

Е.И. Гулк, Е.Б. Замяткина,  
В.С. Лемешева, Е.Р. Тараховская

**ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ НА МЕТАБОЛИЗМ *EUGLENA GRACILIS***

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург Россия

E.I. Gulk, E.B. Zamyatkina, V.S. Lemesheva,  
E.R. Tarakhovskaya

**EFFECT OF EXOGENOUS ORGANIC SUBSTRATES ON THE METABOLISM OF *EUGLENA GRACILIS***

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg,  
Russia

kategulk@gmail.com

Одноклеточная водоросль *Euglena gracilis* Klebs. является миксотрофным организмом, характеризующимся высокой метаболической пластичностью. В дополнение к фототрофному питанию, эвглена способна усваивать широкий спектр органических субстратов: сахара, спирты, органические кислоты, аминокислоты и др. Присутствие источников органического углерода приводит к существенным перестройкам метаболизма эвглены. Целью данной работы является исследование роста культур и метаболизма клеток *E. gracilis* в присутствии органических субстратов разной химической природы.

Водоросли культивировались на среде Crater-Myers (25 °C, 50 µM/м<sup>2</sup>с) автотрофно (контроль) или в присутствии субстратов (этанол, глюкоза, галактоза, бутанол, глицин, гликолевая кислота, глицерин). Культура доводилась до начала фазы экспоненциального роста (4 суток), после чего оценивались количество и биохимический состав клеток.

Культура эвглены достигала наибольшей плотности в присутствии этанола и глюкозы (соответственно, в 2 и 3 раза выше контроля). При этом в клетках активно накапливался парамилон (запасной полисахарид) и снижалось содержание фотосинтетических пигментов. Этот эффект был особенно выражен в клетках, растущих в присутствии этанола — содержание парамилона в них было на порядок выше (до 1 нг на клетку), а содержание хлорофилла «а» — в 4 раза ниже, чем в контроле. В присутствии бутанола и глицерина рост культуры замедлялся (соответственно, в 2 и 1.5 раза, по сравнению с контролем). Однако эти субстраты также стимулировали запасание парамилона и снижение содержания хлорофилла «а» в клетках. Остальные субстраты не оказали достоверного влияния на скорость деления клеток эвглены. При этом клетки, выращенные в присутствии гликолевой кислоты и глицина, содержали в 2.5 раза больше парамилона, чем клетки контрольного варианта. Галактоза не оказала значимого эффекта на содержание парамилона в клетках эвглены, однако стимулировала синтез хлорофилла «а» и каротиноидов.

По-видимому, *E. gracilis* использует разные «стратегии» усвоения экзогенных органических субстратов, в зависимости от их химической природы. Предпочтительными субстратами являются этанол и глюкоза, при этом в первом случае дополнительный углерод преимущественно используется в реакциях глюконеогенеза и запасается в клетке в форме парамилона, а во втором случае — расходуется на увеличение скорости деления клеток (т. е., на дыхание и синтез белка). При этом у эвглены существенно подавляются фотосинтетические

процессы. Усвоение гликолевой кислоты и глицина, напротив, не сопровождается значимыми изменениями фотосинтетической активности. Эффективное усвоение бутанола и глицерина, по-видимому, требует наиболее значительных перестроек метаболизма клеток эвглены, что приводит к увеличению продолжительности лаг-фазы развития культуры.

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

В.А. Деркач, Ж.М. Залуцкая, Е.В. Ермилова  
**РЕГУЛЯЦИЯ СИНТЕЗА ПРОЛИНА ОДНОКЛЕТОЧНОЙ ЗЕЛЕННОЙ ВОДОРΟΣЛЮ *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ**

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия

V.A. Derkach, Zh.M. Zalutskaya, E.V. Ermilova  
**REGULATION OF PROLINE BIOSYNTHESIS IN UNICELLULAR GREEN ALGAE *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* UNDER STRESS CONDITIONS**

Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

derkachvita99@gmail.com

Многие организмы, включая фотосинтезирующие эукариотические микроорганизмы, используют в адаптации к действию различных по природе стрессоров органические молекулы, к которым относится и пролин. Установлено, что пролин накапливается в клетках *Chlamydomonas reinhardtii* в условиях солевого стресса, выполняя функции осмолитика [1]. Однако вопрос о вовлечении пролина в адаптацию *C. reinhardtii* к другим стрессовым воздействиям ранее никем не изучался, и не были охарактеризованы возможные механизмы контроля его биосинтеза. У *C. reinhardtii* возможны два пути формирования пролина: (1) из глутамата и (2) из аргинина через орнитин. Следует подчеркнуть, что два первых этапа «глутаматного пути» у *C. reinhardtii* катализируются отдельными ферментами (глутамат-5-киназой и глутамат-5-полуальдегид дегидрогеназой), как это происходит у бактерий, и соответственно отличаются от растений, у которых обе реакции катализируются одним бифункциональным ферментом — пирролин-5-карбоксилатсинтетазой. В работе использовали метод количественной ПЦР, биохимические методы анализа белка и хлорофилла, а также газовую хроматографию, совмещенную с масс-спектрометрией. Полученные нами данные впервые указывают на то, что пролин используется клетками *C. reinhardtii* в качестве универсальной защитно-адаптивной молекулы при действии стрессоров различной природы, включая гипертермию и гипоксию, и во всех проанализированных случаях происходит значительная индукция гена *GGK1* (глутамат-5-киназа 1), который, по нашему мнению, может служить «геном-маркером» указанных стрессовых условий для *C. reinhardtii*. Т.о., контроль транскрипции вовлечен в регуляцию аккумуляции пролина в стрессовых условиях. На основе анализа полученных трансформантов со сниженными уровнями усеченного гемоглобина 2 и использования генератора окиси азота (DEA-NONOate) была подтверждена высказанная нами гипотеза о вовлечении NO в контроль аккумуляции пролина, и установлено, что регуляция