

Оценка влияния депривации элементов минерального питания на продукцию биоводорода и особенности фенотипа микроводорослей семейства *Chlorellaceae*

**Муравицкая А. О.^А, Светлаков В. И.^А, Вечерек М. С.^А,
Калейник М. Д.^А, Самович Т. В.^В, Козел Н. В.^В, Соколик А. И.^В,
Габриелян Л. С.^В, Маноян Д. Г.^В, Демидчик В. В.^А**

^А Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

^В Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

^В Ереванский государственный университет, г. Ереван, Армения

Получение биоводорода, представляющего собой перспективный источник энергии, является одной из актуальных задач биотехнологии. Наибольший интерес вызывает возможность получения водорода с использованием биосинтетического потенциала прокариотических или эукариотических фототрофных организмов, в том числе микроводорослей. Селекция высокопродуктивных штаммов микроводорослей семейства *Chlorellaceae*, способных осуществлять синтез H_2 для промышленных целей, является важным этапом для развития биоводородной энергетики. Потенциальным решением проблемы отбора продуцентов является применение подходов цифрового фенотипирования. Предполагается, что различия фенотипических характеристик могут коррелировать со способностью микроводорослей к биосинтезу H_2 . Целью данной работы являлись оценка продукции H_2 и цифровой анализ фенотипа водорослей семейства *Chlorellaceae* в связи с H_2 -генерирующей активностью штаммов белорусской и армянской коллекций. В качестве объектов исследования выступали штаммы микроводорослей *Chlorella kessleri* IBCE C-3, *Chlorella vulgaris* IBCE C-19 (Коллекция водорослей, Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск) и *Parachlorella kessleri* PA-002 (Центр депонирования микроорганизмов НАН РА, Ереван). Культивирование осуществлялось на средах ТАР и Тамия (полноценных либо дефицитных по азоту и/или сере). Для индукции синтеза H_2 культуры на поздней логарифмической фазе роста помещались в анаэробные условия. Количество выделяемого H_2 в культурах определялось с помощью оценки окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и газовой хроматографии. Для фенотипического анализа клеток микроводорослей была разработана компьютерная программа, позволяющая производить сегментацию цифровых изображений клеток, а также сверточная нейронная сеть для их классификации. Работа была проведена с использованием Python 3.9 и библиотек OpenCV, NumPy, Skimage, SciPy, Pandas и Tensorflow. Была создана нейронная сеть со сверточной архитектурой, содержащая 10 сверточных и 5 полносвязных слоев, тренировка происходила на наборе

данных размером в 10 000 фотографий, при этом 80 % изображений использовалось для тренировки, 20 % для валидации. Функция активации – ReLU, количество эпох – 100, размер батча – 32. Для тренировки применялась методика градиентного спуска, с оптимизатором Adam, в качестве метрик использовалась точность (*accuracy*). В качестве функции потерь выбиралась бинарная кроссэнтропия либо средний квадрат ошибок. Согласно полученным данным, наибольшей продуктивностью с точки зрения синтеза биоводорода характеризуется штамм *Parachlorella kessleri* PA-002. При этом лучшие показатели продемонстрировали культуры, находившиеся в условиях дефицита серы. Для них максимальная концентрация выделяемого водорода составила $42,1 \pm 6,4$ ммоль H_2 г сухой массы⁻¹ сут⁻¹. Метрика точности при идентификации исследуемых штаммов микроводорослей составила 96,38 %. Нейросетевой анализ позволил обнаружить различия между клетками культур микроводорослей *Parachlorella kessleri* PA-002, выращенных в разных условиях, с точностью 94,72 %. Для штаммов *Chlorella vulgaris* IBCE C-19 и *Chlorella kessleri* IBCE C-3 данные показатели составили 89,22 % и 90,46 % соответственно.

Работа выполнена в рамках проекта Б21АРМ-018, № госрегистрации 20213856 БРФФИ (Беларусь-Армения).

Оценка эффективности антиоксидантов природного происхождения при солевом стрессе в растениях пшеницы мягкой

**Нестерович М. А.^А, Подобед П. И.^А, Русакович А. А.^Б,
Черныш М. А.^{Б*}**

^А УО «Национальный детский технопарк», Минск, Беларусь.

^Б Белорусский государственный университет, кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений, Минск, Беларусь. *E-mail: chernyshmaryia@gmail.com

Растительные организмы постоянно подвергаются многочисленным стрессовым воздействиям, таким как почвенное засоление, засуха, недостаточная или избыточная влажность, высокие и низкие температуры, загрязнение почвы пестицидами и т.д. Одним из ключевых стресс-факторов является засоление почвы. Солевой стресс, как и многие другие стресс-факторы, приводит к генерации и накоплению свободных радикалов, определяющих окислительный стресс – процесс угнетения жизнедеятельности клеток под действием активных форм кислорода (АФК) [1; 2; 3]. В высоких концентрациях АФК подавляют естественную защиту клетки и приводят к окислительному повреждению ДНК, перекисному окислению липидов, модификациям белков, различным патологическим процессам,