



УДК 582.26/.27:581.1

И. М. Мансурова, аспирант

Институт биологии южных морей им А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА УДЕЛЬНУЮ СКОРОСТЬ РОСТА ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ЧЁРНОГО МОРЯ

Исследовано действие света на удельную скорость роста 7 видов динофитовых водорослей: *Prorocentrum cordatum*, *P. micans*, *P. pusillum*, *Gyrodinium fissum*, *Glenodinium foliaceum*, *Scrippsiella trochoidea* и *Heterocapsa triquetra* в диапазоне освещённости 10 – 344 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. Установлено, что при температуре 19 – 22°C и достаточном количестве биогенных веществ параметр I_k , характеризующий начало светового насыщения роста водорослей, у 6 видов составлял 14 – 36 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. У *P. cordatum* этот показатель был существенно выше (73 мкЭ·м⁻²·с⁻¹). Значения максимальной удельной скорости роста водорослей в целом были невысокими и находились в диапазоне 0.34 – 1.36 сут⁻¹. Отношение C/xl a в условиях максимального роста исследованных видов водорослей изменялось от 112 до 328 и в большинстве случаев превышало известные значения данного параметра для диатомовых водорослей.

Ключевые слова: динофитовые водоросли, удельная скорость роста, эффективность роста, ассимиляционное число, объём клетки

Основную биомассу морского фитопланктона в Чёрном море создают, как правило, диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли. Соотношение между ними подвержено регулярной временной и пространственной изменчивости, которая обусловлена действием абиотических факторов среды и биотическими взаимодействиями в планктоне [24]. Одним из основных факторов, регулирующих рост водорослей в море, является свет. Оценить его влияние в условиях комплексного действия абиотических и биотических факторов крайне сложно, поэтому для таких оценок исследования выполняются на культурах. Влияние света на рост диатомовых изучено достаточно хорошо как для черноморских видов [7, 8], так и для водорослей планктона различных районов Мирового океана [11, 15, 23]. Значительное количество работ посвящено изучению действия света на рост динофитовых видов в различных морях и океанах [11 – 14, 22]. Однако для динофитовых Чёрного моря подобных данных крайне мало [1, 8].

Цель настоящей работы состояла в определении удельной скорости роста динофитовых водорослей при различных интенсивностях света.

Материал и методы. В качестве объекта исследования использованы 7 видов альгологически

чистых культур динофитовых водорослей: *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld, 1901), *P. micans* (Ehrenberg, 1833), *P. pusillum* (Schiller, 1928), *Gyrodinium fissum* (Levander, 1894), *Glenodinium foliaceum* (Stein, 1883), *Scrippsiella trochoidea* (Stein, 1883), *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg, 1840) из коллекции отдела экологической физиологии водорослей ИнБЮМ НАНУ. Водоросли выращивали в конических колбах объёмом 1 л на питательной среде $f/2$ [17], приготовленной на основе стерильной морской воды. Культуры экспонировали при 5 интенсивностях непрерывного искусственного освещения в диапазоне от 10 до 344 мкЭ·м⁻²·с⁻¹ и температуре 19 – 22°C. Световые условия создавали с помощью люминесцентных ламп PHILIPS TL RS 20W/54-765. Адаптация культур к каждой интенсивности света осуществляли в течение 3 – 6 сут. и считали завершённой в том случае, если водоросли прошли два клеточных деления [2]. Для поддержания культур в экспоненциальной фазе роста и постоянной численности клеток их разбавляли свежей питательной средой. Предварительно для каждого вида водорослей определили плотность культуры, соответствующую экспоненциальной фазе роста.

Интенсивность света измеряли с помощью люксметра Ю-116. Для перехода от освещённости в

люксах к энергетическим единицам использовали коэффициент перехода $1000 \text{ лк} = 17.2 \text{ мкЭ}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$ [4].

Удельную скорость роста микроводорослей рассчитывали по приросту органического углерода с помощью уравнения:

$$\mu = \ln(C_t / C_0) / t, \quad (1)$$

где μ – удельная скорость роста, сут^{-1} ; C_0 – исходная концентрация углерода; C_t – концентрация углерода через время t , $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$; t – время, сут .

Для определения содержания органического углерода и азота пробы культур водорослей осаждали на предварительно прокалённые стекловолокнистые фильтры серии GF/C (Whatman, Германия), обрабатывали по методике [18], и сжигали в CHN-анализаторе.

Для определения концентрации хлорофилла a водоросли осаждали на мембранные фильтры Sartorius с диаметром пор 0.6 мкм. Осевшую на фильтрах взвесь экстрагировали в 90 % ацетоне при $8 - 10^\circ\text{C}$ в течение 18 ч. Концентрацию хлорофилла a и феопигментов определяли флуориметрическим методом [20] в модификации, описанной в [9].

Размеры клеток оценивали под световым микроскопом ZEISS Primo Star в 20 повторностях при общем увеличении $\times 100$. Объём клеток рассчитывали по методике [3].

Для математического описания световой зависимости удельной скорости роста использовали уравнение Пуассона [21]:

$$\mu = \mu_{\max} * [1 - \exp(-I / I_k)], \quad (2)$$

где: μ – удельная скорость роста водорослей при интенсивности света I ; μ_{\max} – максимальная удельная скорость роста, сут^{-1} ; I_k – интенсивность света, при которой наблюдается начало светового насыщения по росту, $\text{мкЭ}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$.

Эффективность роста (α) рассчитывали как отношение максимальной удельной скорости роста к величине начала светового насыщения роста:

$$\alpha = \mu_{\max} / I_k, \quad (3)$$

Ассимиляционное число рассчитывали по уравнению, представленному в [22]:

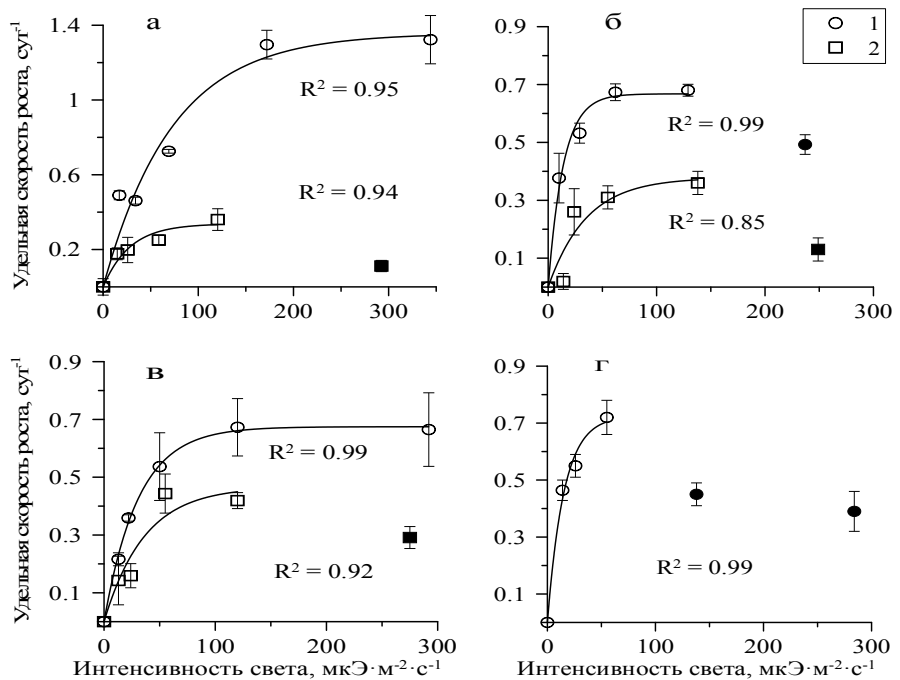
$$AЧ = \mu * \frac{C}{\text{хла}} * \frac{1}{24}, \quad (4)$$

где АЧ – чистое ассимиляционное число, $\text{мг С}\cdot\text{мг хл а}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$; μ – удельная скорость роста, сут^{-1} .

Результаты. Уравнение (2), с помощью которого представлена зависимость удельной скорости роста исследованных видов водорослей от интенсивности света, позволяет определить значение максимальной удельной скорости роста (μ_{\max}) и начало светового насыщения роста (I_k). Однако это уравнение описывает только восходящий участок кривой и плато (рис. 1). Поэтому точки, характеризующие световое угнетение роста, представлены на графиках отдельно (выделены чёрным цветом).

Рис. 1 Влияние света на удельную скорость роста динофитовых водорослей: а – *P. cordatum* (1), *P. micans* (2); б – *P. pusillum* (1), *H. triquerta* (2); в – *G. fissum* (1), *G. foliaceum* (2); г – *S. trochoidea*

Fig. 1 Effects of light irradiance on specific growth rate of dinoflagellates: а – *P. cordatum* (1), *P. micans* (2); б – *P. pusillum* (1), *H. triquerta* (2); в – *G. fissum* (1), *G. foliaceum* (2); г – *S. trochoidea*



Значения коэффициентов детерминации (R^2) для этих зависимостей находились в диапазоне от 0.85 до 0.99. На начальном участке кривой удельная скорость роста водорослей возрастала по мере увеличения интенсивности света. Наибольшие значения угла наклона кри-

вой роста (α) на её линейном участке отмечены у *S. trochoidea* и *P. pusillum* и составили 0.047 и 0.048 сут⁻¹/(мкЭ·м⁻²·с⁻¹) соответственно (табл. 1). У остальных водорослей этот показатель был в 2 – 4 раза ниже и достоверно не различался между видами.

Табл. 1 Основные параметры, описывающие зависимость удельной скорости роста динофитовых водорослей от света и некоторые структурно-функциональные характеристики, наблюдаемые при максимальной скорости роста

Table 1 The main parameters describing the dependence of specific growth rate of dinoflagellates from light and some structural and functional characteristics observing to maximum specific growth rate

Вид	μ_{max} , сут ⁻¹	I_k , мкЭ·м ⁻² ·с ⁻¹	α , сут ⁻¹ ·(мкЭ·м ⁻² ·с ⁻¹) ⁻¹	C/N	C/хл <i>a</i> , мг С·мг хл <i>a</i> ⁻¹	АЧ, мг С·мг хл <i>a</i> ⁻¹ ·час ⁻¹	V, мкм ³
<i>P. cordatum</i>	1.36 ± 0.16	73 ± 20	0.019 ± 0.007	6.4 ± 0.4	127 ± 3	7.2 ± 0.9	1900 ± 600
<i>S. trochoidea</i>	0.72 ± 0.03	15 ± 3	0.047 ± 0.008	8.0 ± 0.7	297 ± 18	8.9 ± 0.8	6800 ± 2500
<i>P. pusillum</i>	0.67 ± 0.03	14 ± 3	0.048 ± 0.021	7.2 ± 0.6	112 ± 8	3.1 ± 0.1	50 ± 25
<i>G. fissum</i>	0.67 ± 0.10	31 ± 3	0.022 ± 0.010	9.3 ± 2.6	173 ± 17	4.8 ± 0.1	18700 ± 7300
<i>G. foliaceum</i>	0.47 ± 0.10	36 ± 2	0.013 ± 0.005	7.0 ± 1.8	–	–	17100 ± 5100
<i>H. triquerta</i>	0.38 ± 0.02	35 ± 2	0.011 ± 0.006	6.0 ± 0.6	251 ± 0	4.0 ± 0.3	2800 ± 800
<i>P. micans</i>	0.34 ± 0.06	28 ± 5	0.012 ± 0.005	–	328 ± 20	4.6 ± 0.4	5200 ± 1300

Примечание: C/N – атомарное отношение между органическим углеродом и азотом в клетках водорослей, C/хл *a* – отношение между органическим углеродом и хлорофиллом *a*, АЧ – ассимиляционное число, V – объем клеток водорослей

Начало светового насыщения роста исследуемых монокультур наблюдалось при интенсивностях света 14 – 36 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. Исключение составляет *P. cordatum*, у которого I_k было существенно выше.

Максимальная величина удельной скорости роста среди исследованных видов, выявленная в экспериментах с *P. cordatum*, составила 1.36 сут⁻¹, что соответствует двум клеточным делениям. Для *P. pusillum*, *G. fissum* и *S. trochoidea* значения этого показателя были в 2 раза меньше и составили 0.67 – 0.72 сут⁻¹, что соответствует одному клеточному делению. Самые низкие величины максимальной удельной скорости роста получены в экспериментах с *P. micans* и *H. triquerta* (соответственно 0.34 и 0.38 сут⁻¹). Таким образом, значения максимальной удельной скорости роста у исследованных водорослей различались в 4 раза.

Для 4 видов – *P. micans*, *P. pusillum*, *H. triquerta* и *G. foliaceum* световое угнетение роста отмечено при 263 мкЭ·м⁻²·с⁻¹, а для *S. trochoidea* – при 138 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. В исследованном Морской экологичний журнал, № 4, Т. XII. 2013

диапазоне интенсивности света для культур *P. cordatum* и *G. fissum* светового угнетения не выявлено.

При максимальной скорости роста величины атомарного отношения между органическим углеродом и азотом (C/N) в клетках варьировали от 6.0 до 9.3, составляя в среднем 7.7, что указывает на достаточную обеспеченность водорослей азотом (табл. 1).

Величины отношения между органическим углеродом и хлорофиллом *a* у исследованных видов различались в 3 раза. Минимальное значение (112) наблюдалось у *P. pusillum*, максимальное (328) – у *P. micans*. Корреляция между отношением C/хл *a* и величиной C/N не отмечена. При близких значениях C/N у *P. cordatum* и *H. triquerta* отношение C/хл *a* различалось почти в 2 раза (табл. 1).

В условиях максимального роста АЧ изменялось от 3.1 мг С·мг хл *a*⁻¹·час⁻¹ у *P. pusillum* до 8.9 мг С·мг хл *a*⁻¹·час⁻¹ у *S. trochoidea* и не зависело от объёма клеток водорослей (табл. 1). Как видно, средний объём клеток у исследо-

ванных видов изменялся на два порядка: от 50 мкм³ у *P. pusillum* до 17100 и 18700 мкм³ у *G. foliaceum* и *G. fissum* соответственно.

Обсуждение. На начальном участке световой кривой, где удельная скорость роста увеличивается по мере возрастания света, двумя основными параметрами являются эффективность роста (α) и начало светового насыщения роста (I_k). Отмеченные нами у *S. trochoidea* и *P. pusillum* самые высокие значения α (0.047 – 0.048 сут⁻¹/(мкЭ·м⁻²·с⁻¹)) и минимальные величины I_k (14 – 15 мкЭ·м⁻²·с⁻¹) могут свидетельствовать об их более высокой конкурентоспособности в условиях слабого освещения, которое имеет место в море на нижних горизонтах эвфотической зоны. По нашим данным, в условиях непрерывного освещения и средней температуре 20°C величина I_k у исследованных видов различалась в 5 раз. Согласно известным данным, при близких световых и температурных условиях значения данного параметра у разных видов динофитовых изменялись в широком диапазоне. Так, у *Amphidinium carteri* величина I_k составила 24 мкЭ·м⁻²·с⁻¹ [25], тогда как у *P. micans* – 149 [14]. Что касается диатомовых водорослей, то параметр I_k , определённый по росту, у *Thalassiosira weissflogii* в условиях непрерывного освещения по данным разных авторов изменялся от 37 до 164 мкЭ·м⁻²·с⁻¹, у *Nitzschia palea* составил 42 мкЭ·м⁻²·с⁻¹, а у *Phaeodactylum tricornerutum* – 51 [21]. Таким образом, пределы изменчивости величины I_k как у динофитовых, так и у диатомовых достаточно широкие и свидетельствуют об отсутствии существенных различий этого параметра у данных групп.

Полученные данные по максимальной удельной скорости роста для динофитовых водорослей подтверждают существующее мнение о том, что для них в целом характерны более низкие значения этого параметра по сравнению с диатомовыми [10, 11, 26]. Эти различия достигают 2 – 3 раз и, по-видимому, связаны с более высокими значениями отношения между органическим углеродом и хлорофиллом a в

клетках динофитовых водорослей [13, 26]. Показано, что при температуре 18 – 22°C и достаточном количестве питательных веществ в условиях низкой интенсивности как естественного, так и искусственного света (≤ 30 мкЭ·м⁻²·с⁻¹) отношение $C/хл\ a$ у динофитовых составляло 50 – 100, у диатомовых – 18 – 30, тогда как при увеличении света на порядок этот показатель возрастал у динофитовых до 120 – 346, у диатомовых – до 40 – 100 [5, 13, 16]. Полученные нами результаты также свидетельствуют о том, что в условиях светового насыщения роста динофитовым водорослям свойственны, чаще всего, более высокие значения $C/хл\ a$ по сравнению с диатомовыми. У диатомовых в условиях светового насыщения роста и температуре 18 – 22°C этот показатель изменялся от 35 у *Phaeodactylum tricornerutum* [15] до 65 у *Thalassiosira weissflogii* [14]. Принято считать, что такие различия в величине отношения $C/хл\ a$ между диатомовыми и динофитовыми видами водорослей являются генотипическими [26].

У различных видов динофитовых водорослей ширина светового диапазона, в пределах которого наблюдается максимальный рост, неодинакова. Так, для 5 из 7 исследованных нами культур водорослей выявлено световое ингибирование роста, которое наблюдалось у большинства видов при интенсивности света 263 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. И только у *S. trochoidea* этот показатель приблизительно в 2 раза ниже. По данным [12], в условиях непрерывного освещения и температуре 21°C световое угнетение роста отмечено для 3 видов динофитовых водорослей из 5 исследованных. Так, рост *Ceratium lineatum* и *P. micans* частично или полностью ингибировался при интенсивности света выше 256 мкЭ·м⁻²·с⁻¹, тогда как у *Scrippsiella sweeneyae* рост снижался до нуля при 160 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. Считают, что основной причиной ингибирования фотосинтеза и роста является то, что при большом световом потоке скорость передачи энергии возбуждения от светособирающего комплекса к реакционным центрам

превышает скорость передачи энергии на первичные реакции электронно-транспортной цепи [19].

По [6, 10, 12], скорость роста динофитовых водорослей может быть связана обратной зависимостью с объёмом клеток. Однако данная зависимость была выражена слабо. В данном исследовании мы проанализировали результаты для 7 видов динофитовых, из которых следует, что такая связь не наблюдалась. Вероятно, это связано с тем, что используемые исследователями в лабораторных экспериментах различные штаммы одного и того же вида водорослей, обладая практически одинаковыми размерами клеток, могут давать разные значения максимальной скорости роста.

Выводы. 1. Параметр I_k , характеризующий начало светового насыщения роста во-

дорослей, у 6 исследованных видов составлял 14 – 36 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. У *P. cordatum* этот показатель был существенно выше (73 мкЭ·м⁻²·с⁻¹). 2. Значения максимальной удельной скорости роста у исследованных динофитовых водорослей в целом были невысокими и находились в диапазоне от 0.34 до 1.36 сут⁻¹. Этот показатель зависел как от $C/хл\ a$, так и от интенсивности чистого фотосинтеза. 3. Отношение $C/хл\ a$ в условиях максимального роста исследуемых водорослей изменялось от 112 до 328 и в большинстве случаев превышало известные значения данного параметра для диатомовых водорослей.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность Кожемяка А. Б. за определение содержания органического углерода и азота на CHN-анализаторе, а также Галатоновой О. А. и Солоницыной О. Р. за предоставление культур водорослей.

1. Акинина Д. К. Взаимоотношение основных физиологических показателей динофлагеллят: автореф. дисс. канд. биол. наук. – Одесса, 1967. – 18 с.
2. Берсенева Г. П., Сергеева А. М., Финенко З. З. Адаптация морских планктонных водорослей к свету // Океанология. – 1978. – 18, № 2. – С. 298 – 306.
3. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. – Севастополь: Препр. ИнБИУМ НАН Украины, 2005. – 25 с.
4. Парсонс Т. Р., Такахаши М., Харгрей В. Биологическая океанография. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – С. 89 – 91.
5. Стельмах Л. В. Суточные изменения относительного содержания хлорофилла «а» в культурах морских планктонных водорослей // Экология моря. – 1982. – Вып. 11. – С. 68 – 72.
6. Стельмах Л. В., Мансурова И. М. Эколого-физиологические основы биоразнообразия фитопланктона Черного моря // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – № 7. – С. 149 – 158.
7. Финенко З. З. Эколого-физиологические основы первичной продукции в море: автореф. дисс...докт. биол. наук. – Москва, 1976. – 46 с.
8. Чурилова Т. Я. Адаптация морских планктонных водорослей к низким интенсивностям света: автореф. дисс...канд. биол. наук. – Севастополь, 1992. – 22 с.
9. Юнев О. А., Берсенева Г. П. Флюориметрический метод определения концентрации хлорофилла «а» и феофитина «а» в фитопланктоне // Гидробиол. журн. – 1986. – 2, № 2. – С. 89 – 95.
10. Banse K. Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marine pelagial // Limnol. Oceanogr. – 1982. – 27 (6). – P. 1059 – 1071.
11. Brand L. E., Guillard R. R. L. The effects of continuous light and light intensity on the reproduction rates of twenty-two species of marine phytoplankton // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1981. – 50. – P. 119 – 122.
12. Chan A. T. Comparative physiological study of marine diatoms and dinoflagellates in relation to irradiance and cell size. I. Growth under continuous light // J. Phycology. – 1978. – 14. – P. 396 – 402.
13. Chan A. T. Comparative physiological study of marine diatoms and dinoflagellates in relation to irradiance and cell size. II. Relationship between photosynthesis, growth, and carbon/chlorophyll *a* ratio // J. Phycology. – 1980. – 16. – P. 428 – 432.
14. Falkowski P. G., Dubinsky Z., Wyman K. Growth irradiance relationships in phytoplankton // Limnol. Oceanogr. – 1985. – 30 (2). – P. 311 – 321.
15. Geider R. J., Osborne B. A., Raven J. A. Light dependence of growth and photosynthesis in *Phaeodactylum tricornerutum* (Bacillariophyta) // J. Phycology. – 1985. – 21. – P. 609 – 619.
16. Geider R. J., MacIntyre H. L., Kana T. M. Dynamic model of phytoplankton growth and acclimation: responses of the balanced growth rate and the chlorophyll *a* : carbon ratio to light, nutrient-limitation and temperature // Mar. Ecol. – 1997. – 148. – P. 187 – 200.

17. Guillard R. R. L., Ryther J. H. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. // *Canad. J. Microbiol.* – 1962. – **8**. – P. 229 – 239
18. Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. Methods of seawater analysis, 2nd (ed). – Weinheim, Germany: Verlag Chemie, 1983. – 419 p.
19. Han P., Virtanen M., Koponen J. Effect of photoinhibition on algal photosynthesis: a dynamic model // *J. Plankton Res.* – 2000. – **22**, 5. – P. 865 – 885.
20. Holm-Hansen O., Lorenzen C. J., Holmes R. W. Fluorometric determination of chlorophyll // *J. Cons. int. Explor. Mer.* – 1965. – **30** (1). – P. 3 – 15.
21. MacIntyre H. L., Kana T. M., Anning T. Photoacclimation of photosynthesis irradiance response curves and photosynthetic pigments in microalgae and cyanobacteria // *J. Phycology.* – 2002. – **38**. – P. 17 – 38.
22. Nielsen M. V., Stromgren T. Growth and chemical composition of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium galatheanurn* in relation to irradiance, temperature and salinity // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* – 1996. – **136**. – P. 205 – 211.
23. Popovich C., Gayos A. M. Effect of irradiance and temperature on the growth rate of *Thalassiosira curviseriata* Takano (Bacillariophyceae), a bloom diatom in Bahía Blanca estuary (Argentina) // *J. Plankton Res.* – 1999. – **21**. – P. 1101 – 1110.
24. Raymond E. G. In: plankton and productivity in the oceans, 2nd (ed). Pergamon press, 1983. – **1**. – P. 223 – 237.
25. Sosik H. M. Chlorophyll fluorescence from single cells: Interpretation of flow cytometric signals // *Limnol. Oceanogr.* – 1989. – **34**. – No. 8. – P. 1749 – 1761.
26. Tang E. P. Y. Why do dinoflagellates have lower growth rates? // *J. Phycology.* – 1996. – **32**. – P. 80 – 84.

Поступила 12 октября 2012 г.

После доработки 09 февраля 2013 г.

В окончательном виде 27 июня 2013 г.

Вплив світла на питому швидкість росту динофітових водоростей Чорного моря. І. М. Мансурова. Досліджена дія світла на питому швидкість росту семи видів динофітових водоростей *Prorocentrum cordatum*, *P. micans*, *P. pusillum*, *Gyrodinium fissum*, *Glenodinium foliaceum*, *Scrippsiella trochoidea* та *Heterocapsa triquetra* в діапазоні інтенсивностей світла від 10 до 344 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. Визначено, що при температурі 19 – 22 °С та достатній кількості біогенів параметр I_k, що характеризує початок світлового насичення росту водоростей у шести досліджених видів становив 14 – 36 мкЭ·м⁻²·с⁻¹. Тільки у *P. cordatum* цей показник був значно вище (73 мкЭ·м⁻²·с⁻¹). Значення максимальної питомої швидкості росту досліджених видів були в цілому невисокими і знаходилися в діапазоні від 0.34 до 1.36 доб⁻¹. Показано, що відношення С/хл *a* за умов максимального росту досліджених видів водоростей варіювало від 112 до 328 та в більшості випадків перевищувало відомі значення цього параметру для діатомових водоростей.

Ключові слова: динофітові водорості, питома швидкість росту, ефективність росту, асиміляційне число, об'єм клітини.

Light effect on specific growth rate of the Black Sea dinoflagellates. I. Mansurova. The light effect on specific growth rate of the seven species dinoflagellates *Prorocentrum cordatum*, *P. micans*, *P. pusillum*, *Gyrodinium fissum*, *Glenodinium foliaceum*, *Scrippsiella trochoidea* and *Heterocapsa triquetra* on the light intensities from 10 to 344 μmol m⁻²·s⁻¹ was investigated. Found that at 19 – 22 °C and a sufficient amount of nutrients I_k parameter that characterizes the beginning of the light saturation of the growth of algae, six species studied were 14 – 36 μmol m⁻²·s⁻¹. This parameter was higher significantly only for *P. cordatum* (73 μmol m⁻²·s⁻¹). The maximum specific growth rate of analyzed species was generally low, ranging from 0.34 to 1.36 day⁻¹. It was shown that values of the carbon to chlorophyll *a* ratio at the maximum growth of analyzed species varied from 112 to 328 and in most cases exceeded the known values of this parameter for diatoms.

Keywords: dinoflagellates, specific growth rate, growth efficiency, assimilation number, cell volume.