



УДК 582.261.1/27:581.1

Н. Ю. Шоман, аспирант, А. И. Акимов, н.с.

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

ВЛИЯНИЕ ФОТОАДАПТАЦИИ НА УДЕЛЬНУЮ СКОРОСТЬ РОСТА И СООТНОШЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА К ХЛОРОФИЛЛУ *a* У ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM*

Исследовано изменение скорости роста и содержания хлорофилла при переносе двух культур *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin, 1897), предварительно адаптированных к высокой и низкой освещённости, на свет различной интенсивности. Расчёт удельной скорости роста водорослей в эксперименте проводили по приросту углерода в пробе, содержание углерода определяли по оптической плотности суспензии клеток на длине волны 750 нм, концентрацию хлорофилла *a* измеряли флюориметрическим методом. В диапазоне освещённости от 16 до 430 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ период светоадаптивных изменений концентрации хлорофилла завершается в течение 2 сут и не зависит от световых условий адаптации. При экстремально высокой освещённости (900 и 1250 мкЕ·м⁻²·с⁻¹) наблюдается различие в поведении культур в ответ на действие светового фактора. У тенееадаптированных водорослей в течение 1 – 2 сут отмечается фотоингибирование роста и повышение отношения С/Хл до 140 – 250. При дальнейшей экспозиции при этих условиях функциональная активность водорослей восстанавливается и отношение С/Хл снижается до 80 – 90. Процесс адаптивных изменений завершается в течение примерно 5 – 6 сут. У светоадаптированной культуры наблюдается большая устойчивость ростовых характеристик и удельного содержания хлорофилла к действию света высокой интенсивности.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, удельная скорость роста, отношение С/Хл, световая адаптация

Одним из главных экологических факторов, влияющих на физиологическое состояние водорослей, является свет. Он определяет рост, развитие и интенсивность фотосинтеза в клетках водорослей. Свет высокой интенсивности может приводить к фотоингибированию, деструкции фотосинтетических пигментов и гибели клеток [1]. В природных условиях водоросли подвергаются значительным колебаниям интенсивности света, поэтому при резкой смене интенсивности света нередко попадают в стрессовые условия, адаптируясь к которым меняют свои физиологические характеристики. Изменение ростовых показателей и концентрации пигментов у многих видов водорослей в зависимости от светового фактора неоднократно исследовалось и обсуждалось [6, 7, 13]. Однако большинство исследований проводилось в узком диапазоне освещённости (в области лимитирующей и насыщающей интенсивности света), и мало внимания уделялось динамике физиологических показателей водорослей при адаптации к свету различной интенсивности.

Цель исследования заключалась в изучении влияния фотоадаптации на удельную скорость роста

и соотношения органического углерода к хлорофиллу *a* диатомовой водоросли *Phaeodactylum tricornutum*.

Материал и методы. В качестве объекта исследования выбрана альгологически чистая культура *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin, 1897) из коллекции отдела экологической физиологии водорослей ИнБЮМ НАНУ. Исходную культуру *P. tricornutum* в течение 14 сут до начала эксперимента адаптировали к двум различным интенсивностям света – 17 и 225 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ – «тенева» и «световая» культуры соответственно. Культуры поддерживали в определённом диапазоне плотностей в экспоненциальной фазе роста путём разбавления свежей питательной средой 2 раза в сут. Затем обе культуры переносили на световую решётку и выращивали при интенсивности света 16, 25, 50, 110, 430, 900 и 1250 мкЕ·м⁻²·с⁻¹. Световая решётка представляет собой закрытую конструкцию с отдельными ячейками для склянок и независимым источником освещения (светодиод) для каждой из них. Освещение инкубационных склянок осуществлялось снизу. Различная освещённость создавалась с помощью сетчатых

фильтров, помещаемых между светодиодом и склянкой. Уровень освещённости определяли внутри склянок зондирующим 4П датчиком квантометра QSL 2101.

В ходе эксперимента водоросли выращивали на среде F/2 при непрерывном освещении и температуре 15°C в течение 9 сут. Культуры поддерживали в экспоненциальной фазе роста путём разбавления свежей питательной средой один раз в сут строго до концентрации 1 мг С·л⁻¹, определяемой по оптической плотности культуры. Определение исходных значений содержания органического углерода в культуре проводили на CHN-анализаторе [11]. Изменения концентрации углерода отслеживали, измеряя оптическую плотность суспензии клеток на длине волны 750 нм в 10-сантиметровой цилиндрической кювете на спектрофотометре СФ-26. Для этого предварительно проводилась калибровка значений оптической плотности и содержания углерода, измеренного на CHN-анализаторе, калибровочная зависимость приведена нами ранее [4]. Абсолютная погрешность измерения содержания углерода, имеющая инструментальный характер, определена экспериментально и не превышала 0.05 мг С·л⁻¹.

Концентрацию хлорофилла в клетках водорослей определяли флуориметрическим методом [5].

Удельную скорость роста микроводорослей рассчитывали по приросту углерода в пробах по уравнению [3]:

$$\mu = \frac{\ln C_t - \ln C_0}{t}, \quad (1)$$

где μ – удельная скорость роста, сут⁻¹; C_0 и C_t – исходная концентрация углерода и его количество

через время t , мг·л⁻¹; t – время между измерениями в сут.

Максимальная абсолютная погрешность измерения скорости роста в диапазоне минимальных концентраций водорослей в эксперименте составляла 0.07 сут⁻¹. Зависимость удельной скорости роста водорослей от световых условий описывали с помощью уравнения [8]:

$$\mu = \frac{\mu_{\max}}{2} * \tanh\left(\frac{\alpha I}{\mu_{\max}}\right) * \left\{1 - \frac{I - I_b}{[(I - I_b)^8 + I_t^8]^{1/8}}\right\}, \quad (2)$$

где μ – удельная скорость роста водорослей при интенсивности света I , сут⁻¹; μ_{\max} – максимальная удельная скорость роста, сут⁻¹; α – начальный угол наклона кривой светозависимого роста, сут⁻¹/(мкЕ·м⁻²·с⁻¹); I_t – интенсивность света, выше которой наблюдается ингибирование роста водорослей, мкЕ·м⁻²·с⁻¹; I_b – интенсивность света, при которой μ составит 37% от μ_{\max} в области ингибирующих интенсивностей света, мкЕ·м⁻²·с⁻¹.

Результаты. После переноса на различные интенсивности света удельная скорость роста водорослей изменялась соответственно новым условиям освещения. Значения скорости роста на 2 сут эксперимента при лимитирующей освещённости не различались между двумя исследуемыми культурами (рис. 1).

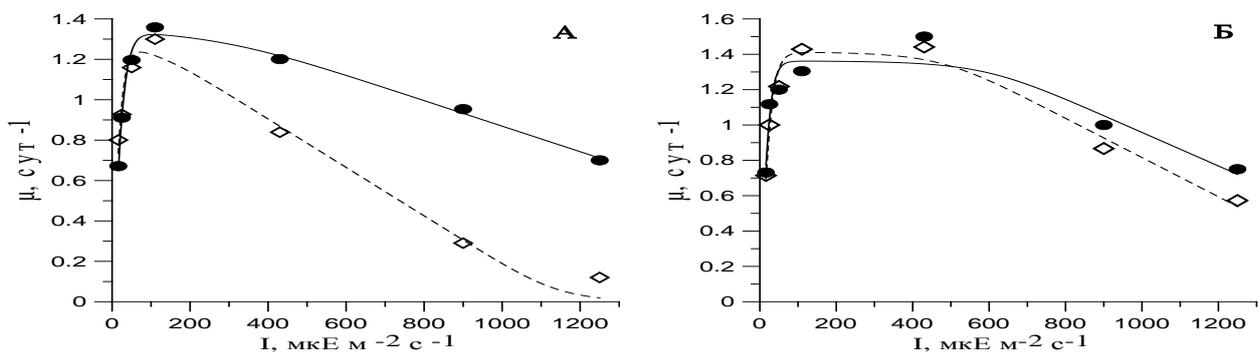


Рис. 1 Световые зависимости удельной скорости роста «световой» (—●—) и «теневой» (---◇---) культур *P. tricornutum*, полученные на 2 (А) и 8 (Б) сутки эксперимента. Точками на графиках обозначены измеренные значения, линиями – рассчитанные по уравнению (2)

Fig. 1 Light dependence of specific growth rate of the «light» (—●—) and «shadow» (---◇---) cultures *P. tricornutum*, obtained on 2 (A) and 8 (B) days of the experiment. Points on the graphs indicate measured values, lines indicate the values computed using the equation (2)

Начальный угол наклона кривых роста у свето- и тенеадаптированной культур как на 2, так и на 8 сут экспозиции составлял 0.043 –

0.05 сут⁻¹/(мкЕ·м⁻²·с⁻¹) (табл. 1). При этом удельное содержание хлорофилла в клетках водорослей обеих культур не различалось.

Табл. 1 Основные параметры, описывающие зависимость удельной скорости роста *P. tricornutum* от световых условий

Table 1 The main parameters describing the dependence of specific growth rate *P. tricornutum* from light conditions

«Световая культура»					«Теневая культура»				
α , сут ⁻¹ / (мкЕ·м ⁻² ·с ⁻¹)	μ_{max} , сут ⁻¹	I_k , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹	I_t , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹	I_b , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹	α , сут ⁻¹ / (мкЕ·м ⁻² ·с ⁻¹)	μ_{max} , сут ⁻¹	I_k , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹	I_t , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹	I_b , мкЕ· м ⁻² ·с ⁻¹
2-е сутки эксперимента									
0.043 ± 0.007	1.35	33	200	1300	0.050 ± 0.007	1.3	30	110	615
8-е сутки эксперимента									
0.043 ± 0.007	1.4	35	620	1290	0.050 ± 0.007	1.4	34	450	1200

Достоверных различий между величинами I_k (насыщающая рост водорослей интенсивность света) двух культур на протяжении всего эксперимента не наблюдалось (табл. 1). На начальном этапе экспозиции водоросли имели максимальную скорость роста в узком световом диапазоне – примерно от значений I_k до 200 и 110 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ у свето- и тенеадаптированной культур соответственно. Однако по мере адаптации к новым световым условиям диапазон оптимальной для роста освещённости расширялся у обеих культур. Так, у водорослей, предварительно адаптированных к 225 мкЕ·м⁻²·с⁻¹, на 8 сут экспозиции верхняя граница светового плато повысилась до 600 мкЕ·м⁻²·с⁻¹. При более высокой освещённости отмечено снижение

удельной скорости роста от 1.4 при 600 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ до 0.7 при 1250 мкЕ·м⁻²·с⁻¹.

У тенеадаптированной культуры на начальном этапе эксперимента при освещённости, превышающей 110 мкЕ·м⁻²·с⁻¹, наблюдалось более выраженное ингибирование скорости роста. Так, величина коэффициента I_b у «теновой» культуры составляла 615 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ по сравнению с 1300 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ у «световой» культуры. По мере адаптации к новым световым условиям скорость роста клеток повышалась. К концу эксперимента максимальный рост (1.4 сут⁻¹) наблюдался в световом диапазоне до 450 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ (рис. 1Б). Динамика удельной скорости роста тенеадаптированной культуры на различной освещённости представлена на рис. 2.

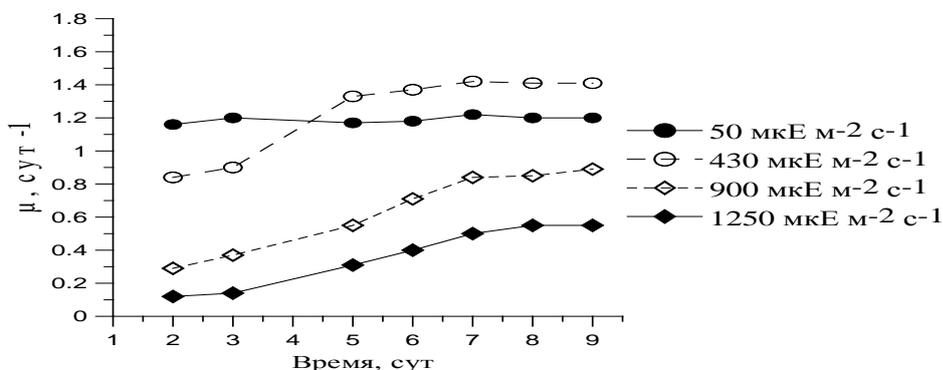
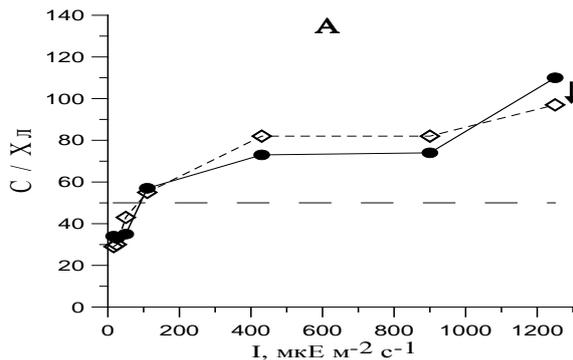


Рис. 2 Динамика удельной скорости роста «теновой» культуры *P. tricornutum* при экспозиции на различной интенсивности света

Fig. 2 The dynamics of specific growth rate of the «shadow» culture *P. tricornutum* during exposition on the different light intensity

При интенсивности света $50 \text{ мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ культура сохраняла постоянную скорость роста (1.2 сут^{-1}) на протяжении всего эксперимента. При высокой освещённости 430, 900 и 1250 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ скорость роста водорослей постепенно увеличивалась по мере адаптации к новым условиям освещения. При этом быстрый подъем значений скорости роста начинался после 3 сут экспозиции при этой освещённости.



На 8 сут эксперимента скорость роста достигала значений, наблюдаемых у светоадаптированной культуры, а величина I_b двух культур практически не различалась.

Выращивание водорослей при разных условиях освещения приводило к изменению значений отношения $C/X_{л}$ (величина обратная удельной концентрации хлорофилла a) (рис. 3).

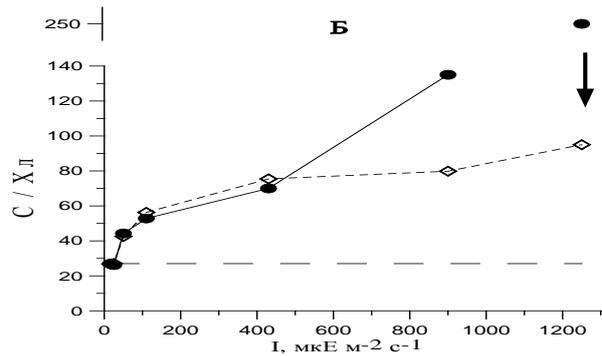


Рис. 3 Световые зависимости отношения $C/X_{л}$ у «световой» (А) и «теневого» (Б) культур *P. tricornutum* на 2 (—●—) и 8 (---◇---) сутки эксперимента; пунктирной линией (— — —) обозначены исходные значения $C/X_{л}$
 Fig. 3 Light dependence of the C/Chl ratio of the «light» (A) and «shadow» (B) cultures *P. tricornutum* on 2 (—●—) and 8 (---◇---) days of the experiment; initial values of the C/Chl ratio are indicated by a dotted line

Светоадаптивные изменения концентрации хлорофилла у обеих культур в световом диапазоне от 16 до 430 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ завершались в течение 2 сут. При этом как у свето-, так и у тенеадаптированной культуры отношение $C/X_{л}$ изменялось от 25 при 16 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ до 75 при 430 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. При освещённости выше 430 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ водоросли, адаптированные к высокой и низкой интенсивности света, по-разному реагировали на изменение светового фактора. Так, у светоадаптированной культуры при освещённости 900 и 1250 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ в течение 1 – 2 сут экспозиции отношение $C/X_{л}$ повышалось от исходных 50 до 80 – 110 и сохранялось примерно на этом уровне в течение всего эксперимента (рис. 3А). У тенеадаптированной культуры при освещённости, превышающей 430 $\text{мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, на начальном этапе эксперимента наблюдалось повышение значений отношения $C/X_{л}$ с максимумом на 2 сут (рис. 4), что коррелировало с ингибированием роста культуры (см. рис. 1). При дальнейшей экспозиции водо-

рослей при этих условиях отношение $C/X_{л}$ снижалось, одновременно наблюдалось повышение скорости роста. Период восстановления функциональной активности клеток после светового ингибирования продолжался 3 – 4 сут.

Обсуждение. Одной из задач нашего исследования являлось сравнение ростовых показателей водорослей, предварительно адаптированных к разным световым условиям. В отличие от «острых» экспериментов (например, измерение скорости фотосинтеза), при которых возможно определение «мгновенных» значений параметров сравниваемых культур, при исследовании ростовых параметров неизбежен процесс адаптивных изменений, возникающих в процессе самого исследования. Исходное состояние сравниваемых культур могло быть охарактеризовано нами лишь по двум параметрам – величине отношения $C/X_{л}$ и скорости роста, которые соответствовали условиям предварительной адаптации водорослей.

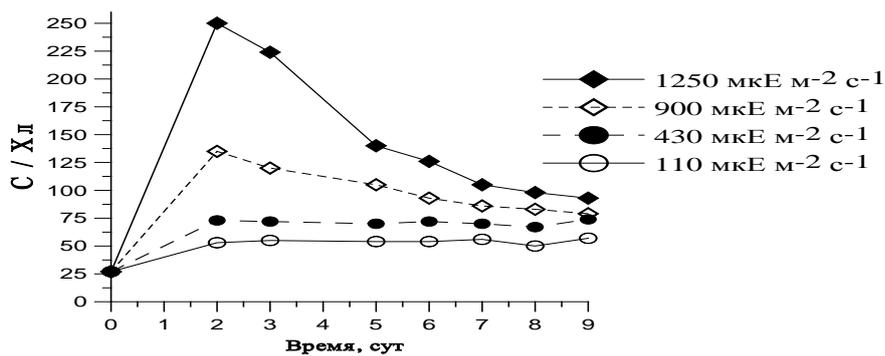


Рис. 4 Динамика отношения C/Хл «теневого» культуры *P. tricornutum* при высокой интенсивности света
 Fig. 4 The dynamics of the C/Chl ratio of the "shadow" culture *P. tricornutum* at high light intensity

Перенос культур на свет разной интенсивности позволил определить такие величины, как начальный угол наклона световой зависимости скорости роста (α), максимальную скорость роста (μ_{\max}), насыщающую интенсивность света (I_k) и степень устойчивости водорослей к экстремальным световым условиям. Начальный угол наклона кривых роста имеет большое значение в условиях светового лимитирования и отражает величину эффективности утилизации световой энергии пигментами водорослей. Считается, что квантовый выход фотосинтеза и роста при обеспеченности водорослей биогенными элементами является устойчивым параметром и слабо различается у клеток, адаптированных к разным условиям среды. Кроме того, он практически не различается между видами [16, 17]. Такая точка зрения согласуется с полученными нами данными, где эффективность роста не различалась у водорослей, адаптированных к низкой и высокой освещенности. В целом полученные результаты показали, что не более чем через 2 сут экспозиции при новых световых условиях не только начальные углы наклона, но и значения μ_{\max} и I_k достоверно не различались между двумя исследуемыми культурами. Устойчивость водорослей к экстремальным световым условиям на начальном этапе эксперимента была выше у светоадаптированной культуры, что выражалось в меньшей степени ингибирования роста и фотодеструкции хлорофилла.

Скорость изменения концентрации хлорофилла a в зависимости от световых условий неоднократно исследовалась и обсуждалась в литературе. Однако в большинстве своём ис-

следования проводились в области лимитирующей и близкой к насыщающей интенсивности света. В большинстве работ период светоадаптивных изменений концентрации хлорофилла при такой освещенности занимал от нескольких часов до 2 сут [6, 7, 13].

В нашей работе первое измерение концентрации хлорофилла проведено на 2-е сутки после изменения световых условий. В течение этого периода удельная концентрация хлорофилла выходила на уровень, соответствующий новым световым условиям, и в ходе дальнейшей экспозиции существенно не изменялась. Причём это наблюдалось как при повышении, так и при понижении освещенности от исходных значений. Однако такой характер светоадаптивных изменений концентрации хлорофилла наблюдался для «теневого» культуры до 430, а для «световой» - до 900 мкЕ·м⁻²·с⁻¹. При более высокой интенсивности света отмечено значительное повышение отношения C\Хл, сопряжённое с ингибированием скорости роста водорослей. При этом наблюдался обратимый характер этих изменений.

Работ, посвящённых светоадаптивным изменениям концентрации хлорофилла морских водорослей при экстремально высокой освещенности в литературе встречается немного. Считается, что при чрезмерной плотности светового потока степень светового ингибирования определяется уровнем равновесия процессов повреждения и восстановления структур реакционных центров фотосистемы II [14]. Установлена взаимосвязь между фотоингибированием скорости роста и степенью фотоокисления хлорофилла [10, 15]. Мы полагаем, что описы-

ваемые нами эффекты экстремального повышения отношения C/Xл при высокой освещённости связаны с механизмами фотодеструкции пигментов. Особенностью представленных результатов является обратимый характер светового ингибирования. Подобных данных в литературе по морским водорослям найти не удалось. Исследования с *Pseudo-nitzschia multiseries* показали, что при переносе культуры с 50 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ на высокую интенсивность света (800 – 1100 мкЕ·м⁻²·с⁻¹) на 4 сут эксперимента отношение C/Xл повышалось до 130 – 150. Дальнейшая экспозиция водорослей в этих условиях сопровождалась ещё большим повышением отношения C/Xл, и на 12 сут эксперимента его значения достигли примерно 250 [12]. Отличие этого исследования от нашего заключалось в режиме выращивания водорослей: накопительный – в [12], полупроточный – у нас. Изменения отношения C/Xл могут быть также связаны с защитными механизмами, препятствующими фотоингибированию и фотодеструкции пигментов и включающими в себя увеличение роли фотопротекторных пигментов, модуляцию активности ксантофильного цикла, утилизацию избыточных фотоассимилятов в виде липидных глобул [2, 9]. Однако в указанных работах временная динамика возникновения и развития таких механизмов не рассматривается.

Выводы. 1. Начальный угол наклона кривой световой зависимости скорости роста и максимальная скорость роста достоверно не

различаются для водорослей, предварительно адаптированных к низкой и высокой интенсивности света. **2.** Временной интервал, необходимый для полной адаптации клеток к новым условиям освещения, занимает от 2 до 6 сут в зависимости от интенсивности света. **3.** При освещённости от 16 до 430 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ фотоадаптивные изменения концентрации хлорофилла завершаются в течение 2 сут и не зависят от световых условий. **3.** Тене- и светоадаптированные водоросли характеризуются разной степенью устойчивости к действию света высокой интенсивности (выше 430 мкЕ·м⁻²·с⁻¹). У тенеадаптированных водорослей в течение 1 – 2 сут отмечается фотоингибирование роста и повышение отношения C/Xл. Процесс восстановления функциональной активности клеток и снижение отношения C/Xл завершаются в течение примерно 5 – 6 сут. У светоадаптированных водорослей наблюдается большая устойчивость ростовых показателей и отношения C/Xл к действию света высокой интенсивности. **4.** Обратимый характер светового ингибирования свидетельствует о способности клеток сохранять высокую функциональную активность даже в крайне неблагоприятных условиях среды.

Благодарности. Авторы глубоко признательны О. А. Галатоновой за предоставленные культуры водорослей и А. Б. Кожемяке за определение концентрации органического углерода в пробах на CHN-анализаторе.

1. Рубин А. Б., Кренделева Т. Е. Регуляция первичных процессов фотосинтеза // Успехи биологической химии. – 2003. – **43**. – С. 225 – 266.
2. Соловченко А. Е., Чивкунова О. Б., Маслова И. П. Пигментный состав, оптические свойства и устойчивость к фотодеструкции микроводоросли *Haematococcus pluvialis*, культивируемой при высокой освещённости // Физиология растений. – 2011. – **58**, № 1. – С. 12 – 20.
3. Финенко З. З., Ланская Л. А. Рост и скорость деления водорослей в лимитированных объемах воды / Экологическая физиология морских планктонных

- водорослей. – Под ред. К. М. Хайлова. – Киев: Наук. думка, 1971. – С. 22 – 51.
4. Шоман Н. Ю., Акимов А. И. Действие света и температуры на удельную скорость роста диатомовых водорослей *Phaeodactylum tricorneratum* и *Nitzschia* sp. № 3 // Морск. экол. журн. – 2013. – **12**, № 1. – С. 85 – 91.
5. Юнёв О. А., Берсенева Г. П. Флюориметрический метод определения концентрации хлорофилла «а» и феофитина «а» в фитопланктоне // Гидробиол. журн. – 1986. – **2**, № 2. – С. 89 – 95.
6. Anning T., MacIntyre H. L., Platt S. M., Sammes P. J. Gibb S., Geider R. J. Photoacclimation in the marine diatom *Skeletonema costatum* // Limnol. Oceanogr. – 2000. – **45**. – P. 1807 – 1817.

7. Cullen J. J., Lewis M. R. The kinetics of algal photoadaptation in the context of vertical mixing // J. Plankton Res. – 1988. – **10**. – P. 1039 – 1063.
8. Gallegos C. L., Platt T., Harrison W. G., Irwin B. Photosynthetic parameters of arctic marine phytoplankton: vertical variations and time scales of adaptation // Limnol. Oceanogr. – 1983. – **28**, № 4. – P. 698 – 708.
9. Hagen C., Braune W., Bjorn W. Functional aspects of secondary carotenoids in *Haematococcus lacustris*. Action as a Sunshade // J. Phycol. – 1994. – **30**. – P. 241 – 248.
10. Kok B., Gassner E. B., Rurainski H. J. Photoinhibition of chloroplast reactions // Photochem. Photobiol. – 1965. – **42**. – P. 15 – 27.
11. Methods of seawater analysis / ed. by K. Grasshoff, M. Ehrhardt, K. Kremling. – Rev. 2, ans. extended ed. – Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel: Verlag Chemie. – 1983. – 419 p.
12. Pan Y., Subba Rao D. V., Mann K. H. Acclimation to low light intensity in photosynthesis and growth of *Pseudo-nitzschia multiseriata* Hasle, a neurotoxic diatom // J. Plankton Res. – 1996. – **18**. – P. 1427 – 1438.
13. Post A. F., Dubinsky Z., Wyman K., Falkowski P. G. Kinetics of light intensity adaptation in a marine planktonic diatom // Mar. Biol. – 1984. – **83**. – P. 231 – 238.
14. Powles S. B. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light // Plant Physiol. – 1984. – **35**. – P. 15 – 32.
15. Sadakane H., Ishibashi K., Yoshimoto M. Effects of low temperature, light and O₂ on chillingsensitive and resistant strains in *Chlorella ellipsoidea* // Plant Cell Physiol. – 1981. – **22**, № 4. – P. 657 – 666.
16. Senger H. Efficiency of incident light utilization and quantum requirement of microalgae / Mitsui A. and Black C. C. CRC handbook of biosolar resources. – Cleveland, 1982. – P. 55 – 58.
17. Welschmeyer N. A., Lorenzen C. J. Chlorophyll-specific photosynthesis and quantum efficiency at subsaturating light intensities // J. Phycol. – 1981. – **17**. – P. 283 – 293.

Поступила 19 сентября 2012 г.
После доработки 30 августа 2013 г.

Вплив фотоадаптації на питому швидкість росту та співвідношення органічного вуглецю до хлорофілу *a* у діатомовій водорості *Phaeodactylum tricornerutum*. Н. Ю. Шоман, А. І. Акімов Досліджено зміну швидкості росту та вмісту хлорофілу при перенесенні двох культур *Phaeodactylum tricornerutum* (Bohlin, 1897), заздалегідь адаптованих до високої і низької освітленості, на світло різної інтенсивності. Розрахунок питомої швидкості росту водоростей в експерименті проводили по приросту вуглецю в пробі, вміст вуглецю визначали по оптичній щільності суспензії клітин на довжині хвилі 750 нм, концентрацію хлорофілу *a* вимірювали флуориметричним методом. У світловому діапазоні від 16 до 430 мкЕ·м⁻²·с⁻¹ період адаптивних змін концентрації хлорофілу завершується протягом 2 діб і не залежить від світлових умов адаптації. При екстремально високій інтенсивності світла (900 і 1250 мкЕ·м⁻²·с⁻¹) спостерігається відмінність в поведінці культур у відповідь на дію світлового фактора. У «тіньової» культури протягом 1 – 2 діб відзначається світлове пригнічення росту і підвищення відношення C/Хл до 140 – 250. При подальшій експозиції при цих умовах функціональна активність водоростей відновлюється і відношення C/Хл знижується до 80 – 90. Процес адаптивних змін завершується протягом приблизно 5 – 6 діб. У світлоадаптованій культурі спостерігається більша стійкість ростових показників і питомого вмісту хлорофілу до дії світла високої інтенсивності.

Ключові слова: діатомові водорості, питома швидкість росту, відношення C/Хл, світлова адаптація

Effect of photoadaptation on the specific growth rate and carbon to chlorophyll *a* ratio in diatoms *Phaeodactylum tricornerutum*. N. Yu. Shoman, A. I. Akimov. The change of growth rate and the chlorophyll content has been investigated during the transfer of two cultures *Phaeodactylum tricornerutum* (Bohlin, 1897), previously adapted to high and low light, into the light of varying intensity. The calculation of the specific growth rate of algae in the experiment was performed on a gain of the carbon in the sample; carbon content was determined by optical density of the cell suspension at 750 nm; the concentration of chlorophyll *a* was measured by fluorimetric method. The period of adaptive changes of chlorophyll concentration finishes for 2 days and is independent of light conditions of adaptation in the light range of 16 to 430 мкЕ·м⁻²·с⁻¹. At extremely high light (900 and 1250 мкЕ·м⁻²·с⁻¹), the difference in the behavior of cultures in response to the light factor is observed. In the «shadow» culture photoinhibition of growth and increasing C/Chl ratio to 140 – 250 is observed for 1 – 2 days. During further exposition of algae under these conditions the functional activity of algae is reduced and C/Chl ratio decreases to 80 – 90. The process of adaptive changes is completed within about 5 - 6 days. In the «light» culture more stability of growth characteristics and the specific chlorophyll content to light of high intensity is observed.

Key words: diatoms, specific growth rate, C/Chl ratio, light adaptation.