

УДК 582.261+262.5

А. А. Тарасенко¹, спец., **Л. М. Теренько²**, ст. науч. сотруд.¹Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
Гидробиологическая станция,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина,
nastasiya_mail@mail.ru; hydrobiostation@gmail.com²Одесский филиал Института биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского НАН Украины,
Пушкинская, 37, Одесса, 65125, Украина, galla@paco.net

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ *ATTHEYA DECORA* WEST, 1860 В ОДЕССКОМ ЗАЛИВЕ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

При изучении микрофлоры прибрежной зоны Одесского залива в разные сезоны 2000–2008 гг. обнаружены одиночные клетки диатомовой водоросли *Attheya decora* West, 1860. По данным световой микроскопии приводится описание ее морфологии. Вид зарегистрирован в псаммоне, интерстициали, временных водоемах, прибрежном бентосе и планктоне.

Ключевые слова: *Attheya decora*, псаммон, интерстициаль, временные водоемы, планктон, Черное море.

Представители рода *Attheya* были впервые найдены и описаны Т. Вест для северо-восточного побережья Англии [1]. Одной из первых была изучена *Attheya decora* West, 1860, которая обнаружена во многих регионах Европы [2]. Известно, что этот вид встречается в солоноватых водах, преимущественно весной. Наиболее характерным местообитанием являются морские пески, где он ведет прикрепленный к песчинкам образ жизни. Однако клетки, при небольшом волнении отрываясь от субстрата, часто встречаются и в прибрежном планктоне.

В настоящее время известно 9 видовых и внутривидовых таксонов рода *Attheya*. Жизненный цикл видов этого рода, так или иначе, связан с субстратом. Известно, что *A. arenicola* и *A. armatus* чаще всего встречаются на песчаных пляжах, *A. flexuosa* и *A. longicornis* образуют ассоциации с некоторыми планктонными диатомеями, *A. septentrionalis* часто прикрепляется к нижней поверхности морского льда [3].

В Черном море из представителей этого рода известен один планктонный вид *A. septentrionalis*, ранее отнесенный к роду *Chaetoceros*. В предыдущем сообщении [4] мы упоминали о еще одном виде — *Attheya decora* West, который был впервые найден в мае 2000 г. в планктоне прибрежной зоны Одесского залива Черного моря [5]. В настоящей работе приводятся более подробные сведения об особенностях морфологии, экологии и распределения данного вида в различных биотопах Одесского залива.

Материал и методы

Материалом для данной работы служили пробы псаммона, собранные в районе Ланжерона, Гидробиологической станции ОНУ, Аркадии, 10 станции Большого Фонтана в 2005–2008 гг., а также круглогодичные батометрические

сборы фитопланктона на тех же станциях в прибрежной зоне Одесского залива за период 2000–2008 гг. В районе Гидробиологической станции и 10 ст. Б. Фонтана отбирали пробы микрофитобентоса (на глубинах 1,5–8,0 м) с использованием легководолазной техники.

Пробы псаммона отбирали в верхнем слое песка (0–2 см) пластмассовой емкостью и ранжировали по степени увлаженности песка, согласно принятой ранее классификации [6]: гигропсаммон (увлажненный участок пляжа), гидропсаммон (участок пляжа, постоянно находящийся под водой, что в нашем исследовании соответствует эфемерным, или временным, водоемам); эупсаммон (сухой участок, не увлажненный на поверхности).

Пробы планктона на всех станциях отбирали с поверхностного горизонта, при этом измеряли температуру и соленость морской воды. Пробы объемом 1–2 л концентрировали с помощью установки для обратной фильтрации через нуклеопоровые (ядерные) фильтры с размером пор 1 мкм и просматривали в нефиксированном «живом» виде. Подсчёт клеток ультра- и нанопланктона проводили в камере объёмом 0,05 мл под световым микроскопом. Для фиксации проб использовали раствор Люголя с последующей дофиксацией 40%-ным раствором формальдегида в соотношении 1 : 10.

Часть проб помещали в чашки Петри и вели культуры на природном субстрате и на минеральной питательной среде по методике Голлербаха, Штины [7].

Особое внимание уделяли изучению эфемерных водоемов. Они образуются среди камней, возле пирсов и берегоукрепительных сооружений. В период исследований их глубина варьировала от 0,1 до 0,5 м. Температура на изученных станциях составляла 10,0–25,0 °С в весенне-летний период и 6,0–12,0 °С — в осенне-зимний. Соленость в изученных местообитаниях варьировала от 2,2 до 17,45‰. Разнообразным был и гранулометрический состав песка — от крупнозернистого (со средним диаметром частиц 2,9 Mdk) до мелкозернистого (1,2 Mdk) и илистого.

Всего собрали и обработали 102 пробы псаммона и микрофитобентоса, 324 пробы планктона.

Материал изучали с помощью световых микроскопов Ergaval (Carl Zeiss, Jena, Germany) при увеличении $\times 250$ и $\times 640$ и «Биолам» при увеличении $\times 400$. Микрофотографирование живого материала осуществляли с помощью светового микроскопа Motik Images 2000 DMWP1-223 с цифровой камерой на базе Одесского филиала Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. Для сопоставимости количественных показателей развития вида в планктоне и псаммоне численность и биомассу клеток определяли в расчете на см^3 , а для вычисления объема клеток использовали общепринятый в альгологии метод «истинного объема», приравнивая клетку к близкой по форме геометрической фигуре — эллиптическому цилиндру [8], часть проб обрабатывали полуколичественным методом по шкале Вислоуха [9]. Для определения вида использовали отечественные и зарубежные систематические сводки [2, 10, 11].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате изучения микрофлоры побережья Одесского залива в псаммоне супралиторали обнаружены одиночные клетки *Attheya decora* West (рис. 1). Впервые в псаммоне этот вид был зарегистрирован в мае 2005 г. на расстоянии 3 м от уреза воды на пляже 10 ст. Б. Фонтана (Одесский залив, Черное море). При этом температура составляла 13,5 °С, соленость — 11,6‰. Согласно полу-

ченным данным численность и биомасса *A. decora* достигала $14,27 \cdot 10^3$ кл/см³ и $24,03 \cdot 10^{-6}$ мг/см³ соответственно.

Ранее в мае 2000 г. единичные клетки вида были обнаружены в планктоне при температуре 15,0°C и солёности 11,8‰. Численность *A. decora* составила при этом 4,4 кл/см³ [12].

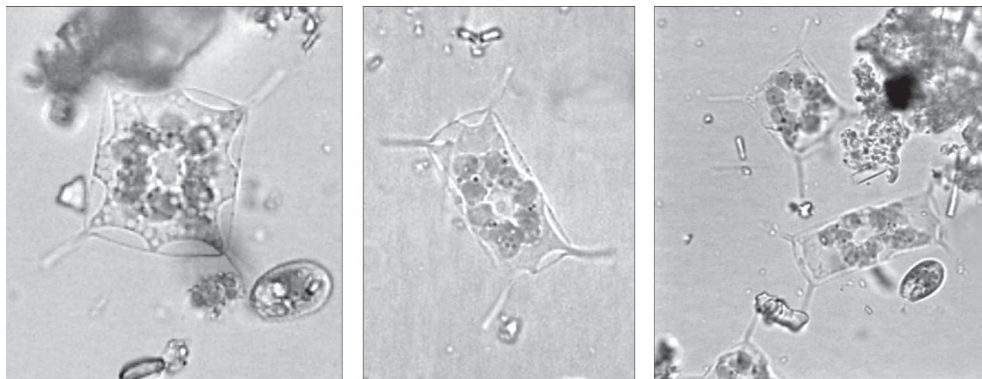


Рис. 1. *Attheya decora* West из псаммона Черного моря

Особенности морфологии *A. decora* из Черного моря в целом соответствуют приведенному в литературе описанию этого вида из северных морей [2, 10]. Размерные характеристики изученных клеток были следующими: ширина створок изменяется от 10,0 до 32,5 мкм; диаметр — в пределах 7,5–25,0 мкм; длина рогов — 6,0–12,5 мкм. Соотношение длины рогов к диаметру створок составляет 0,3–1,3 (0,6 в среднем), что несколько выше известных данных (табл. 1).

С целью детального наблюдения за развитием *A. decora* собранный грунт помещали в чашки Петри и экспонировали при естественном освещении в течение нескольких месяцев. Кроме того, отдельные клетки помещали на минеральную питательную среду без грунта. Отмечено, что клетки в культуре дольше живут на питательной среде с субстратом, прикрепляясь отростками к песчинкам. После 14 дней содержания на питательной среде живые клетки не обнаруживались.

Наблюдения за *A. decora* показали, что в чашечных культурах с питательной средой (без субстрата) после 7 дней инкубации стали встречаться мелкие клетки с длинными отростками (в среднем ширина клеток составляла 17,9 мкм, диаметр — 9,8 мкм, длина рогов — 9,6 мкм). Соотношение длины рогов к диаметру у этих клеток составляло 1,0. Такое явление изменения морфологии панцирей подтверждается проводимыми ранее исследованиями других диатомовых водорослей в условиях культивирования. Отмечается, что со временем в культурах у диатомей уменьшаются размеры клеток, изменяются размеры и толщина отростков [13].

В результате изучения распределения *A. decora* в различных биотопах Одесского залива отмечено, что наиболее массово этот вид представлен в поверхностном слое песка выше уреза воды. Кроме того, живые клетки *A. decora* обнаружены в интерстициальных пространствах в толще песка на глубине 0,5–0,6 м. Размеры клеток здесь соответствовали следующим значениям: средняя ширина клеток — 24,8 мкм; диаметр — 20,6 мкм; длина рогов — 11,5 мкм; соотношение — 0,6 (табл. 1).

Следует также отметить, что *A. decora* была одним из доминирующих видов в интерстициали. Встречаемость ее по шестибальной шкале обилия составляла: 3 – «нередко», 4 – «часто». Наряду с ней массово развивалась зеленая водоросль *Hyaloraphidium contortum* Pascher et Korschikoff, 1931 var. *contortum*. Встречались также представители родов *Navicula*, *Amphora*, изредка *Tabularia* (*Bacillariophyta*).

Таблица 1

Морфометрическая характеристика *Attheya decora* West

Местообитание	Характеристика биотопа		Морфометрические характеристики					Источник, место обнаружения
	Температура, °С	Соленость, ‰	Высота створки (h), мкм	Диаметр створки (d), мкм	Длина рогов (r), мкм	Соотношение (r/d)	Число хлоропластов	
Песчаный пляж	—	—	18,0–22,0	—	—	0,3–0,5	8	Crawford et al., 1994, берега Шотландии, Уэльса
Псаммон	6,0–23,0	2,2–20,6	22,0*	16,2*	8,7*	0,6*	8	Черное море, оригинальные данные
Интерстициаль	6,2–17,0	—	24,8*	20,6*	11,5*	0,6*	8	— " —
Бентос	15–21,8	16,8–16,7	19,6*	16,1*	7,5*	0,5*	8	— " —
Планктон	10,0–20,0	9,6–15,5	29*	23,2*	14,5*	0,6*	8	— " —

Примечание: * — средние значения.

Вид *A. decora* неодинаково представлен на разных пляжах Одесского залива, отличающихся различным гранулометрическим составом песка. Так, в районе Гидробиологической станции, где преобладает крупнозернистый песок (3,00 Mdk), численность и биомасса этого вида очень низкая – $0,94 \cdot 10^3$ кл/см³ и $0,34 \cdot 10^{-6}$ мг/см³ соответственно. Для станций Ланжерон и Аркадия со среднезернистым песком (2,14 Mdk) также характерны невысокая численность и биомасса *A. decora*. Чаще всего этот вид встречается на 10 станции Большого Фонтана, где присутствует главным образом мелкозернистый песок (1,62 Mdk).

На распределение псаммофильных микроводорослей большое влияние оказывает волновая активность и степень увлажнения песка [14]. Они интенсивнее развиваются в затишных мелких лужах, вдоль стоков дренажных вод, чем в зоне заплеска, образуя на поверхности грунта видимые невооруженным глазом бурые и зеленоватые пленки. Наиболее часто *A. decora* встречается в эфемерных водоемах. Здесь ее численность достигает максимальных значений осенью ($522,0 \cdot 10^3$ кл/см³), при этом биомасса составляет $718,9 \cdot 10^{-6}$ мг/см³. Весной численность варьирует от 4,2 до $14,3 \cdot 10^3$ кл/см³. Средние значения численности весной составляют $6,2 \cdot 10^3$ кл/см³, осенью – $186,0 \cdot 10^3$ кл/см³ (табл. 2).

Таблица 2

Плотность распределения *Attheya decora* West в различных местообитаниях Одесского залива

Местообитание	Численность, · 10 ³ кл/см ³		Биомасса, · 10 ⁻⁶ мг/см ³	
	Период			
	весенне-летний	осенне-зимний	весенне-летний	осенне-зимний
Гигропсаммон	$\frac{3,0 - 42,1}{23,5}$	$\frac{0,2 - 6,3}{3,2}$	$\frac{4,8 - 27,3}{14,5}$	$\frac{0,1 - 4,3}{2,2}$
Гидропсаммон	$\frac{4,2 - 14,3}{6,2}$	$\frac{9,4 - 522,0}{186,0}$	$\frac{0,1 - 24,0}{8,82}$	$\frac{11,3 - 718,9}{236,4}$
Эупсаммон	$\frac{0,5 - 6,2}{3,4}$	$\frac{0,9 - 6,3}{3,6}$	$\frac{0,6 - 4,4}{2,5}$	$\frac{0,3 - 5,6}{3,0}$
Планктон	$\frac{1,1 - 10,5^*}{4,5^*}$	—	$\frac{2,26 - 29,2}{9,42}$	—

Примечания: над чертой — предельные значения; под чертой — средние значения;
 * — единицы измерения численности водоросли в планктоне — кл/см³.

В гигропсаммоне — зоне увлажненного песка, на расстоянии 1 м от уреза воды — численность *A. decora* была гораздо ниже, чем во временных водоемах (осенью в среднем $3,2 \cdot 10^3$ кл/см³, летом — $23,5 \cdot 10^3$ кл/см³). Максимальное значение численности составляло $42,1 \cdot 10^3$ кл/см³, биомассы — $27,4 \cdot 10^{-6}$ мг/см³.

В гигро- и гидропсаммоне численность водоросли в разные сезоны была неодинаковой. В зоне заплеска она была выше весной, а во временных водоемах — осенью. Это, по-видимому, связано с тем, что во время зимне-весенних штормов эфемерные водоемы интенсивно вымываются. С начала весны здесь наблюдается постепенное нарастание численности и биомассы микроводорослей с максимальным развитием осенью.

Наряду с увлажненными участками пляжа, *A. decora* в небольшом количестве встречалась и в эупсаммоне. Максимальное расстояние от уреза воды, где мы зарегистрировали этот вид, составляло 11 м, численность здесь составляла $0,55 \cdot 10^3$ кл/см³, биомасса — $0,6 \cdot 10^{-6}$ мг/см³. Максимальных значений биомассы *A. decora* в эупсаммоне достигала осенью на расстоянии 3 м от уреза воды и составляла $5,6 \cdot 10^{-6}$ мг/см³.

Параллельно с изучением распределения этого вида в псаммоне проводили исследования встречаемости его в прибрежном микрофитобентосе и планктоне. В результате установлено распределение *A. decora* на глубине до 1,5–2 м, главным образом в акваториях до волноломов. В районе Гидробиологической станции ОНУ на глубине 6–8 м *A. decora* не встречалась. Весной этот вид в микрофитобентосе встречается «редко» (2 по шкале обилия), осенью — «часто» (4).

Несмотря на то, что изучаемый вид считается бентосным, на протяжении многих лет часто весной и летом он встречался также в прибрежном планктоне. Это связано с высокой волновой активностью и, следовательно, с активными процессами перемешивания в прибрежной зоне. В осенне-зимний период в планктоне *A. decora* отмечена не была. Средние значения ее численности и биомассы в планктоне в весенне-летний период не превышали значений в гигро- и гидропсаммоне, и составляли $4,5$ кл/см³ и $9,42 \cdot 10^{-6}$ мг/см³ соответственно.

В связи с тем, что изучение видов рода *Attheya* требует применения электронной микроскопии, в дальнейших исследованиях планируется использование трансмиссионного электронного микроскопа.

Выводы

1. Впервые обнаружен новый для Черного моря вид диатомовой водоросли *Attheya decora*. Он встречается в различных биотопах прибрежной части Одесского залива: планктоне, псаммоне и бентосе. Отмечен также в интерстициальных пространствах в толще песка на глубине 0,5–0,6 м, часто доминирует в бентосном сообществе на глубине до 2 м.

2. Наиболее характерным местом обитания является гигро-, гидро- и эупсаммон. Средняя численность *A. decora* в псаммоне составляет $64,9 \cdot 10^3$ кл/см³, биомасса — $79,9 \cdot 10^{-6}$ мг/см³, что значительно выше этих показателей в планктоне и бентосе.

3. Размеры клеток и соотношения длины рогов к диаметру створки несколько превышают известные данные, что, вероятно, связано с достаточно высокой морфометрической изменчивостью и гидрологическими условиями обитания данного вида в Черном море.

4. Особенности экологии и распределения вида связаны с гранулометрическим составом, степенью увлажненности песка и волновой активностью. В массе развивается в мелкозернистом песке. Наиболее часто представлен в гидрпсаммоне. Из-за интенсивного перемешивания водных масс в период весенних и летних штормов *A. decora* часто встречается в прибрежном планктоне.

Авторы выражают благодарность проф. Р. Крауфорду (AWI, Германия) за консультации и помощь в определении видовой принадлежности особей.

Литература

1. West T. Remarks on some Diatomaceae, new or imperfectly described, and a new desmid // Trans. Microsc. Soc. London. — 1860. — Vol. 8. — P. 47–153.
2. Crawford R. M., Gardner C., Medlin L. K. The genus *Attheya*. I. A description of four new taxa, and transfer of *Gonioceros septentrionalis* and *G. armatus* // Diatom Research. — 1994. — 9 (1). — P. 27–51.
3. Stonik I. V., Orlova T. Yu., Crawford R. M. *Attheya ussuriensis* sp. nov. (Bacillariophyta) — a new marine diatom from the coastal waters of the sea of Japan and a reappraisal of the genus // Phycologia. — 2006. — 45 (2). — P. 141–147.
4. Тарасенко А. А., Теренько Л. М. Новый вид *Attheya decora* West, 1860 в псаммоне и планктоне Одесского залива (Черное море) // Морфология, клеточная биология, экология, флористика и история развития диатомовых водорослей: X международная научная конференция диатомологов СНГ, г. Минск, 9–14 сентября, 2007 г. — Минск, 2007. — С. 31–33.
5. Нестерова Д. А., Теренько Л. М., Теренько Г. В. Список видов фитопланктона // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. — К.: Наукова думка, 2006. — С. 557–576.
6. Жадин В. И., Акатова Н. А., Кутикова Л. А. и др. Пресноводный псаммон побережья Куршской косы // Гидробиологический журнал. — 1972. — Т. 8, № 6. — С. 74–87.
7. Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. — Л.: Наука, 1969. — 228 с.
8. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. — Севастополь, 2005. — 25 с.
9. Уланова А. А. Водоросли литоральных и супралиторальных ванн острова Большой Соловецкий (Белое море) // Ботанический журнал. — 2001. — Т. 86, № 5. — С. 45–53.

10. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные / Под ред. Н. И. Стрельниковой. — СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2006. — Т. 2, вып. 4. — 180 с.
11. Horner R. A. A taxonomic guide to some common marine phytoplankton. — Bristol: Biopress Ltd., 2002. — 195 p.
12. Теренько Л. М. Инвазии планктонных диатомовых в прибрежную экосистему Украинского региона Черного моря // Морфология, клеточная биология, экология, флористика и история развития диатомовых водорослей: X международная научная конференция диатомологов СНГ, г. Минск, 9–14 сентября, 2007 г. — Минск, 2007. — С. 153–156.
13. Айздайчер Н. А., Орлова Т. Ю. Развитие трех массовых видов диатомей рода *Chaetoceros* из Японского моря в условиях культуры // Биология моря. — 1997. — Т. 23, № 3. — С. 151–155.
14. Тарасенко А. А., Александров Б. Г. Влияние физико-химических факторов на количественные характеристики микроводорослей песчаных пляжей г. Одессы // Современные проблемы альгологии: международная научная конференция и VII школа по морской биологии, г. Ростов-на-Дону, 9–13 июня 2008 г. — Ростов-на-Дону, 2008. — С. 347–350.
15. Стоник И. В., Орлова Т. Ю., Айздайчер Н. А. Диатомовые водоросли рода *Attheya* West, 1980 из Японского моря // Биология моря. — 2006. — Т. 32, № 2. — С. 142–145.

А. О. Тарасенко¹, Л. М. Теренько²

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
Гидробиологическая станция,
вул. Дворянская, 2, Одеса, 65082, Україна,
nastasiya_mail@mail.ru; hydrobiostation@gmail.com

²Одеська філія Інституту біології південних морів
ім. А. О. Ковалевського НАН України,
вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011, Україна, galla@paco.net

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ ТА РОЗПОДІЛУ ДІАТОМОВОЇ ВОДОРОСТІ *ATTHEYA DECORA* WEST, 1860 В ОДЕСЬКІЙ ЗАТОЦІ (ЧОРНЕ МОРЕ)

Резюме

Під час вивчення мікрофлори прибережної зони Одеської затоки в різні сезони 2000–2008 рр. виявлено поодинокі клітини діатомової водорості *Attheya decora* West, 1860. За даними світової мікроскопії наведено опис її морфології. Вид зареєстрований в псамоні, інтерстиціалі, тимчасових водоймах, прибережному бентосі та планктоні.

Ключові слова: *Attheya decora*, псаммон, інтерстиціаль, тимчасові водойми, планктон, Чорне море.

A. A. Tarasenko¹, L. M. Terenko²

¹Odessa National I. I. Mechnikov University,
Hydrobiological station
Dvoryanskaya st., 2, Odessa, 65082, Ukraine,
nastasiya_mail@mail.ru; hydrobiostation@gmail.com

²Odessa branch of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas
Pushkinskaya str., 37, Odessa, 65011, Ukraine,
galla@paco.net

PECULIARITIES OF ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF DIATOM ALGAE *ATTHEYA DECORA* WEST, 1860 IN THE ODESSA BAY (THE BLACK SEA)

Summary

Having researched microflora of the coastal area of the Odessa Bay in different seasons 2000—2008 the single cells of diatom algae *Attheya decora* West, 1860 were revealed. Description of morphology of the species is given according to light microscopic data. The species was registered in psammon, interstitial spaces, temporal reservoirs, coastal benthos and plankton.

Key words: *Attheya decora*, psammon, interstice, temporal reservoirs, plankton, the Black Sea.