

## ФОТОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФОТОСИСТЕМ В КЛЕТКАХ НАЕМАТОКОККУС ПЛУВИАЛИС ПРИ ДЕЙСТВИИ СВЕТА ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Козел Н.В., Медведева Е.И., Ковальчук В.А., Самович Т.В.

*Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

Зеленая жгутиковая микроводоросль *Haematococcus pluvialis* (*H. pluvialis*) является одним из наиболее перспективных натуральных источников кетокаротиноида астаксантина – красного пигмента, широко используемого в сельском хозяйстве, пищевой, фармакологической промышленности, а также в косметологии благодаря его чрезвычайно высокой антиоксидантной активности. В клетках *H. pluvialis* содержание астаксантина достигает 5% от сухой массы водоросли, что делает этот микроорганизм весьма привлекательным для промышленной биотехнологии. Химически синтезированный астаксантин, представляющий смесь трех стереоизомеров, отличается от натурального структурно и обладает гораздо меньшей биоактивностью, чем натуральный пигмент. В связи с этим в последние годы значительно возрос интерес к производству *H. pluvialis*. Наиболее важной проблемой при культивировании этой микроводоросли в промышленных масштабах является повышение эффективности продукции ее клетками астаксантина. Известно, что наиболее эффективным стрессовым фактором, приводящим к индукции накопления астаксантина в клетках *H. pluvialis*, является действие света высокой интенсивности. Однако механизмы, лежащие в основе такого стрессового ответа, до конца не выяснены. Ключевую роль в адаптации клеток фотосинтезирующих организмов к действию света высокой интенсивности играют хлоропласты. В связи с этим исследование фотохимической активности фотосистем (ФС) в таких условиях в клетках *H. pluvialis* представляется весьма актуальным.

Методом РАМ-флуориметрии показано, что на ранних этапах развития окислительного стресса (2 суток инкубации суспензии клеток *H. pluvialis*) действие света высокой интенсивности приводит к существенному снижению фотохимической активности ФС 2. В частности, зарегистрировано двухкратное снижение показателя эффективности электронного транспорта (ETR II) в вариантах, инкубированных на свету высокой интенсивности, по сравнению с нормальным освещением. При этом, выявлено существенное снижение (на 40%) потенциального квантового выхода фотохимии ФС 2  $F_v/F_m$ , в то время как константа фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла  $q_P$  снижалась на 25%, что указывает на преимущественное подавление активности ФС 2 за счет нарушения светосбора, а не функционирования электрон-транспортной цепи хлоропластов. В таких условиях квантовый выход диссипации энергии по нерегулируемому механизму ( $Y(NO)$ ) существенно увеличился на фоне снижения аналогичного показателя, характеризующего регулирующую составляющую нефотохимического тушения –  $Y(NPQ)$ , что указывает на деструкцию компонентов пигмент-белковых комплексов ФС 2. Фотохимическая активность ФС 1 в клетках *H. pluvialis*, инкубированных на свету высокой интенсивности, оставалась на уровне контроля.

Таким образом, установлено, что повышенному накоплению астаксантина в клетках *H. pluvialis*, индуцированному действием света высокой интенсивности, предшествует снижение фотохимической активности ФС 2 при отсутствии нарушения функционирования ФС 1. Подавление активности ФС 2 может быть следствием окислительного повреждения фотосинтетических мембран клеток *H. pluvialis*, вызванного действием света высокой интенсивности, а повышенный синтез астаксантина в таких условиях – один из защитных ответов клетки на фотоповреждение аппарата фотосинтеза.