

## Особенности метаболического профиля одноклеточной водоросли *Euglena gracilis* в условиях миксотрофии и гетеротрофии

Научный руководитель – Тараховская Елена Роллановна

Замяткина Е.Б.<sup>1</sup>, Гулк Е.И.<sup>2</sup>

1 - Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия, *E-mail: lizatekna@mail.ru*; 2 - Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, *E-mail: kategulk@gmail.com*

*Euglena gracilis* - пресноводная одноклеточная водоросль, отличительной особенностью метаболизма которой является способность как к фототрофному, так и к миксо- и гетеротрофному питанию. В условиях достаточной освещенности ведущую роль в клетках эвглены играет фотосинтетическая ассимиляция углерода, в темноте же этот организм переходит к гетеротрофии, эффективно усваивая широкий спектр экзогенных органических субстратов [2, 4]. Превалирующий в конкретных условиях тип питания и используемый субстрат вызывают существенные изменения физиолого-биохимических процессов в клетке, что отражается на метаболизме эвглены. Целью данной работы является сравнение метаболических профилей клеток *E. gracilis*, выращиваемых в условиях миксотрофии и гетеротрофии.

Культуру *Euglena gracilis* Klebs (штамм Z) выращивали на среде Cramer-Muys [1] при 25°C при постоянном освещении (50  $\mu\text{M}/\text{m}^2\text{s}$ ) (миксотрофия) или в темноте (гетеротрофия). В качестве органического субстрата в обоих случаях использовали этанол (0.5%). Содержание низкомолекулярных метаболитов в клетках было исследовано при помощи газовой хроматографии - масс-спектрометрии.

Доминирующими соединениями в метаболизме эвглены, как в условиях миксотрофии, так и при гетеротрофном выращивании, были маннит, трегалоза, глюкоза, аланин и фрагменты восковых эфиров. В целом, на свету клетки содержали в 2-4 раза большее количество органических кислот и аминокислот, чем в темноте. Достоверные различия были показаны для органических кислот цикла Кребса (напр., лимонной, щавелевой) и таких аминокислот как глицин, треонин, аспарагиновая и глутаминовая кислота и др. Метаболиты, преимущественно накапливающиеся в темноте, представляли собой производные глюкозы (свободная глюкоза, глюкозо-6-фосфат, трегалоза) и производные жирных кислот и спиртов (восковые эфиры). По-видимому, снижение содержания органических кислот в условиях гетеротрофии связано с резким усилением интенсивности клеточного дыхания, при котором устойчивые метаболиты цикла Кребса практически не накапливаются в клетке и не вовлекаются в биосинтетические процессы (что приводит, в частности, к снижению интенсивности биосинтеза аминокислот). Также в темноте клетки эвглены перестают синтезировать хлорофилл (содержание этого пигмента за 4 суток падает примерно в 10 раз) и ряд фотосинтетических ферментов. Этанол метаболизируется в клетках эвглены в ходе реакций глюконеогенеза, приводящих к формированию глюкозы, так что повышение содержания глюкозы и ее производных в темноте может являться следствием активного потребления этанола. Эти результаты соответствуют данным об увеличении содержания запасного полисахарида парамилона ( $\beta$ -1,3-глюкан) в клетках *E. gracilis* при выращивании в темноте в присутствии этанола. Восковые эфиры являются специфическими метаболитами клеток эвглены [3], и их повышенное содержание в условиях гетеротрофии, по-видимому, объясняется тем, что эвглена накапливает их наряду с углеводами в качестве запасных соединений.

Проект выполняется при поддержке РФФИ (грант № 20-04-00944).

### Источники и литература

- 1) Cramer M., Myers J. Growth and photosynthetic characteristics of *Euglena gracilis* // Archiv für Mikrobiologie. 1952. V. 17. P. 384–402.
- 2) Hosotani K., Ohkochi T., Inui H., Yokota A., Nakano Y., Kitaoka S. Photoassimilation of fatty acids, fatty alcohols and sugars by *Euglena gracilis* Z // J. Gen. Microbiol. 1988. V. 134. P. 61–66.
- 3) Inui H., Miyatake K., Nakano Y., Kitaoka S. Wax ester fermentation in *Euglena gracilis* // FEBS Letters. 1982. V. 150. P. 89–93.
- 4) Ogbonna J. C., Ichige E., Tanaka H. Interactions between photoautotrophic and heterotrophic metabolism in photoheterotrophic cultures of *Euglena gracilis* // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2002. V. 58. P. 532–538.