

УДК [594.1:591.543.1](282.247.413.5)

ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНО ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ВЕЛИГЕРОВ ДРЕЙССЕН (*BIVALVIA*, *DREISSENIDAE*) В ПЛАНКТОНЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е. А. Соколова

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
Россия, 1525742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: sokol@ibiw.yaroslavl.ru*

Поступила в редакцию 18.05.14 г.

Влияние anomalously high температуры на численность велигеров дрейссен (*Bivalvia*, *Dreissenidae*) в планктоне Рыбинского водохранилища. – Соколова Е. А. – Определяли численность велигеров дрейссен в планктоне Рыбинского водохранилища в годы с различными температурными условиями. Показано, что при anomalously высокой температуре воды в 2010 г. и при температурах выше средних в 2011 г. на фоне увеличения видового богатства и обилия зоопланктона мы наблюдали существенное уменьшение велигеров дрейссен и их доли в общей численности зоопланктона. Причем снижение было более значительным в 2010 г.

Ключевые слова: велигеры дрейссен, численность, зоопланктон, Рыбинское водохранилище, anomalously высокая температура.

Effect of anomalously high temperatures on the abundance of dreissenid veligers (*Bivalvia*, *Dreissenidae*) in plankton of the Rybinsk reservoir. – Sokolova E. A. – The abundance of dreissenid veligers in the plankton of the Rybinsk reservoir was estimated during several years with different temperature conditions. The abundance of dreissenid veligers and their fraction in the total zooplankton abundance decreased significantly at an extremely high water temperature in 2010 and at temperatures higher than the average one in 2011, when the species richness and abundance of zooplankton increased. The decrease in the dreissenid veligers abundance was most significant in 2010.

Key words: dreissenid veligers, abundance, zooplankton, Rybinsk reservoir, anomalously high temperature.

ВВЕДЕНИЕ

Dreissena polymorpha Pallas, 1771 – широко распространенный и один из наиболее изученных гидробионтов внутренних водоёмов. Впервые упоминание о единичных находках *D. polymorpha* в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища появилось в работе Н. К. Дексбаха (1935). К 1961 г. она расселилась по Волжскому и Главному плёсам (Митропольский, 1963), а в 1968 г. заняла весь водоём (Рыбинское водохранилище, 1972). С 1997 г. в Рыбинском водохранилище зарегистрирована *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897 (Orlova et al., 2000). Дрейссены играют важную средообразующую роль в водных экосистемах, как фильтраторы участвуют в самоочищении водоёмов, служат пищей для многих рыб-бентофагов.

В заселении дрейссеной огромных пространств способствует планктонная личинка – велигер, которая быстро распространяется в толще воды благодаря тече-

ниям и активным движениям. Расселению содействует непрерывное развитие дрейссены в течение вегетационного периода и огромная численность велигеров, достигающая в отдельные годы сотен тысяч экз./м³. В период массового отрождения велигеры временно становятся одним из основных компонентов планктона (Кирпиченко, 1961, 1963; Столбунова, 2008; Лазарева и др., 2013).

В последние годы в связи с потеплением климата наблюдаются существенные изменения в экосистемах озер и водохранилищ. В условиях аномально жаркого лета 2010 г. зарегистрированы максимальные величины бактериальной продукции (Копылов и др., 2012) и концентрации хлорофилла, увеличение уровня цветения воды синезелёными водорослями (Корнева и др., 2012), повышение видового богатства и обилия зоопланктона (Соколова, 2012).

Цель работы – оценить влияние аномально высокой температуры на численность велигеров дрейссены в планктоне Рыбинского водохранилища.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной работы послужили пробы зоопланктона, собранные на 6 стандартных станциях Рыбинского водохранилища (рис. 1) 2 раза в месяц с мая по октябрь 2009 – 2011 гг. Описание станций приведено ранее (Лазарева и др., 2001). Пробы отбирали с помощью планктоботометра Дьяченко – Кожевникова объемом 10 л по горизонтам через каждые 2 м от поверхности до дна с последующим процеживанием через газ № 76. На одной станции пробы со всех горизонтов объединяли. Для сравнительного анализа были выбраны три года: 2009 г. – с температурами, близкими к средним многолетним за вегетационный период, 2010 г. – с аномально высокими температурами, 2011 г. – с температурами выше средних. В 2009 г. температура поверхностного слоя воды в июле – августе составляла 20.5 – 21.9, в 2010 г. – 25.6 – 27.9, в 2011 г. – 21.0 – 24.2°C, прозрачность – 133.0±4.1, 118.7±4.7, 97.8±3.7 см соответственно.

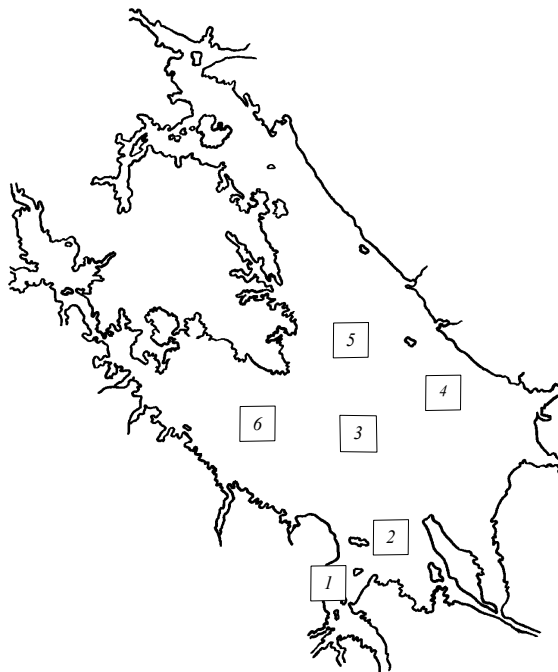


Рис. 1. Карта-схема расположения стандартных гидробиологических станций в Рыбинском водохранилище: 1 – Коприно, 2 – Молога, 3 – Наволоки, 4 – Измайлово, 5 – Средний Двор, 6 – Брейтово

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Личинки дрейссены появляются в планктоне при температуре воды 12 – 17°C (Дрейссена..., 1994). В Куйбышевском и Учинском водохранилищах велигеры появлялись в июне, а в сентябре – при температуре воды ниже 12 – 15°C дрейссена заканчивала размножение. Низкая температура значительно замедляет процесс развития личинок. Сроки ежегодного появления первых велигеров в Куйбышевском водохранилище колеблются в пределах трех недель (Качанова, 1961; Кирпиченко, 1964). Благодаря свойству ранних стадий развития дрейссены прекращать рост при возникновении неблагоприятных условий и продолжать его при улучшении условий среды, этот моллюск способен расширять свой ареал на север (Кирпиченко, 1961). В большинстве южных водоёмов (Качанова, 1961; Кирпиченко, 1964; Шевцова, 1968) и в заливах Балтийского моря (Семенова, 2008) наблюдаются два, в оз. Плещеево – один (Столбунова, 2008) пик численности велигеров.

В Рыбинском водохранилище в 2009 – 2011 гг. велигеры появлялись в планктоне во второй половине июня при температуре воды от 15.8 до 19.6°C в количестве от 0.01 до 4.13 тыс. экз./м³ (табл. 1).

Таблица 1

Температура воды (*T*) и численность велигеров дрейссен (тыс. экз./м³)
в Рыбинском водохранилище в 2009 – 2011 гг.

Дата	<i>T</i> , °C	Станция						Среднее
		1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2009								
1.06	14.9–16.8	0	0	0	0	0	0	0
22.06	17.6–19.6	0.64	4.13	0.02	0.03	0.02	0.01	0.81±0.67
9.07	15.5–18.2	3.34	4.25	1.13	–	0.40	0.51	1.93±0.79
22.07	20.5–21.7	3.62	34.13	220.5	117.75	29.51	88.31	82.30±32.50
4.08	21.5–21.9	3.72	61.73	8.63	26.10	14.00	6.65	20.14±8.92
19.08	18.9–19.2	0.66	6.52	4.90	4.35	3.60	4.72	4.12±0.80
2.09	17.3–17.9	0.60	3.75	2.68	5.44	2.86	5.00	3.39±0.72
28.09	12.8–13.8	0.17	2.57	1.65	4.20	6.67	2.54	2.97±0.92
19.10	6.3–8.6	0.12	0.03	0.55	0.88	0.18	0.77	0.42±0.15
2010								
4.05	2.7–9.0	0	0	0	0	0	0	0
15.06	15.8–17.8	1.32	0.23	0.04	0	0	0	0.26±0.21
28.06	19.2–21.2	3.32	12.38	0.42	0.68	10.50	4.00	5.21±2.06
14.07	26.7–27.9	2.40	0.75	1.95	1.78	0.53	21.56	4.83±3.36
10.08	25.6–26.4	0	3.36	0.48	0.23	0.14	0.17	0.73±0.53
24.08	18.0–19.8	0.43	1.50	0.05	0.90	0.01	0.11	0.50±0.24
7.09	12.7–15.5	0.03	0.09	1.65	0.04	0.20	0.06	0.34±0.26
5.10	9.5–10.3	0.05	0.17	0.30	0.10	0.04	0.17	0.14±0.04
19.10	4.8–6.5	0.10	0.11	0.18	0.03	0.10	–	0.10±0.02

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2011								
18.05	7.1–12.4	0	0	0	0	0	0	0
7.06	15.8–15.5	0	0	0	0	0	0	0
21.06	16.8–18.5	1.16	0.76	0.12	0	0	0	0.34±0.20
5.07	21.5–24.1	33.01	6.43	7.20	1.65	4.73	1.93	9.16±4.86
19.07	23.7–24.2	3.52	0.69	4.68	25.26	44.26	0.21	13.10±7.31
4.08	21.0–22.1	10.07	2.07	7.92	0.79	1.63	63.02	15.14±9.67
17.08	20.3–21.8	14.36	1.37	1.75	4.95	10.93	2.80	6.03±2.20
5.09	16.6–18.5	3.19	5.25	2.70	8.33	6.00	5.92	5.23±0.84
19.09	13.8–14.6	1.30	0.30	0.98	1.30	1.20	0.75	0.97±0.16

Примечание. 1 – Коприно, 2 – Молога, 3 – Наволок, 4 – Измайлово, 5 – Средний Двор, 6 – Брейтово; прочерк – отсутствие данных.

В дальнейшем, по мере прогревания воды, численность личинок возрастала и в 2009 и 2011 гг. достигала максимума в конце июля или в начале августа: в 2009 г. пик численности составлял 82.3 тыс. экз./м³, в 2011 г. был значительно ниже – 15.1 тыс. экз./м³. В 2010 г. (см. табл. 1) наибольшее количество велигеров, 5.2 тыс. экз./м³, зарегистрировали в конце июня. При аномально высокой температуре воды в августе 2010 г. численность личинок снизилась до 0.7 тыс. экз./м³ и оставалась низкой до конца вегетационного сезона. В октябре 2009 и 2010 гг. при температуре воды 4.8 – 8.6°C

велигеры встречались на всех станциях Рыбинского водохранилища в количестве от 0.03 до 0.9 тыс. экз./м³. По данным В. И. Лазаревой и С. М. Ждановой (2008), в 2008 г. единично велигеры были обнаружены в феврале при температуре 0.3°C. Для сравнения, в 2005 – 2008 гг. пик численности велигеров в пелагиали Рыбинского водохранилища регистрировали в июле (рис. 2) точно так же, как и в Ивановском и Угличском водохранилищах (Столбунова, 2008).

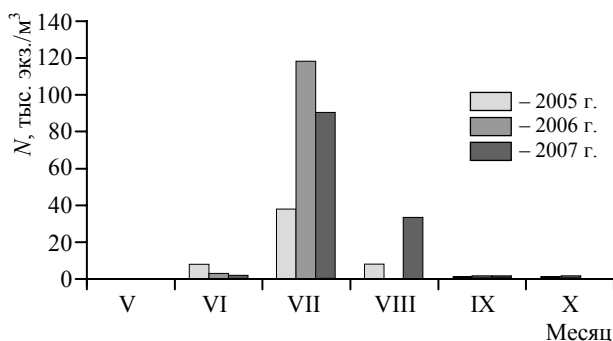


Рис. 2. Сезонная динамика численности (N) велигеров дрейссен в Рыбинском водохранилище в 2005 – 2007 гг.

Таким образом, календарные сроки появления первых велигеров могут колебаться. В течение всего вегетационного периода в планктоне присутствовали парящие и оседающие велигеры размером 100 – 300 мкм. Одновременное существование различных стадий развития дрейссены свидетельствует о непрерывном ее размножении и создает большие преимущества в заселении новых пространств (Кирпиченко, 1961).

Динамика численности велигеров определяется гидрометеорологическими условиями среды, которые в одно и то же время отличаются в различных участках водохранилища.

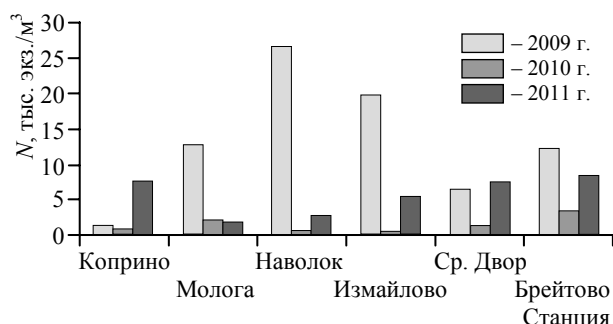


Рис. 3. Численность (N) велигеров дрейссен на разных станциях Рыбинского водохранилища в 2009 – 2011 гг.

90-е гг. – от 5.4 до 21 тыс. экз./м³ (Соколова, 2008), в 2005 – 2009 гг. – от 10.8 до 34.4 тыс. экз./м³, а в 2010 и 2011 гг. существенно уменьшилась (рис. 4). Максимальная численность велигеров, достигающая в отдельные годы 220 – 400 тыс.

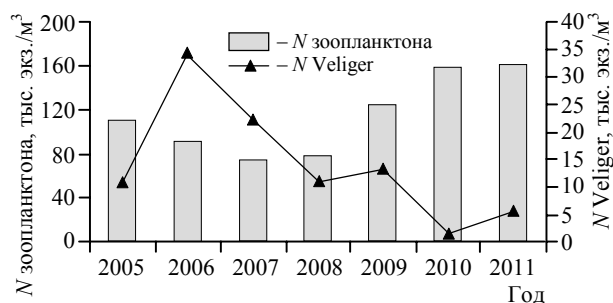


Рис. 4. Динамика общей численности (N) зоопланктона и численности велигеров в 2005 – 2011 гг.

30 – 70% от его численности, а в период массового отрождения превышали количество зоопланктона в 2 – 3, а иногда в 5 раз.

По стандартным станциям велигеры распределены неравномерно (рис. 3). Но каких-то закономерностей выявить не удалось: в разные годы максимум численности регистрировали на различных станциях.

В 60-е гг. прошлого века средняя за вегетационный сезон численность велигеров варьировала от 5 до 10 тыс. экз./м³ воды, в 90-е гг. – от 5.4 до 21 тыс. экз./м³ (Соколова, 2008), в 2005 – 2009 гг. – от 10.8 до 34.4 тыс. экз./м³, а в 2010 и 2011 гг. существенно уменьшилась (рис. 4). Максимальная численность велигеров, достигающая в отдельные годы 220 – 400 тыс. экз./м³, в 2010 г. была на порядок, а в 2011 г. – в 3.5 раза меньше, чем в 2009 г. (табл. 2).

В среднем за вегетационный период 2010 и 2011 гг. доля велигеров в общей численности зоопланктона значительно снизилась, тогда как в предыдущие годы велигеры были одним из основных компонентов планктона, составляя

Таблица 2

Количественные показатели развития велигеров дрейссен в Рыбинском водохранилище

Показатели	2005 ($n = 30$)	2006 ($n = 42$)	2007 ($n = 60$)	2008 ($n = 42$)	2009 ($n = 53$)	2010 ($n = 53$)	2011 ($n = 54$)
Средняя численность, тыс. экз./м ³	10.8±3.5	34.4±13.7	22.3±7.1	11.0±3.5	13.1±5.0	1.4±0.5	5.6±1.6
Максимальная численность, тыс. экз./м ³	78.6	396.7	310.8	106.5	220.5	21.6	63.0
Средняя доля в общей численности зоопланктона, %	11.9±2.6	76.4±31.2	41.4±11.4	30.5±11.8	7.1±1.1	1.9±0.7	5.3±1.6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при аномально высокой температуре воды в 2010 г. и при температурах выше средних в 2011 г. на фоне увеличения видового богатства и обилия зоопланктона наблюдалось значительное уменьшение количества велигеров дрейссен и их доли в общей численности зоопланктона. Наиболее значительное снижение зарегистрировано в аномально жаркий 2010 г., что связано, прежде всего, с существенным снижением численности взрослых дрейссенид, которое наблюдается в последние годы (Перова, 2013; Пряничникова, 2013). Одной из возможных причин этого является уменьшение содержания кислорода в гипolimнии: заметный дефицит кислорода у дна регистрируется, начиная с июля 2010 г. (Лазарева и др., 2013, 2014). Вполне вероятно отрицательное воздействие высокой температуры на личинок, температурный оптимум развития которых нам не известен. Кроме того, вследствие увеличения обилия зоопланктона могло возрасти выедание велигеров беспозвоночными хищниками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дексбах Н. К. Распространение *Dreissena polymorpha* Pallas (Mollusca) в европейской части СССР и факторы, обуславливающие ее распространение // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1935. Т. 44, вып. 4. С. 56 – 58.

Дрейссена *Dreissena polymorpha* (Pallas) (Bivalvia, Dreissenidae). Систематика, экология, практическое значение. М. : Наука, 1994. 240 с.

Качанова А. А. Некоторые данные о размножении *Dreissena polymorpha* Pallas в Учинском водохранилище // Тр. Всесоюз. Гидробиол. о-ва. 1961. Т. XI. С. 117 – 121.

Кирпиченко М. Я. Изучение биологии моллюска *Dreissena polymorpha* (Pall.) в Куйбышевском водохранилище // Тр. зонального совещания по типологии и биологическому освоению рыбохозяйственного использования внутренних (пресноводных) водоемов южной зоны СССР. Кишинев : Штиинца, 1961. С. 139 – 143.

Кирпиченко М. Я. Особенности расселения дрейссены в условиях зарегулированной реки // Тр. Ин-та биологии внутренних вод. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1963. Вып. 6 (9). С. 153 – 158.

Кирпиченко М. Я. Фенология, динамика численности и рост личинок дрейссены в Куйбышевском водохранилище // Тр. Ин-та биологии внутренних вод. Л. : Наука. Ленингр. отделение, 1964. Вып. 7 (10). С. 19 – 30.

Копылов А. И., Масленникова Т. С., Микрякова И. С. Первичная продукция фитопланктона и продукция бактериопланктона в Рыбинском водохранилище в современный период // Бассейн Волги в XXI веке : структура и функционирование экосистем водохранилищ : материалы докл. Всерос. конф. Ижевск : Издатель Пермьяков С. А., 2012. С. 129 – 132.

Корнева Л. Г., Соловьева В. В., Русских Я. В., Чернова Е. Н. Состояние фитопланктона и содержание цианотоксинов в Рыбинском, Горьковском и Чебоксарском водохранилищах в период аномально жаркого лета 2010 г. // Бассейн Волги в XXI веке : структура и функционирование экосистем водохранилищ : материалы докл. Всерос. конф. Ижевск : Издатель Пермьяков С. А., 2012. С. 138 – 141.

Лазарева В. И., Жданова С. М. Велигеры дрейссен в планктоне Рыбинского водохранилища: распределение и значение в сообществе // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докладов I Междунар. shk.-конф. Ярославль : Ярославский печатный двор, 2008. С. 86 – 89.

Лазарева В. И., Лебедева И. М., Овчинникова Н. К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // Биол. внутренних вод. 2001. № 4. С. 62 – 73.

Лазарева В. И., Копылов А. И., Соколова Е. А., Пряничникова Е. Г. Велигеры дрейссенид в трофической сети планктона водохранилищ Волги // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докл. II Междунар. shk.-конф. Ярославль : Канцлер, 2013. С. 18 – 35.

Лазарева В. И., Соколова Е. А., Столбунова В. Н. Велигеры дрейссенид в зоопланктоне водохранилищ Верхней Волги // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. Т. 23, № 2. С. 40 – 49.

Митропольский В. И. К распределению бентоса Рыбинского водохранилища // Материалы по биологии и гидрологии Волжских водохранилищ. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 68 – 75.

Перова С. Н. Дрейссениды в составе макрозообентоса устьевой области притоков Рыбинского водохранилища // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докл. II Междунар. shk.-конф. Ярославль : Канцлер, 2013. С. 87 – 90.

Пряничникова Е. Г. Многолетний анализ структуры поселений двух видов дрейссенид (Mollusca, Dreissenidae) в Рыбинском водохранилище // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докл. II Междунар. shk.-конф. Ярославль : Канцлер, 2013. С. 91 – 94.

Рыбинское водохранилище и его жизнь / под ред. Б. С. Кузина. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. 364 с.

Семенова А. С. Личинки *Dreissena polymorpha* (Pallas) в планктоне Куршского залива Балтийского моря // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докладов I Междунар. shk.-конф. Ярославль : Ярославский печатный двор, 2008. С. 124 – 128.

Соколова Е. А. Сезонная и многолетняя динамика численности велигеров дрейссены в Рыбинском водохранилище // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докладов I Междунар. shk.-конф. Ярославль : Ярославский печатный двор, 2008. С. 136 – 139.

Соколова Е. А. Влияние аномально высокой температуры на зоопланктон Рыбинского водохранилища // Бассейн Волги в XXI веке : структура и функционирование экосистем водохранилищ : материалы докл. Всерос. конф. Ижевск : Издатель Пермиков С. А., 2012. С. 274 – 276.

Столбунова В. Н. Личинки дрейссены как компонент зоопланктона водоемов бассейна Верхней Волги // Дрейссениды : эволюция, систематика, экология : лекции и материалы докл. I Междунар. shk.-конф. Ярославль : Ярославский печатный двор, 2008. С. 142 – 146.

Шевцова Л. В. Изучение роста дрейссены в канале Днепр – Кривой Рог // Моллюски и их роль в экосистемах : совещ. по изучению моллюсков. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. С. 77 – 78.

Orlova M. I., Starobogatov Ya. J., Biochino G. I. *Dreissena bugensis* Andr. range expansion in the Volga River and in the Northern Caspian Sea : further invasion perspectives for the Baltic Sea region // ASLO' 2000 Meeting. Book of Abstracts. Copenhagen, 2000. P. 21 – 29.