

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА КЛЕТОК *DUNALIELLA SALINA* ПРИ АЗОТНОМ ГОЛОДАНИИ

Самович Т.В., Чепелева Е.В., Свечко А.Д., Козел Н.В.

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Dunaliella salina представляет собой галофитную зеленую микроводоросль, которая способна расти и размножаться при уровне солености от 0,5 до 5,0 М NaCl. При благоприятных для роста условиях данная водоросль продуцирует β-каротин (провитамин А) в количествах, равных около 0,3% сухой массы, аналогично содержанию β-каротина в листьях растений и других водорослях. Однако под действием стрессовых факторов накопление вторичного β-каротина (не связанного с фотосинтетическим аппаратом) может достигать 10% от сухой массы, что является самым высоким содержанием β-каротина для любой известной водоросли, растения или другого микроорганизма [1]. В данной работе исследовали влияние модификации состава питательной среды, в частности, удаления из стандартной среды Артари азота, на содержание в клетках *Dunaliella salina* штамма IBCE D-1 фотосинтетических пигментов, фотохимическую активность фотосистем (ФС) клеток, накопление белка D1 реакционного центра ФС 2 и продукцию клетками микроводоросли β-каротина на свету низкой и высокой интенсивности.

Для анализа активности фотосистем использовали метод индукции флуоресценции хлорофилла (РАМ-флуориметрию). Количество белков фотосистем регистрировали с помощью вестерн-блоттинга, а содержание фотосинтетических пигментов и β-каротина, в частности, с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Анализ результатов РАМ-флуориметрии показал достоверное снижение потенциального и эффективного квантовых выходов фотохимии ФС 2, а также снижение эффективности переноса электронов в пределах ФС 2 (показатели Fv/Fm, Y(II) и ETR(II) соответственно) в вариантах с отсутствием азота при разной освещенности по сравнению с контрольными. Снижения фотохимической активности ФС 1 в клетках *Dunaliella salina* не выявлено. При этом установлено уменьшение количества белка D1 реакционного центра ФС 2 в условиях азотного голодания как при низкой, так и высокой освещенности по сравнению с вариантами с нормальным содержанием азота в питательной среде. Отметим, что свет высокой интенсивности во всех экспериментальных вариантах приводил к значительному снижению содержания белка D1 в клетках микроводоросли. Анализ пигментного состава клеток *Dunaliella salina* с помощью ВЭЖХ показал, что наиболее эффективным фактором запуска повышенного синтеза β-каротина является дефицит азота в сочетании со светом высокой интенсивности – наблюдалось 3-х кратное увеличение продукции β-каротина (при низкой освещенности прирост β-каротина составлял 1,5 раза).

Таким образом, установлено снижение количества белка D1 реакционного центра ФС 2 и преимущественное подавление активности ФС 2 в клетках *Dunaliella salina*, культивируемых на среде, дефицитной по азоту, что может быть ключевым фактором запуска повышенного синтеза в клетках водоросли β-каротина, как антиоксиданта, предотвращающего избыточное накопление в хлоропластах активных форм кислорода, в частности, синглетного молекулярного кислорода, генерация которого увеличивается при повреждении компонентов или нарушении функционирования комплексов ФС 2, особенно на свету высокой интенсивности.

Библиографические ссылки

1. Соловченко А.Е., Селиванова Е.А., Чеканов К.А. и др. Индукция вторичного каротиногенеза у новых галофильных микроводорослей из рода *Dunaliella* (Chlorophyceae) // Биохимия. 2015. Т.80, №11. С. 1817-1823.