., Spafford H., Carver S., Weinstein P. 2009. Salinity tolerance of *Aedes camptorhynchus* (Diptera: Culicidae) from two regions in southwestern Australia // *Australian Journal of Entomology*. Vol.48. P.293–299.
- Service M.W. 1993. *Mosquito Ecology: Field Sampling Methods*. London, New York: Elsevier Applied Science. 988 p.
- Silberbush A., Blaustein L., Margalith Y. 2005. Influence of salinity concentration on aquatic insect community structure: a mesocosm experiment in the Dead Sea Basin Region // *Hydrobiologia*. Vol.548. No.1. P.1–10.
- Telesh I.V., Khlebovich V.V. 2010. Principal processes within the estuarine salinity gradient: A review // *Marine Pollution Bulletin*. Vol.61. No.4–6. P.149–155.
- Van de Meutter F., Trekels H., Green A., Stoks R. 2010. Is salinity tolerance the key to success for the invasive water bug *Trichocorixa verticalis*? // *Hydrobiologia*. Vol.649. P.231–238.
- Vesnina L.V., Mitrofanova E.Yu., Lisitsyna T.O. 2005. [Plankton of salted lakes of the territory of a closed runoff (the south of East Siberia, Russia)] // *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. No.2. P.221–233. [In Russian].
- Yasyukevich V.V. 1997. [Association of water salinity with blood-sucking mosquito females' oviposition] // *Meditsynskaya parazitologia i parazitarnye bolezni* No.2. P.32–35. [In Russian].
- Yermolaeva N.I., Burmistrova O.S. 2005. [Influents of mineralization on zooplankton of the lake Chany] // *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. No.2. P.235–247. [In Russian].
- Zinchenko T.D., Golovatjuk L.V., Vykhristjuk L.A., Shitikov V.K. 2010. [Diversity and structure of macrozoobenthos communities in the highly mineralized Hara river (near Elton lake)] // *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal*. No.1. P.14–30. [In Russian].

Поступила в редакцию 26.5.2015