

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА В КУЛЬТУРАХ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ЧЁРНОГО МОРЕЯ

И. М. Мансурова, Л. В. Стельмах

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, РФ,
ira.mansurova2013@yandex.ua

Исследовано влияние света на содержание органического углерода и азота в клетках черноморских видов динофитовых водорослей, а также на их объем при различных интенсивностях света. Показано, что для большинства исследованных видов в световом диапазоне от 56 до 344 $\text{мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ существенных изменений внутриклеточного содержания органического углерода и азота, а также объема клеток не наблюдалось. Получены степенные зависимости, отражающие связь содержания углерода и азота в клетках водорослей с их объемом.

Ключевые слова: динофитовые водоросли, органический углерод, азот, объем клеток

Эксперименты, выполненные ранее на культурах диатомовых и динофитовых водорослей, показали, что по мере увеличения объема клеток содержание органического углерода и азота в них закономерно возрастает [1, 2]. Эти зависимости получены, как правило, при низких интенсивностях света. Поэтому вопрос о том, как различные интенсивности света сказываются на накоплении углерода и азота в клетках водорослей, остается не до конца выясненным. Цель работы – определить влияние различных интенсивностей света на содержание органического углерода, азота и на их связь с объемом клеток в культурах массовых видов динофитовых водорослей Чёрного моря.

Материал и методы. В работе использовали шесть видов альгологически чистых культур динофитовых водорослей: *Gyrodinium fissum* (Levander, 1894), *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld, 1901), *P. pusillum* (Schiller, 1928), *P. micans* (Ehrenberg, 1833), *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg, 1840), *Scrippsiella trochoidea* (Stein, 1883) из коллекции отдела экологической физиологии водорослей ИМБИ (Севастополь). Культуры выращивали на среде f/2 [3] при температуре 19–22 °С. Световые условия создавали с помощью люминисцентных ламп PHILIPS TL RS 20W/54-765. Культуры водорослей выращивали в колбах объемом 1 л при пяти интенсивностях непрерывного искусственного освещения в диапазоне ФАР 10–344 $\text{мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$. Водоросли поддерживали в экспоненциальной фазе роста, предварительно адаптировав к световым и температурным условиям эксперимента. Содержание органического углерода и азота в клетках измеряли на СНН-анализаторе [4]. Линейные размеры клеток определяли с помощью светового микроскопа ZEISS Primo Star в 20 повторностях. Объем клеток рассчитывали по формулам [5], основываясь на принципе геометрического подобия. Для оценки статистических параметров использовали пакет Grapher 7.0.

Результаты и обсуждение. Выполненные исследования показали, что для большинства изученных видов в световом диапазоне от 10 до 56 $\text{мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ содержание органического углерода и азота в клетках снижалось не более чем на 30% с последующим незначительным увеличением при интенсивности света 56–344 $\text{мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ (рис. 1). У *P. pusillum* исследуемые параметры изменялись слабо. Подобный характер изменений наблюдался, как правило, и для объема клеток. На основе результатов построены зависимости, отражающие связь содержания органического углерода и азота в

клетках с их объемом: по мере увеличения среднего объема клеток от 44 до 15000 мкм³ содержание в них указанных компонентов возрастало в 150–200 раз (рис. 2).

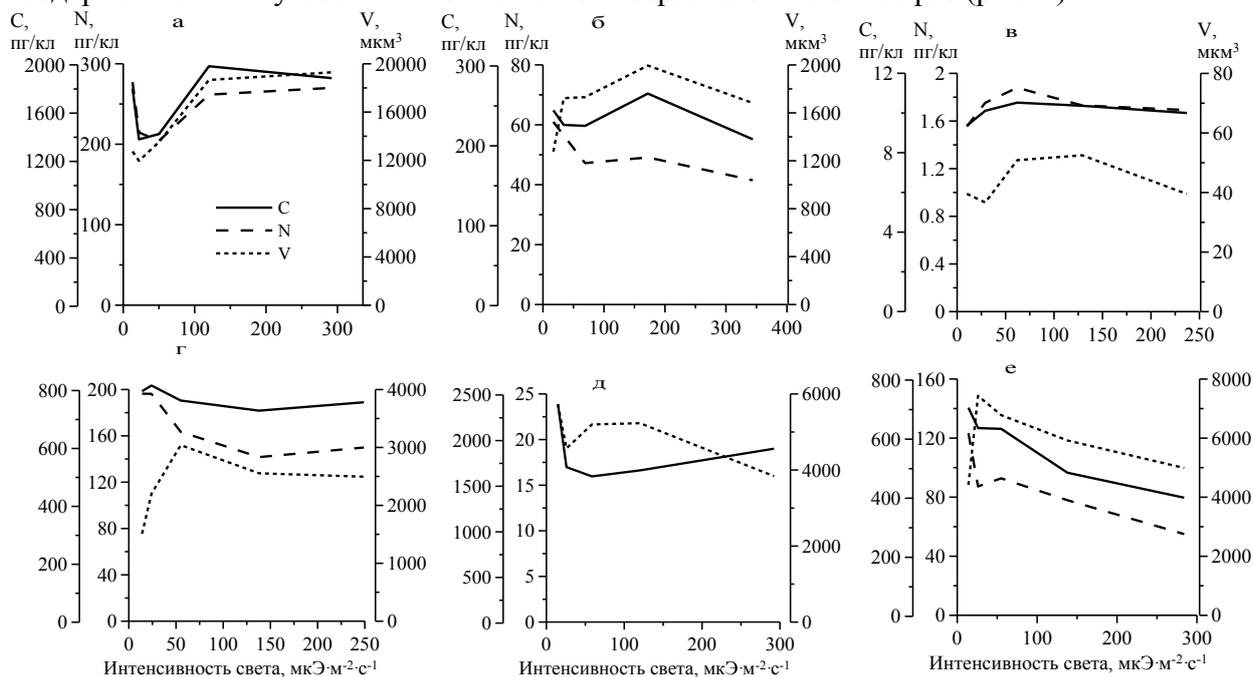


Рис. 1 Содержание в клетках водорослей органического углерода (С), азота (N) и их объем (V) в зависимости от интенсивности света для шести видов динофитовых водорослей: *G. fissum* (а), *P. cordatum* (б), *P. pusillum* (в), *H. triquetra* (г), *P. micans* (д) и *S. trochoidea* (е)

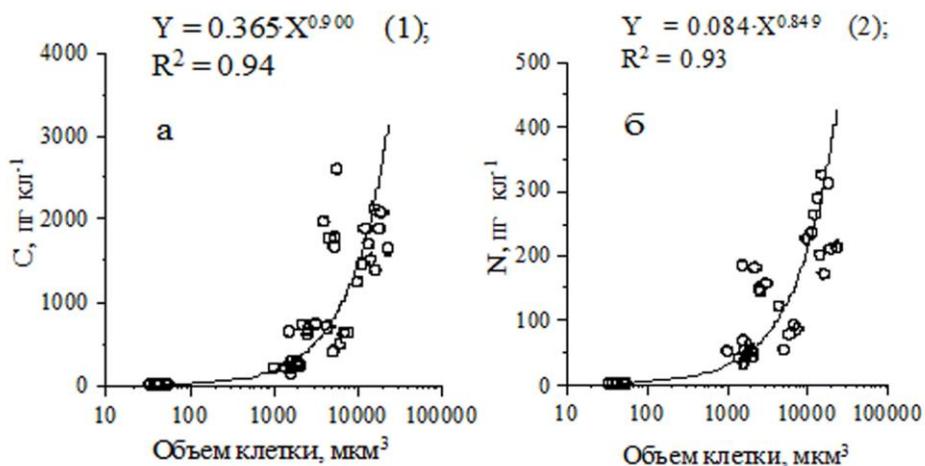


Рис. 2 Содержание органического углерода (С) и азота (N) как функция объема клеток при всех исследованных интенсивностях света для шести видов динофитовых водорослей

Как видно, степенной коэффициент уравнения 1 выше по сравнению с коэффициентом уравнения 2. Из этого следует, что по мере увеличения объема клеток исследованных видов динофитовых водорослей содержание в них углерода будет нарастать быстрее, чем азота. Отсюда можно предположить, что у мелких клеток отношение C/N будет ниже, чем у крупных.

Выявленные нами зависимости внутриклеточного содержания углерода и азота от объема клеток у динофитовых водорослей в достаточно широком световом диапазо-

не близки к полученным ранее для этой группы водорослей при низких интенсивностях света [1, 2, 6]. С большой долей вероятности можно полагать, что рассчитанные нами уравнения применимы для оценки указанных параметров у динофитовых водорослей, растущих при разных интенсивностях света.

Выводы. На основе исследований, выполненных на шести черноморских видах динофитовых водорослей, получены зависимости между объемом клеток и содержанием в них органического углерода и азота. Эти уравнения позволяют рассчитывать содержание углерода и азота в клетках по их объему при различных значениях интенсивности света.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам отдела экологической физиологии водорослей ИМБИ Кожемяке 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. Strathmann R. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume // *Limnology and Oceanography*. 1966. № 12. С. 411–418.
2. Menden-Deuer S., Lessard E. J. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnology and Oceanography*. 2000. V. 45, № 3. С. 569–579.
3. Guillard R. R., Ryther J. H. Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. // *Canadian journal of microbiology*. 1962. V. 8, № 2. С. 229–239.
4. Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. *Methods of seawater analysis*. 2nd ed. Weinheim, Germany: Verlag Chem., 1983. 419 p.
5. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. *Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря*. Севастополь: Препр. ИнБЮМ НАН Украины, 2005. 25 с.
6. Павловская Т. В., Кондратьева Т. М. Зависимость содержания органического углерода от объема клеток массовых видов фитопланктона Черного моря // *Океанология*. 1981. Т. 21, вып. 3. С. 523–528

ORGANIC CARBON AND NITROGEN CONTENT IN THE CULTURES OF THE BLACK SEA DINOFLAGELLATES

I. M. Mansurova, L. V. Stelmakh

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, RAS, Sevastopol, RF, ira.mansurova2013@yandex.ua

The light influence on the content of organic carbon, nitrogen and cell volume of the Black sea dinoflagellates species at different light intensities was investigated. It is shown that for the majority of species in the range PAR from 56 to 344 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ significant changes in intracellular content of organic carbon and nitrogen, as well as the cell volume was not observed. The equations reflecting the relationship of carbon and nitrogen in the cells of algae with their volume was obtained.

Keywords: dinoflagellates, organic carbon, nitrogen, cell volume