

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОРСКУЮ МИКРОБИОТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЗДАННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Степанова О.А.¹, Шоларь С.А.^{1,2}, Пеньков М.

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (ИПТС), г. Севастополь, Россия, solar-ua@ya.ru

²ФИЦ Морской гидрофизический институт (МГИ) РАН, sa.sholar@mail.ru



Введение. Проблема влияния магнитных и электромагнитных полей (МП и ЭМП) на представителей биосферы Земли отличается актуальностью и особой заинтересованностью исследователей. Анализ имеющейся в литературе информации по этому направлению отражен во многих научных обзорах [1, 2]. Известно, что все живое на нашей Планете постоянно находится под непрерывным воздействием электромагнитных излучений природного происхождения (МП Земли, электростатическое поле атмосферы, космическое и солнечное излучение). Однако производство и потребление электроэнергии, увеличившееся за последние 100 лет более чем в 1500 раз, привело к возникновению искусственных электрических полей, МП и ЭМП, а также излучений различных частот и мощностей, которые обладают иными, отличающимися от естественных (природных) интенсивностями.

Логично, что искусственные МП и ЭМП могут изменять различные характеристики живых организмов, адаптированных только к природным излучениям, что подтверждается многими экспериментальными исследованиями.

Наши первые работы также зафиксировали влияния МП на изменение инфекционного титра черноморских альговирусов и чувствительности культур микроводорослей к вирусному лизису [3, 4].

Целью наших дальнейших экспериментов было установление факта влияния ЭМП на представителей морской микробиоты с использованием созданной лабораторной установки.

Материалы и методы. Лабораторная установка была разработана на базе Лаборатории гидрофизических и биоэлектронных измерительных систем и технологий Центра экологического приборостроения и экоэнергетики Института природно-технических систем (ЛГБИСТ ЦЭПЭ ИПТС) и подробно описана, в т.ч. и в плане методики проведения экспериментов, в нашей статье [5]. В качестве исследуемого биологического материала – морской микробиоты – были использованы культуры микроводорослей *Tetraselmis viridis* и *Dunaliella viridis*, а также штаммы альговирусов к этим микроводорослям – TvVSI-1 и DvVS20-1. Эксперименты проводили как с минимальной частотой 25 Гц и уровнем сигнала 24 мВ ($B = 0,1$ Гс), так и с максимальной частотой 150 Гц и уровнем сигнала 100 мВ ($B = 0,11$ Гс).

Результаты и обсуждение. Полученные результаты отражены в таблицах 1, 2 и 3. В ходе проводимых экспериментов было зафиксировано снижение инфекционного титра у исследуемых штаммов альговирусов до 1-2 порядков, а также увеличение до 1-2 порядков устойчивости (снижение чувствительности) культур микроводорослей к вирусному лизису. При этом значение изменений фиксируемых результатов зависело в основном от длительности электромагнитной нагрузки (от суток и более), а также от первоначального инфекционного титра альговирусов и физических характеристик (частоты и уровня сигнала) создаваемого лабораторной установкой ЭМП.

Дальнейшие работы в данном направлении будут продолжены.

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № госрегистрации 121122300070-9 "Разработка новых средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод" и ФИЦ МГИ РАН № 0555-2021-0004 «Океанологические процессы»

Список использованной литературы:

- Шаев И.А., Новиков В.В., Яблокова Е.В., Фесенко Е.Е. Краткий обзор современного состояния исследований биологического действия слабых магнитных полей // Биофизика. 2022. Т. 67. № 2. С. 319–326.
- Шашиурин М.М. Эффекты действия техногенных электромагнитных излучений и полей на живые организмы (обзор) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2015. С. 83–89.
- Степанова О.А., Гайский П.В., Шоларь С.А. Селективная чувствительность черноморских микроводорослей к вирусной инфекции после воздействия постоянного магнитного поля // Системы контроля окружающей среды. 2021. № 3 (45). С. 31-39.
- Степанова О.А., P.V. Gaisky, Sholar S.A. Influence of a constant magnetic field on the infectious titer of the Black Sea algal viruses // Biophysics. 2022. Vol. 67. No.2. P. 183–187.
- Пеньков М.Н., Шоларь С.А., Степанова О.А. Лабораторная установка для изучения влияния переменного электромагнитного поля на морскую микробиоту // Системы контроля окружающей среды. 2022. № 3 (49). С. 37–43.

Таблица 1 – Результаты изучения влияния ЭМП 25 Гц и 24-26 мВ на инфекционные титры черноморских альговирусов

Штамм изучаемого альговируса		Длительность пребывания вирусной суспензии изучаемого штамма альговируса в ЭМП (опыт) и инфекционный титр в IE/ml				Изменения инфекционного титра в опыте по сравнению с контролем
		24 ч	48 ч	72 ч	4–6 суток	
TvV-SI-1	опыт	10 ⁹	н/и	н/и	н/и	Снижение в 100 раз через 24 ч
	контроль	10 ¹¹	н/и	н/и	н/и	
DvV-S20-1	опыт	10 ⁹	н/и	н/и	н/и	Через 24 ч изменений при первоначальном титре 10 ⁹ нет
	контроль	10 ⁹	н/и	н/и	н/и	
	опыт	10 ⁷	н/и	10 ⁶	6 суток 10 ⁶	Снижение в 10 раз через 72 ч и 6 суток при титре 10 ⁷ .
	контроль	10 ⁷	н/и	10 ⁷	10 ⁷	
	опыт	10 ⁴	н/и	10 ⁴	10 ³	Снижение в 10 раз через 24 ч и 72 ч, и в 100 раз через 96 ч при титре 10 ⁵
	контроль	10 ⁵	н/и	10 ⁵	4 суток 10 ⁵	

Таблица 2 – Результаты изучения влияния ЭМП 150 Гц и 100 мВ на инфекционный титр альговируса DvV-S20-1 и TvV-SI-1

Штамм изучаемого альговируса		Длительность пребывания вирусной суспензии изучаемого штамма альговируса в ЭМП (опыт) и инфекционный титр в IE/ml				Изменения инфекционного титра в опыте по сравнению с контролем
		24 ч	48 ч	72 ч	4–6 суток	
DvV-S20-1	опыт	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	н/и	Без изменений
	контроль	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	н/и	
	опыт	н/и	н/и	н/и	5 суток 10 ³	Снижение инфекционного титра на 2 порядка через 5 суток
	контроль	н/и	н/и	н/и	10 ⁵	
TvV-SI-1	опыт	н/и	н/и	10 ²	н/и	Снижение инфекционного титра на 2 порядка через 72 ч
	контроль	н/и	н/и	10 ⁴	н/и	

Таблица 3 – Влияние ЭМП с заданными характеристиками 25 Гц и 24-26 милливольт (мВ) на чувствительность культур микроводорослей к вирусному лизису

Штамм изучаемого альговируса при контакте с культурой микроводоросли, после воздействия ЭМП		Длительность пребывания культуры в ЭМП (опыт) и инфекционный титр в IE/ml			Изменения инфекционного титра в опыте по сравнению с контролем
		24 ч	48 ч	72 ч	
TvV-SI-1 + Tv	опыт	10 ⁹	н/и	н/и	Снижение чувствительности в 100 раз через 24 ч
	контроль	10 ¹¹	н/и	н/и	
DvV-S20-1 + Dv	опыт	н/и	н/и	10 ⁶	Без изменений
	контроль	н/и	н/и	10 ⁶	