

## СЕКЦИЯ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

УДК 57.043

Арефьева О.А., канд. биол. наук, доц.,  
Ольшанская Л.Н., д-р. хим. наук, проф.  
(СГТУ им. Гагарина Ю.А., г.Саратов, Россия)  
Полигаева Н.А., д-р. техн. наук, проф.  
(СПбПУ Петра Великого, г.Санкт-Петербург, Россия)

### ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РОСТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛА СОРОКИНИАНА

*Воздействие внешних физических факторов изучалось с целью ускорения процессов роста биомассы клеток микроводорослей хлореллы. Показано, что постоянное магнитное поле напряженностью 2 кА/м воздействует на процессы роста, способствует агрегированию клеток и уменьшению их размеров.*

*Ключевые слова: хлорелла сорокиниана, постоянное магнитное поле, биомасса, клетки.*

В последнее время для интенсификации процесса роста клеток используют различные физические факторы [1-3], поэтому целесообразно было провести эксперимент по влиянию магнитного поля на прирост биомассы сорокинианы, поскольку данный фактор в объемах производства не является энергозатратным. Для проведения эксперимента по воздействию постоянного магнитного на прирост биомассы хлореллы использовались:

- источник питания постоянного тока Б5-43, подключенный к медной катушке (рисунок 1). Напряженность постоянного магнитного поля (ПМП) (Н, кА/м: 0,5; 1,0; 2,0);
- лампы дневного света (ЛДС), интенсивность освещенности 1300 Лк;
- контрольный образец (культивирование без воздействия магнитного поля).

Подача воздуха (аэрация) осуществлялась с помощью аэратора с расходом 1,5 л/мин. Культивирование проводилось в фотобиореакторе, представляющий собой стеклянный сосуд цилиндрической формы, высотой 380 мм, диаметром 50 мм, объемом 500 мл, в режиме «день/ночь». Температура раствора суспензии составляла  $26 \pm 0^{\circ}\text{C}$ , в зависимости от воздействия физического фактора.

Рост популяции оценивали по оптической плотности суспензии *Chlorella*, с помощью спектрофотометра, при длине волны 750 нм и

дальнейшего пересчета по камере Горяева на количество млн клеток в мл.

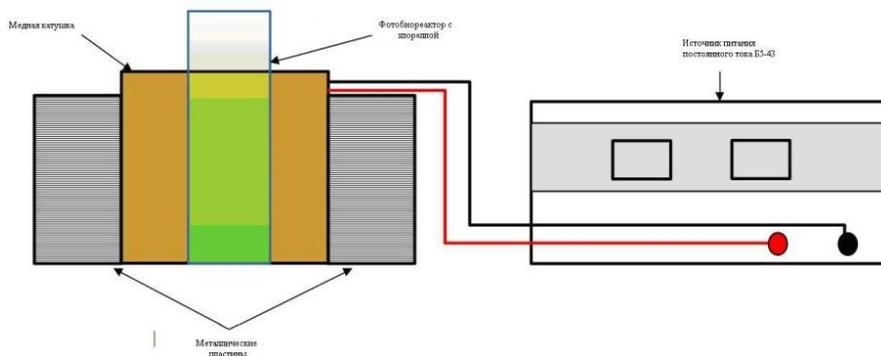


Рис. 1 - Схема установки с постоянными магнитными полями

Начальная оптическая плотность суспензии микроводорослей составляла 0,146 при длине волны 750 нм, и 0,087 в опытах с аэрацией. При пересчете по камере Горяева количество клеток в начальной суспензии составляло 2,5 млн кл/мл и 2,0 млн кл/мл. При воздействии постоянного магнитного поля напряженностью 2,0 кА/м интенсивный рост наблюдался в первые 3 дня культивирования, биомасса увеличивалась в 8,5 раз и достигала значения  $17 \times 10^6$  кл, по истечении 3 дней наступает фаза стабилизации (рисунок 2). Визуально наблюдалась агглютинация и осаждение клеток.

При воздействии постоянным магнитным полем напряженностью 1,0 кА/м стимуляции роста клеток магнитным полем не наблюдали. Концентрация клеток в течение всего периода культивирования практически не увеличивалась. Аналогичные результаты получены при воздействии постоянным магнитным полем напряженностью 0,5 кА/м.

В условиях воздействия ПМП напряженностью 2,0 кА/м при аэрации интенсивный рост наблюдался на третьи сутки культивирования и достигал максимума на пятые сутки, биомасса возрастала с 2,0 млн кл/мл до 4,0 млн кл/мл. Изменения pH показаны на рисунке 3.

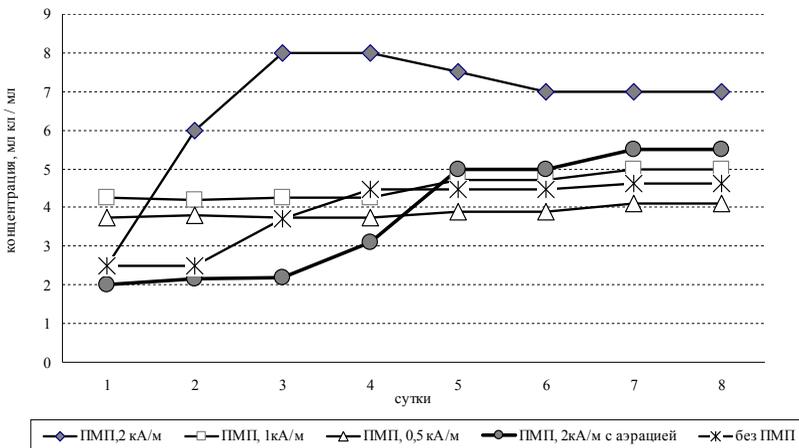


Рис. 2 - Зависимость концентрации клеток *C. sorokiniana* при воздействии ПМП (H=0,5;1;2 кА/м)

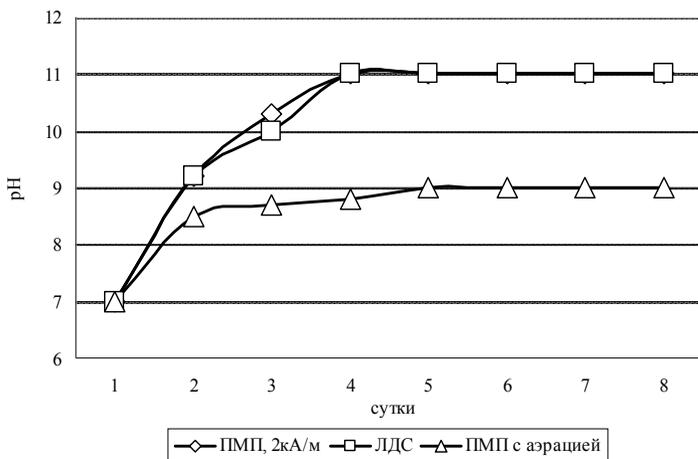


Рис. 3 - Значения рН среды при культивировании *C. sorokiniana* при воздействии различных факторов (ПМП, ЛДС, аэрации)

Математическая обработка данных в среде R на основе микроскопической картины показала, что под воздействием

постоянного магнитного поля не происходило значимого изменения клеток хлореллы, но возросла степень их агрегирования (рисунок 4). Средние значения для контроля (клетки без воздействия магнитным полем) — 3,74 мкм, под воздействием ПМП с аэрацией — 3,27 мкм.

Дисперсии в выборках равны: Bartlett's K-squared = 2.7914, df = 1, p-value = 0.09477, величина распределена в выборках нормально: МП+аэрация: Shapiro-Wilk normality test W = 0.93997, p-value = 0.5527; контроль+аэрация: Shapiro-Wilk normality test W = 0.92762, p-value = 0.4249. Значимость различий оценивалась по критериям Стьюдента и Крускала-Уоллиса: t = 1.0761, df = 18, p-value = 0.2961; Kruskal-Wallis chi-squared = 0.46286, df = 1, p-value = 0.4963. p-value больше 0,05, следовательно, различия статистически незначимы.

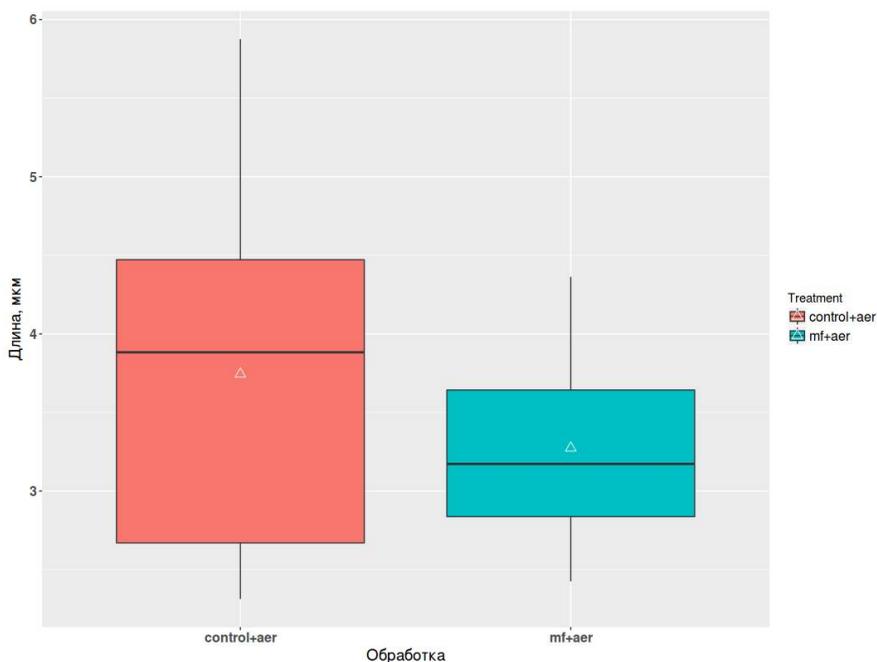


Рис. 4 - Диаграмма размахов (боксплот график). Треугольниками обозначены средние значения, n = 10

В результате проделанной работы было выявлено, что наибольший рост биологической массы клеток *S. sorokiniana* происходил при освещении лампами дневного света в сочетании с аэрацией и воздействием постоянного магнитного поля напряженностью 2 кА/м. Показано, что ПМП способствовало агрегированию клеток и

уменьшению их размеров. Хлорелла сорокиниана хорошо адаптируется к культивированию в естественных природных условиях Саратовской области, что может быть применено на практике для создания биофермы по получению биогаза и выделению биологически активных веществ.

#### **Библиографический список**

1. Ольшанская, Л.Н. Влияние геомагнитного поля на процесс фиторемедиации / Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда, А.В.Стоянов, М.Л. Кулешова // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів. Львів: Видавництво Національного ун-ту "Львівська політехніка". - 2009. - С. 71-72.
2. Ольшанская, Л.Н. Воздействие слабых электрических полей на процесс фиторемедиации /Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда, А.В.Стоянов // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник матеріалів наукових статей V Міжнародна науково-практична конференція 7-11 вересня 2009 р., м.Алушта АР Крим, Україна. Укр. НДІЕП. Х.: Райдер. - 2009. - Том 2. - С. 278-281.
3. Weaver, J.C. Theory of electroporation: A review / J.C. Weaver, Y. Chizmadzhev // Bioelectrochem Bioener. - 1996. - Vol. 41. - P. 135-160.
4. Weaver, J.C. Electroporation – a general phenomenon for manipulating cells and tissues / J.C. Weaver. J Cell // Biochem. - 1993. - Vol. 51. - P. 426-435.

**УДК 614.8.084**

**Андреева Г.М., маг.,  
Лопанов А.Н., д-р техн. наук., проф.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород)**

### **ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В данной работе предложена интегрированная система безопасности на предприятиях, показано, как с ее помощью можно снизить риск летальности гибели людей и предотвратить аварии и чрезвычайные ситуации, которые ухудшают экологическую обстановку в регионах.*

*Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, анализ риска, интегрированная система, цифровая экономика, нефтяная промышленность, риск, гибель, технологический процесс, охрана труда.*

Технологический процесс оказывает огромное влияние на охрану и безопасность труда, а также на производственные объекты. Для того, чтобы управлять изменениями в условиях труда и предупреждать все возможные риски и опасности на объекте вводится интегрированная система безопасности. В настоящее время вопросы