

УДК 582.26:581.(4+5)+582.261/296+582.26+581.9

**К МОРФОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ  
*THALASSIOSIRA WEISSFLOGII* (BACILLARIOPHYTA)**

**С.И. Генкал, М.С. Куликовский**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, Борок  
E-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru*

Поступила в редакцию 16.02.09 г.

**К морфологии, экологии и распространению *Thalassiosira weissflogii* (Bacillariophyta).** – Генкал С.И., Куликовский М.С. – Изучение новых материалов по *Thalassiosira weissflogii* выявило более широкую морфологическую изменчивость диагностических признаков и позволило уточнить строение и расположение ряда структурных элементов створки, а также некоторые экологические особенности и распространение вида.

*Ключевые слова:* фитопланктон, Bacillariophyta, *Thalassiosira weissflogii*, морфология, экология, распространение.

**On the morphology, ecology and distribution of *Thalassiosira weissflogii* (Bacillariophyta).** – Genkal S.I. and Kulikovskiy M.S. – New material on *Thalassiosira weissflogii* is analyzed. It shows wider morphological variability of diagnostic features and allows the structure and location of some structural elements of the valve as well as some ecological peculiarities and distribution of the species to be defined more accurately.

*Key words:* phytoplankton, Bacillariophyta, *Thalassiosira weissflogii*, morphology, ecology, distribution.

**ВВЕДЕНИЕ**

Обобщенные данные по морфологии, экологии и распространению *Thalassiosira weissflogii* в водоемах бывшего СССР представлены в монографии по роду *Thalassiosira* Cl. (Макарова, 1988). Согласно мнению автора этой работы *T. weissflogii* относится к пресноводно-солонатоводным широкобореальным и нотальным видам и в России зафиксирован только в Каспийском море, Ивановском водохранилище и соленых озерах Старой Руссы. Позднее *T. weissflogii* была обнаружена и в других волжских водохранилищах (Генкал, 1992; Корнева, Генкал, 2000). Согласно данным этих исследователей диаметр створки у *T. weissflogii* варьирует от 13 до 25 мкм, число краевых выростов – от 12 до 16 в 10 мкм, центральных выростов, расположенных в кольце правильной или неправильной формы или группой, – 4 – 7. В определителе К. Krammer, Н. Lange-Bertalot (1991) приводятся несколько отличающиеся диапазоны изменчивости этих признаков: диаметр створки от 4 до 32 мкм, число краевых выростов 10 – 13 в 10 мкм, число центральных выростов 2 – 15.

Цель исследования – на основе изучения новых материалов оценить изменчивость морфологических признаков у *T. weissflogii*, расширить представления по экологии и распространению на основе оригинальных и литературных данных.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для наших исследований послужили пробы фитопланктона из Придунайского района Черного моря (Украина; 2005 и 2007 гг.), Невской губы (1996 – 2001 гг.), Ладожского озера (2001 – 2003 гг.) и Эри (США; 2005 г.), Цимлянского водохранилища (2006 – 2007 гг.), р. Свислочь (Беларусь; 2006 – 2007 гг.). Освобождение клеток от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа (JSM-25S).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованных выборках диаметр створки варьировал от 10 до 30 мкм, что совпадает с литературными данными (таблица).

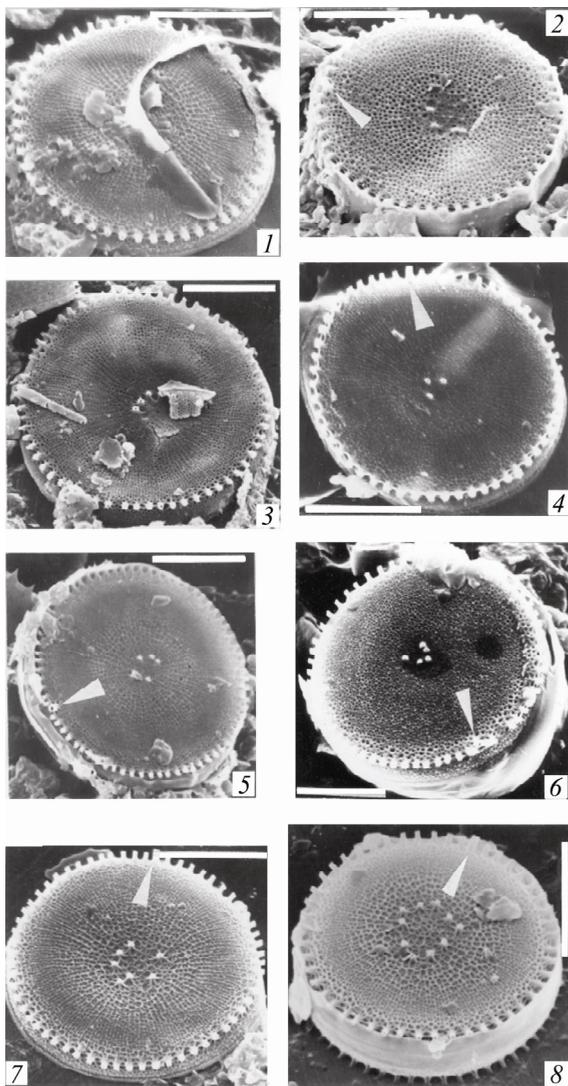
Изменчивость морфологических признаков у *Thalassiosira weissflogii*  
по литературным и нашим данным

Диаметр створки, мкм	Краевые выросты, 10 мкм	Центральные выросты	Источник, водоем
5–15 (15–21)	10–13	В кольце	Grunow in Van Heurck, 1880 – 1885
15–23	10–13	Разбросаны	Hustedt, 1926
17–19	16	В кольце	Определитель ..., 1951
20–32	10–11	5–6, в кольце	Manguin, 1952
12–27	12	7–18, в кольце	Hasle, 1962
–	–	9–11(2–28), в кольце	Fryxell, Hasle, 1977
18–22	9–12	4–9, в кольце	Kiss et al., 1984
13–25	12–14	В кольце или группой	Макарова, 1988
4–32	10–13	2–15	Krammer, Lange-Bertalot, 1991
15–18	12–16	4–7, в кольце	Генкал, 1992
13.5–19.5	10–14	4–11, в кольце	Генкал, Козыренко, 1992
11–22	–	–	Intercalibration ..., 1996
14–22	9–11	4	Rott et al., 2001
4–32	12–13	(2) 4–12 (28)	Tuji, Houki, 2001
5–35	–	–	Kobayasi et al., 2007
18–26	10–14	5–6	Tanaka, Nagumo, 2007
17.3–18.2	13–14	–	Генкал, Куликовский, 2008
12.7–30	8–12	3–10, в кольце или группой	Придунайский р-н Черного моря*
10–22	10–14	6–10, в кольце	Ладожское оз. с притоками*
17–24.4	13–14	4–8, в кольце или группой	Невская губа*
18.9–27.8	9–11	(1?) 3–10, в кольце или группой	Свислочь (Беларусь)*
23.3–26.6	8–12	4–9, в кольце или группой	Цимлянское водохранилище*
21.4–26.6	9–10	3–4, группой	Озеро Эри (Канада, США)*

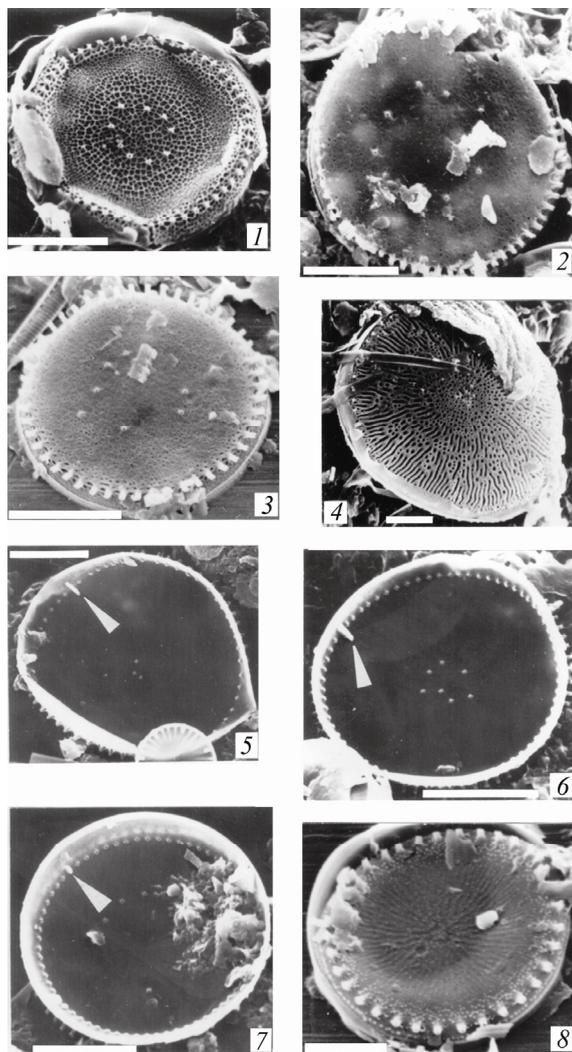
Примечание. \* – наши данные.

Вместе с тем следует отметить, что в большинстве случаев по нашим и литературным данным минимальный диаметр створки находится в пределах 10 – 23.3 мкм (см. таблицу) и лишь в работах некоторых исследователей (Heurck, 1880 – 1885; Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Tuji, Houki, 2001) указывается 4 – 5 мкм. При этом исследователи ссылаются на первоописание вида (Heurck, 1880 – 1885). Однако G.A. Fryxell и G.R. Hasle (1977) выразили сомнение в указанном для *T. weissflogii* размахе диаметра створки (5 – 15 мкм), поскольку по данным этих иссле-

дователей изучение типовых слайдов показало другой диапазон изменчивости этого признака – 15 – 21 мкм, и многочисленные литературные и наши данные изучения этого вида из водоемов разного типа и географического положения подтверждают эти сомнения. С учетом вышеизложенного мы считаем, что на сегодняшний день минимальным размером створки следует считать 10 мкм. В Придунайском районе Черного моря мы обнаружили инициальную створку, которая, вероятнее всего, относится к *T. weissflogii*. Ее диаметр составляет 53 мкм (рис. 2, 4), что свидетельствует о значительно большем диапазоне изменчивости диаметра створки в природных популяциях (10 – 53 мкм, отношение  $D_{max}/D_{min}$  составляет 5.3), чем было известно до сих пор (см. таблицу). Это вполне соответствует литературным данным по изменчивости этого признака у крупноклеточных центрических диатомовых водорослей, например: *Cyclotella meneghiniana* Kützing (5 – 43 мкм, отношение 8.6); *C. striata* (Kützing) Grunow (10 – 50 мкм, отношение 5.0); *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (4.5 – 35 мкм, отношение 7.7); *Stephanodiscus niagarae* Ehrenberg (25 – 135 мкм, отношение 5.4); *S. hantzschii* Grunow (5 – 30 мкм, отношение 6.0); *Thalassiosira baltica* (Grunow) Ostenfeld (20 – 120 мкм, отношение 6.0) (Krammer, Lange-Bertalot, 1991).



**Рис. 1.** Электронные микрофотографии створок *Thalassiosira weissflogii* (СЭМ): 1 – 8 – вариации расположения ареол, центральных, краевых и двугубого выростов с наружной поверхности створки (стрелкой указаны двугубые выросты): 1, 4, 7 – р. Свислочь; 2, 6, 8 – Придунайский район Черного моря; 3, 5 – Цимлянское водохранилище. Масштаб, мкм: 1 – 8 – 10



**Рис. 2.** Электронные микрофотографии створок *Thalassiosira weissflogii* (1 – 7) и *T. guillardii* (8) (СЭМ): 1 – 3 – вариации расположения ареол и центральных выростов с опорами с наружной поверхности; 4 – инициальная створка с наружной поверхности; 5 – 7 – вариации расположения центральных выростов с опорами и размеров внутренней части двугубого выроста (указано стрелкой); 8 – створка с наружной поверхности. 1, 3 – 6, 8 – Придунайский район Черного моря; 2, 7 – Цимлянское водохранилище. Масштаб, мкм: 1 – 7 – 10; 8 – 5

По литературным данным структура лицевой части створки состоит из радиальных ребер или мелкой сетки в виде перекрестного жилкования (Макарова, 1988) и фотографии именно таких створок приводятся в работах исследователей (см. таблицу). В нашем материале в большинстве случаев встречались створки именно с такой структурой лицевой части (рис. 1, 2, 1). В некоторых популяциях мы зафиксировали створки с иной структурой лицевой части: беспорядочно разбросанные мелкие ареолы без выраженных ребер и сетки (рис. 2, 2, 3).

В исследованных выборках центральные выросты с опорами на створке располагались в центре кольцом или группой (рис. 1; 2, 1, 5, 6), что соответствует литературным данным, однако иногда кольцо этих выростов находилось на большем расстоянии от центра – до  $1/2$  радиуса створки (рис. 2, 2, 3, 7). G.A. Fryxell и G.R. Hasle (1977, fig. 8) привели фотографию *T. weissflogii* с кольцом выростов в центре створки и одним выростом, расположенным у края створки. Число центральных выростов в нашем материале изменялось от 1(?) до 10, что также совпадает с данными других исследователей (см. таблицу). Число опор у центральных выростов обычно равно 4 (Kobayashi et al., 2007), однако иногда встречаются выросты с 3-мя опорами (Tujii, Houki, 2001).

В нашем материале число краевых выростов в 10 мкм варьировало от 8 до 14, т.е. нижнее значение этого признака меньше, чем приводится в литературных источниках (см. таблицы).

Согласно литературным данным единственный двугубый вырост расположен среди кольца краевых выростов с опорами посередине между 2 соседними выростами и на наружной поверхности створки он по величине крупнее выростов с опорами, его внутренняя часть крупная, сильно сплюснутая, щель ориентирована радиально (Макарова, 1988 и др.), иногда под некоторым углом (Tanaka, Nagumo, 2007; fig. 8 E). Наши данные соответствуют литературным (рис. 2, 5, 6), но следует уточнить, что с наружной поверхности двугубый вырост расположен не в одном кольце краевых выростов, а ближе к центру створки. Кроме того, в некоторых популяциях мы наблюдали небольшую внутреннюю часть двугубого выроста, щель которой также была ориентирована радиально.

Большое сходство *T. weissflogii* имеет с *T. guillardii* Hasle (рис. 2, 8) – как в плане наружной морфологии створки, так и по количественным диагностическим признакам (диаметр створки, число краевых выростов в 10 мкм). Эти два вида имеют сходную экологию и нередко встречаются вместе, что необходимо иметь в виду. Основное отличие между этими двумя видами заключается в числе центральных выростов с опорами, которое у пресноводных популяций *T. guillardii* варьирует преимущественно от 0 до 1.

*T. weissflogii* была также отмечена в сфагновых болотах Приволжской возвышенности (Пензенская область) (Генкал, Куликовский, 2006) и бассейне р. Яны (Якутия) (Разнообразие..., 2005).

Наши исследования показали, что *T. weissflogii* проявляет большую морфологическую изменчивость, имеет более широкий ареал и вегетирует в водоемах разного типа, что позволило расширить диагноз этого вида с учетом и литературных данных.

*Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell et Hasle emend. Genkal et Kulikovskiy – *Micropodiscus weissflogii* Grunow, *Thalassiosira fluviatilis* Hustedt, *T. fluviatilis* f. *mangrovii* Manguin in Bourrelly, Manguin, *T. histedtii* Poretzky et Anissim, *T. hustedtii* var. *vana* Makar. et Pr.-Lavr. Клетки образуют короткие цепочки. Панцирь в виде барабана, с вставочными и соединительными ободками. Створки плоские, 10 – 35 (? 53) мкм в диаметре. Структура створок из радиальных ребер – 32 – 38 в 10 мкм, или с мелкой сеткой, в виде перекрестного жилкования, или с беспорядочно разбросанными мелкими ареолами. В центре створки неправильное кольцо или группа центральных выростов с 3 – 4 опорами, (?1) 2 – 28, иногда кольцо располагается ближе к краю створки (до 1/2 радиуса створки), а отдельные выросты встречаются еще ближе к краю створки. На границе с загибом створки – кольцо краевых выростов с опорами, 8 – 16 в 10 мкм, расположенных равномерно. С наружной поверхности створки выросты с опорами выступают в виде длинных трубок, с внутренней – в виде коротких трубок, окруженных 4, редко 3 сопутствующими опорами. Двугубый вырост один, расположен среди кольца краевых выростов с опорами посередине между 2 соседними выростами. На наружной поверхности створки он по величине крупнее выростов с опорами и располагается ближе к цен-

тру створки, чем краевые выросты. Внутренняя часть двугубого выроста крупная, иногда небольшая, сильно сплюснутая, щель ориентирована радиально, иногда под углом. Загиб створки довольно высокий, со структурой из слабо развитой сетки ареол.

Планктонный пресноводно-солонатоводный широкобореальный и нотальный вид.

Распространение в России: Каспийское море, Невская губа, волжские и Цимлянское водохранилища, соленые озера Старой Руссы, Ладожское озеро с притоками, болота Пензенской области, бассейн р. Яны (Якутия).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение *Thalassiosira weissflogii* из ряда водоемов разного типа и географического положения показало, что этот вид имеет более широкие диапазоны изменчивости ряда морфологических диагностических признаков (диаметр створки, число центральных и краевых выростов с опорами). Впервые показано, что по структуре лицевой части створки кроме типового расположения ареол встречается и другой морфотип – с беспорядочно расположенными ареолами, а наружная часть двугубого выроста располагается за пределами кольца краевых выростов с опорами ближе к центру створки. Обнаружено, что *T. weissflogii* встречается в водоемах разного типа и имеет в России более широкий ареал.

Выражаем благодарность своим коллегам О.В. Бабаназаровой, Т.Б. Голоколеновой, Т.М. Михеевой, Л.М. Теренько, И.С. Трифионовой за предоставленные материалы.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 08-04-90007).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 86 – 87.

Генкал С.И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 128 с.

Генкал С.И., Козыренко Т.Ф. Материалы к флоре водорослей (Bacillariophyta, Centrophyceae) р. Ижоры // Биол. внутренних вод. 1992. № 95. С. 13 – 17.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Центрические диатомовые водоросли сфагновых болот Приволжской возвышенности (Пензенская область) // Ботан. журн. 2006. Т. 91, № 10. С. 1485 – 1499.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Центрические диатомовые (Bacillariophyta) Полистово-Ловатского сфагнового массива (Государственный природный заповедник «Рдейский») // Ботан. журн. 2008. Т. 93, № 8. С. 1200 – 1208.

Корнева Л.Г., Генкал С.И. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика фитопланктона волжских водохранилищ // Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2000. С. 5 – 112.

Макарова И.В. Диатомовые водоросли морей СССР: род *Thalassiosira* Cl. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. 117 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Сов. наука, 1951. Вып. 1. 199 с.; Вып. 4. 619 с.

## К МОРФОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ *THALASSIOSIRA*

- Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 328 с.
- Heurck H. van. Synopsis des diatomees de Belgique. Atlas. Texte. Anvers. 1880 – 1885. 235 p.
- Hasle G.R. The morphology of *Thalassiosira fluviatilis* from the polluted inner Oslofjord // Nytt Magasin for Botanikk. 1962. Vol. 9. P. 151 – 154.
- Hustedt F. *Thalassiosira fluviatilis*, nov. spec., eine Wasserblüte im Wesergebiet // Bericht der Deutschen Botanischen Gessellschaft. 1926. Bd. 43, № 10. S. 565 – 567.
- Fryxell G.A., Hasle G.R. The genus *Thalassiosira*: some species with a modified ring of Central Strutted Processes // Nova Hedwigia. 1977. Beiheft 54. P. 67 – 98.
- Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea // The Baltic marine biologists publication. 1996. Vol. 4, № 16d. 125 p.
- Kiss K.T., Kovacs K., Dobler E. The fine structure of some *Thalassiosira* species (Bacillariophyceae) in the Danube and the Tisza rivers // Algological Studies. 1984. Vol. 37. P. 409 – 415.
- Kobayasi H., Idei M., Mayama Sh., Nagumo T., Osada K. H. Kobayasi's Atlas of apanese diatoms based on electron microscopy. Tokyo: Uchida Rokakuho Publishing Co., 2007. Vol. 1. 531 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Süswasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart; New York, 1991. P. 1 – 576.
- Manguin E. Bacillariophyceae // Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dependances / Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 1952. P. 33 – 116.
- Rott E., Kling H.J., Perez T. Planktonic centric diatoms from the volcanic Lake Taal, Philippines // Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on Diatoms. Ruggell: Gantner Verlag, 2001. P. 39 – 52.
- Tanaka H., Nagumo T. Centric diatoms from Hashie-numa (Hashie Pond), Isesaki, Cunma, Japan // Natural Environmental Science Research. 2007. Vol. 20. P. 25 – 39.
- Tuji A., Houki A. Centric diatoms in Lake Biwa // Lake Biwa study monographs. 2001. № 7. P. 1 – 90.