



УДК 595.771

**Н. В. Винокурова, А. С. Васильев, Е. А. Калинина
Э. Э. Столь, Н. О. Углицких**

ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ ХИРОНОМИД ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДА

Исследовано состояние сообществ хирономид озера Пеньковского, пруда Исаковского, системы прудов Карасевка и пруда Школьного в Калининграде в весенний сезон 2011 г. Представлены новые данные по видовому составу, численности, биомассе хирономид. Рассчитаны индексы Шеннона, Симпсона, Балдушкиной, Маргалефа для сообществ хирономид; определены доминантные виды. Дана оценка качества воды изученных водоемов в исследованный период на основе видового разнообразия хирономид.

This article investigates the state of chironomid communities in Lake Penkovoe, Pond Isakovsky, Pond Shkolny, and the Karasevka pond system in Kaliningrad in spring 2011. The authors provide new data on the species composition, abundance, and biomass of chironomidae. The Shannon, Simpson, Balushkin, and Margalef indices were calculated for the chironomid communities. The authors identified the dominant species in the communities of chironomids and evaluated the quality of water in the studied water bodies over the period under consideration on the basis of the species diversity of chironomidae.

Ключевые слова: хирономиды, озеро Пеньковое, пруды Исаковский, Школьный, система прудов Карасевка, численность, биомасса, видовое разнообразие.

Key words: chironomidae, Lake Penkovoe, Pond Isakovsky, Karasevka pond system, Pond Shkolny, abundance, biomass, species diversity.

Процессы загрязнения континентальных и тем более городских водоемов в результате хозяйственной деятельности человека ускоряются из года в год, и перспектива изменения ситуации в будущем не находит научных обоснований для оптимизма. Ухудшение качества воды становится одной из наиболее серьезных угроз для состояния водных экосистем и физического здоровья людей. Особенно остро проблема качества воды проявляется в городах, где высока плотность населения, развито промышленное производство и ограничены водные ресурсы. В связи с этим существует необходимость в постоянном получении сигнальной информации о состоянии качества водоемов города. Доказанным и бесспорным фактом является то, что о пригодности воды для жизнедеятельности живых организмов, свидетельствует в первую очередь состояние биоты водоема. Данные о жизнедеятельности гидробионтов позволяют в краткие сроки с минимальными экономическими затратами выстроить систему мероприятий для охраны водной среды города и здоровья населения.

Для биомониторинга водоемов многие исследователи предлагают использовать в качестве биоиндикаторов личинок хирономид [1–3; 6; 8; 9; 20–24]. Достаточно полно все аспекты использования хирономид на организменном, популяционном, экосистемном уровне биомониторинга



рассматривает Т.Д. Зинченко [10]. Нельзя обойти вниманием работы, в которых выявляется взаимосвязь изменчивости цитогенетических структур хирономид и экологического состояния водоемов, в том числе с повышенным уровнем радиоактивных веществ или подвергающихся обработке энтомопатогенными препаратами, содержащими бактерию *Bacillus thuringiensis* [4; 7; 13; 15–17]. Важно и то, что в последние годы отмечается процесс синантропизации хирономид, которых можно встретить в подвалах жилых домов городов [5]. Несмотря на то что эти виды не относятся к кровососущим комарам, существует ряд серьезных причин, по которым хирономиды в городах требуют постоянного наблюдения и даже — при массовом размножении и вылетах — применения дезинсекции. Так, хирономиды могут служить источником аллергии, которая вызывается специфическим белком иммуноглобулином E (Ig E) или наносить экономический ущерб, вызывая коррозию металлических конструкций, в том числе автомобилей [19]. Очевидно, что мониторинговые исследования хирономид в связи с их экологической значимостью и нарастающей синантропизацией особенно необходимы в городах.

В работе представлены данные о состоянии сообществ хирономид нескольких водоемов Калининграда: озера Пеньковского, пруда Исаковского, системы прудов Карасевка, пруда Школьного. Мониторинг фауны хирономид этих водоемов продолжается в течение нескольких лет.

Материал и методы

Материал для данного исследования был получен с помощью стандартных методик сбора [12; 14] с грунтов литоральной зоны озера Пеньковского и прудов Исаковского, Школьного, системы прудов Карасевка в апреле 2011 г. Все исследованные водоемы находятся в черте города и в течение многих лет подвергаются постоянному антропогенному прессингу в виде разнообразных коллекторных стоков, которые в наименьшей степени затрагивают пруд Исаковский [6].

Для исследования была отобрана 41 проба (561 личинка). Фиксацию проб производили спирто-уксусной смесью на местах сборов. Морфологическая и кариологическая идентификация личинок до вида производилась по общепринятым методикам [11; 14]. Для уточнения видовой диагностики в подсемействе Chironominae, которое, как известно, изобилует морфологическими видами-двойниками, использовали кариологический анализ. Сообщества хирономид оценивали по следующим показателям: численность (N, экз./м²), биомасса (B, г/м²), число видов (S), индекс доминирования Палия — Ковнацки (Di). Видовое разнообразие хирономид определяли посредством индексов: Шеннона по численности (H, бит/экз.), видового богатства Маргалёфа (d), доминирования Симпсона (C) [18].

Результаты и обсуждение

В результате оценки качественно-количественных характеристик сообщества хирономид озера Пеньковского было выявлено, что средняя численность и биомасса личинок составляют соответственно 13,8 экз./м² и 0,24 г/м². В данном водоеме за период исследований выявлено 9 видов, от-



носящихся к подсемейству Chironominae (табл. 1, 2). Индекс Маргалефа имеет довольно большое значение, что указывает на высокий уровень видового богатства. Показатель индекса Шеннона (1,77) характеризует водоем как загрязненный, а индекс Балашкиной (5,7) — как умеренно загрязненный. Величина индекса Симпсона (0,27) — наименьшая для исследованных водоемов в этот период года (табл. 2). Это подтверждают расчеты индекса Палия — Ковнацки, значения которых характеризуют достаточную степень видовой выравненности и отсутствие в озере Пеньковом явно выраженных доминирующих видов. Такая же картина в этом озере наблюдалась и в предыдущие годы исследований [6]. В озере Пеньковом был впервые определен *Chironomus agilis*, которого не обнаруживали исследования предыдущих лет. Полученные данные свидетельствуют о том, что фауна хирономид изученного водоема представлена относительно небольшим количеством видов, а это, в свою очередь, может свидетельствовать о неблагоприятном состоянии данной водной экосистемы.

65

Таблица 1

Видовой состав хирономид исследованных водоемов

Вид	Количество идентифицированных особей			
	оз. Пень- ковое	пр. Школь- ный	пр. Исаковский	система пр. Карасевка
Подсемейство <i>Chironominae</i>				
<i>Camptochironomus tentans</i>	50	12	6	—
<i>Chironomus agilis</i>	3	1	—	—
<i>Chironomus plumosus</i>	1	—	—	—
<i>Endochironomus albipennis</i>	—	2	1	—
<i>Endochironomus tendens</i>	7	—	1	—
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	—	—	2	1
<i>Glyptotendipes glaucus</i>	29	99	16	37
<i>Glyptotendipes gripecoveni</i>	9	—	—	—
<i>Glyptotendipes mancurianus</i>	9	—	4	—
<i>Glyptotendipes paripes</i>	2	18	4	114
<i>Parachironomus kuzini</i>	—	—	10	—
<i>Pentapedilum sordens</i>	6	—	—	—
Подсемейство <i>Orthoclaadiinae</i>				
<i>Cricotopus tremulus</i>	—	—	85	2
<i>Cricotopus gr. sylvestris</i>	—	1	10	19
Всего	116	133	139	173

В пруду Школьном было выявлено 6 видов из подсемейств Chironominae, Orthoclaadiinae (табл. 1, 2). Полученные данные по количеству видов и семейств в исследуемом водоеме свидетельствуют о среднем уровне видового богатства по Маргалефу (1,02) (табл. 2). Это может быть обусловлено не только загрязнением водоема, но и его небольшой площадью. Средние показатели численности и биомассы хирономид близки к таковым для озера Пеньковского. Индексы Палия — Ковнацки и Симпсона показали наличие в водоеме ярко выраженной доминанты (*Glyptotendipes glaucus*). По величинам индексов Шеннона (1,30) и Балашкиной (6,45) пруд Школьный может быть определен как умеренно загрязненный и загрязненный соответственно (табл. 2).

Количественные показатели сообществ хирономид
исследованных водоемов

Показатель	Оз. Пеньковое	Пр. Школьный	Пр. Исаковский	Система пр. Карасевка
Количество видов (п)	9	6	10	5
Средняя численность (экз./м ²)	13,8	12,3	48,0	112,9
Биомасса (г/ м ²)	0,24	0,20	0,16	0,62
Индекс видового разнообразия Шеннона (H, бит/экз.)	1,77	1,30	2,02	1,06
Индекс Симпсона (C)	0,27	0,58	0,40	0,49
Индекс Балушкиной (K)	5,70	6,45	0,39	2,71
Индекс видового богатства Маргалефа (d)	1,89	1,02	1,82	0,77

Наибольшее число видов (10) из подсемейств Chironominae и Orthoclaadiinae было идентифицировано в исследуемый период года в пруду Исаковском (табл. 2). Средняя численность личинок хирономид превышала в 3,5–4 раза этот показатель для озера Пенькового и пруда Школьного. Однако средняя биомасса личинок хирономид здесь ниже, чем во всех исследуемых водоемах, что объясняется наличием в пробах большого количества личинок более ранних возрастов с меньшими размерно-весовыми характеристиками. По рассчитанному значению индекса доминирования Палия – Ковнацки можно судить о наличии в сообществе хирономид ярко выраженной доминанты *Cricotopus tremulus* (42,81), а также о двух субдоминантах: *Glyptotendipes glaucus* (6,91) и *Parachironomus kuzini* (2,88). Индекс Шеннона (2,02) указывал на хорошее качество воды. Соотношение индексов Шеннона и Симпсона указывает на наличие в исследуемом сообществе хирономид доминантного вида – *Cricotopus tremulus* (см. табл. 1). Именно этот вид формирует общую численность личинок хирономид в пробах. Значение индекса Маргалефа (1,82) говорит о среднем уровне видового богатства сообщества хирономид пруда Исаковского со смещением к высокому уровню. Показатель индекса Балушкиной (0,39) – очень низкий, что свидетельствует о чистой воде пруда Исаковского на период исследований [9].

В системе прудов Карасевка обнаружено наименьшее число видов (5) из всех изученных водоемов (см. табл. 1, 2), и такая тенденция сохраняется в течение нескольких лет исследований. При этом величины средних показателей численности и биомассы хирономид превосходят таковые в озере Пеньковом, прудах Исаковском и Школьном в 3–8 раз. Очевидно, эти показатели так велики из-за наличия большого количества в сообществе довольно крупных личинок двух видов – *Glyptotendipes glaucus* и *Glyptotendipes paripes*. Кроме того, обращает на себя внимание и то, что *Glyptotendipes paripes*, численность которого в пробах оказалась самой большой из всех представителей сообщества хирономид водоема, является α -мезосапробом. Этот факт свидетельствует о высоком уровне эвтрофикации системы прудов



дов Карасевка. По индексам Шеннона (1,06) и Балушкиной (2,71) вода в системе прудов Карасевка может быть оценена от умеренно-загрязненной до загрязненной (см. табл. 2). Величина индекса Маргалефа соответствует невысокому уровню видового богатства в данном водоеме. Соотношение индексов Шеннона и Симпсона явно указывает на наличие доминантного вида в сообществе. Таковым, бесспорно, можно назвать *Glyptotendipes paripes*, имеющий высокий индекс Палия — Ковнацки.

Заключение

Посредством комплексного морфологического и кариотипического анализа идентифицировали вид 561 личинки и определили 14 видов хирономид, обитавших в исследуемых водоемах в весенний сезон 2011 г. (см. табл. 1).

Анализ значений индексов: видового богатства Маргалефа, доминирования Палия — Ковнацки, видового разнообразия Шеннона и Симпсона, определения качества вод по хирономидам Балушкиной — показал близкие значения для системы прудов Карасевка, пруда Школьного, озера Пенькового. Эти водоемы можно охарактеризовать как умеренно загрязненные и загрязненные, что обусловлено объективными причинами поступления стоков с разнообразными бытовыми и транспортными загрязнениями и сниженным потенциалом самоочищения в исследуемый период 2011 г. Пруд Исаковский (Чистый) по рассчитанным индексам можно уверенно отнести к классу чистых водоемов. Однако при обследовании берегов этого пруда был отмечен единичный сток, что является потенциальным фактором риска для экологического состояния водоема.

В целом в результате проведенных исследований сообществ хирономид четырех водоемов Калининграда следует заключить, что для объективной оценки их состояния, конечно же, необходимо использование всего комплекса индексов, по которым нужно оценивать сообщество хирономид. Проведенное исследование еще раз доказывает, что даже в случае использования для биомониторинга одного из сообществ необходима комплексная его оценка, которая позволит получить достоверную информацию о состоянии водоема. Только такая оценка может претендовать на информативную точность и значимость. Безусловно, полученные данные можно интерпретировать только в контексте ежегодных мониторинговых исследований водоемов. Надо учесть и то, что получение точных значений индексов невозможно без верификации морфологического определения вида хирономид в подсемействе Chironominae кариотипическим критерием.

Список литературы

1. Баканов А.И., Гапеева М.В., Гребенюк Л.П. и др. Оценка качества донных отложений Верхней Волги в пределах Ярославской области // Биол. внутр. вод. 2000. №4. С. 163–174.
2. Балушкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л., 1987.
3. Балушкина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры: влияние гидрофизических и гидрохимических параметров воды // Биология внутренних вод. 2003. №1. С. 74–80.



4. *Белянина С.И.* Хромосомные и геномные мутации у *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera, Chironomidae) из Новозыбковского района Брянской области // Генетика. 2012. Т. 48, №4. С. 495.

5. *Виноградова Е.Б., Петрова Н.А.* Первое обнаружение синантропной популяции *Chironomus riparius* Meigen, 1804 (Diptera, Chironomidae) в подвалах жилых домов Санкт-Петербурга и ее некоторые биологические и кариологические особенности // Энтомологическое обозрение. 2004. Т. 83, №2. С. 334–348.

6. *Винокурова Н.В., Червоткина Т.А.* Новые данные по фауне хирономид (Diptera: Chironomidae) водоемов Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып. 7. С. 103–112.

7. *Голыгина В.В., Кикнадзе И.И., Бурлак В.А.* Ответ инверсионно-полиморфной популяции *Chironomus plumosus* и *Chironomus balatonicus* на инфицирование энтомопатогенной бактерией *Bacillus thuringiensis israelensis* // Сибирский экологический журнал. 2000. №4. С. 523–528.

8. *Hiroenoja M., Michailova P.* *Chironomus melanotus* Keyl and its taxonomical and ecological relations to *C. riihimakiensis* Wülker (Diptera, Chironomidae) // Spixiana. 1991. Vol. 14 (3). P. 309–320.

9. *Johnson R.K., Wiederholm T., Rosenberg D.M.* Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macro-invertebrates // Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates / eds D.M. Rosenberg, V.H. Resh. N.Y., 1993. P. 40–158.

10. *Зинченко Т.Д.* Биоиндикация как поиск информативных компонентов водных экосистем (на примере хирономид – Diptera, Chironomidae) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2005. Вып. 3. С. 338–359.

11. *Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini.* Атлас / И.И. Кикнадзе [и др.]. Новосибирск, 1991.

12. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / под ред. Г. Г. Винберга, Г. М. Лаврентьева.* Л., 1984.

13. *Michailova P., Petrova N., Bovero S. et al.* Effect of environmental pollution on the chromosomal variability of *Chironomus riparius* Meigen 1804 (Diptera, Chironomidae) larvae from two piedmont stations // Genetica. 2000. Vol. 108, №2. P. 171–180.

14. *Панкратова В.Я.* Личинки и куколки комаров подсемейства Chironomidae фауны СССР // Diptera, Chironomidae = Tendipedidae. Л., 1983.

15. *Петрова Н.А.* Хромосомные перестройки трех видов хирономид из зоны Чернобыля (Diptera, Chironomidae) // Генетика. 1991. Т. 27, №5. С. 836–848.

16. *Petrova N.A., Michailova P., Ilkova J.* Comparative cytogenetic variation of the salivary gland polytene chromosomes in *Chironomus riparius* Mg., 1804 (Diptera, Chironomidae) from two polluted biotopes of Bulgaria and Russia // Russian Journal of Genetics. 2004. Vol. 40, №1. С. 40–48.

17. *Провиз В.И., Базова Н.В.* Кариотип *Glyptotendipes Glaucus* (Diptera, Chironomidae) из озера Котокельское (Прибайкалье) // Зоологический журнал. 2012. Т. 91, №2. С. 247–251.

18. *Одум Ю.* Экология : в 2 т. / пер. с англ. Т. 2. М., 1986.

19. *Рославцева С.А.* Новый объект медицинской дезинсекции – некровососущие комары-звонцы (хирономиды) // Вопросы прикладной энтомологии. 2008. №3. С. 46–52.

20. *Сергеева И.В., Аникина М.А.* Личинки хирономид *Procladius* (Diptera, Chironomidae) как биоиндикаторы загрязнения реки Волги у Саратова и ее притоков с большой антропогенной нагрузкой // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2009. №4. С. 26–28.



21. *Сергеева И.В., Сергеева Е.С., Меценко И.А.* Комплексный подход к определению экологического и санитарно-гигиенического состояния водных биоресурсов Саратовской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2012. №1. С. 54–58.

22. *Thorat L., Bimalendu N.* Trends in Chironomid Research // Chironomus Newsletter on Chironomidae Research. 2010. №23. P. 34–35.

23. *Warwick W.F.* Morphological deformities in larvae of *Procladius* Scuse (Diptera: Chironomidae) and their biomonitoring potential // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1989. Vol. 46. P. 1255–1271.

24. *Wiederholm T.* Chironomids as indicators of water quality in Swedish lakes // Naturvardsverkets Limnologiska Undersokningar. 1976. Vol. 10. P. 1–17.

Об авторах

69

Наталья Владимировна Винокурова — канд. биол. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru

Александр Сергеевич Васильев — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru

Евгения Анатольевна Калинина — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: jane_1302@mail.ru

Эдгар Эдуардович Столь — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: ed-wizard@live.ru

Наталья Олеговна Углицких — студ., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru

About the authors

Dr Natalya Vinokurova, Ass. Prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru

Alexander Vasilyev, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru

Yevgeniya Kalinina, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: jane_1302@mail.ru

Edgar Stol, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: ed-wizard@live.ru

Natalya Uglitskikh, student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: NVinokurova@kantiana.ru