

## ТОЛЕРАНТНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *EUSTIGMATOS MAGNUS* (V.PETERSEN) HIBBERD (*EUSTIGMATOPHYTA*) И *HANTZSCHIA AMPHIOXYS* (EHRENBERG) GRUNOW IN CLEVE ET GRUNOW (*BACILLARIOPHYTA*) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В лабораторных условиях изучено влияние тяжелых металлов (ТМ) на почвенные водоросли: *Eustigmatos magnus* (J.V Petersen) Hibberd 1981 (*Eustigmatophyta*) и *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow (*Bacillariophyta*). Рассмотрено воздействие ионов меди, железа и никеля на морфологические признаки водорослей.

**Ключевые слова:** почвенные водоросли, *Eustigmatos magnus*, *Hantzschia amphioxys*, тяжелые металлы, экология, устойчивость.

### Введение

Почва, являясь важнейшей составной частью биосферы, имеет свойство аккумулировать вредные вещества, в том числе ТМ, что приводит к накоплению их в продуктах растениеводства и животноводства.

Загрязнение литосферы труднее поддается оценке, чем гидросферы или атмосферы, в связи с этим особое значение приобретает биологический мониторинг почв [8]. Особое место в биомониторинге занимают почвенные водоросли. Информация о реакции микроскопических водорослей на присутствие в среде различных загрязнителей весьма актуальна, как с научной, так и практической точек зрения, поскольку эта группа организмов входит в состав первых звеньев экологических цепей питания, участвует во многих почвообразовательных процессах и оказывает влияние на рост и развитие других групп живых организмов [3].

Токсическое воздействие ТМ на водоросли подтверждается многочисленными литературными данными [5;9;6;2;7;4;1].

### Материалы и методы

В лабораторных условиях определяли пределы толерантности двух видов почвенных водорослей *Eustigmatos magnus* (V.Petersen) Hibberd (*Eustigmatophyta*) и *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow (*Bacillariophyta*) к воздействию ионов меди, железа и никеля. Изоляты были выделены из почвенных проб, отобранных на территории Республики Башкортостан и Иркутской области. В экспериментах использовали культуры водорослей, которые выращивали на жидких и агаризованных питательных средах: Болда (для *E.magnus*) и

Рихтера (для *H.amphioxys*). Концентрации рассчитывали на 1 моль действующего вещества. Все испытания проводились с использованием жидких питательных сред. Растворы исследуемых веществ разливали в пробирки, куда прокапывали по 0,01 мл суспензии культуры водорослей. Просмотр культур производился на 7 и 14 сутки.

### Результаты и их обсуждения

В ходе эксперимента было установлено, что для *E.magnus* из трех исследованных металлов наиболее токсичной была медь: гибель клеток наблюдалась при концентрациях выше  $1 \times 10^{-3}$  моль/л. Токсическое воздействие железа было менее выражено: клетки погибали при концентрациях выше  $1 \times 10^{-2}$  моль/л. Наименее токсичным металлом оказался никель: полная гибель водоросли отмечалась при концентрации 1 моль/л.

Морфологические нарушения при воздействии меди проявлялись в грануляции протопласта и деформации формы клеток; при внесении железа наблюдали изменение окраски клеток с желто-зеленой на темно-зеленую, образование темных пятен; высокие концентрации никеля вызывали обесцвечивание хлоропластов, грануляцию и деформацию клеток.

Проведенные нами исследования влияния ТМ на *E.magnus* позволили выявить ряд токсичности изученных металлов, который имеет следующий вид: Cu>Fe>Ni.

Аналогичные исследования были проведены с диатомовой водорослью *H.amphioxys*. По результатам эксперимента наибольшей токсичностью по отношению к диатомовой водоросли обладали ионы меди. Прекращение вегетации *H.amphioxys* происходило уже при концентрациях  $1,5 \times 10^{-7}$  –  $7,8 \times 10^{-7}$  моль/л. При внесении не-

больших количеств никеля ( $1,7 \times 10^{-7}$  –  $1,7 \times 10^{-6}$  моль/л) происходило явное ингибирование роста *H.amphioxys*. Полная элиминация водоросли была отмечена при концентрации  $8,5 \times 10^{-5}$  моль/л. В этом случае при микроскопировании были обнаружены пустые панцири. Железо, вносимое в концентрациях ( $1,8 \times 10^{-7}$  –  $1,8 \times 10^{-6}$  моль/л) вызывало угнетение роста и развития *H.amphioxys*. В диапазоне концентраций железа  $3,6 \times 10^{-5}$  –  $2,7 \times 10^{-4}$  моль/л, наблюдалось прекращение вегетации водоросли. Действие ТМ на диатомеи характеризовалось замедлением роста, уменьшением активности водоросли.

При характеристике токсичности ионов ТМ было определено, что для *H.amphioxys* наименее опасными являются ионы железа, а наибольшее повреждение вызывают ионы меди. Никель занимал промежуточное положение. В общем виде, по степени разрушающего эффекта изученные ионы металлов можно расположить в следующий ряд:  $Cu > Ni > Fe$ .

### **Заключение**

В ходе проведенных экспериментов было выявлено, что наиболее токсичным элементом по отношению к исследованным видам почвенных водорослей являются ионы меди. Были определены пределы толерантности *Eustigmatos magnus* и *Hantzschia amphioxys* к воздействию тяжелых металлов. Для *E.magnus* границы устойчивости к воздействию меди находились при концентрации  $1 \times 10^{-3}$  моль/л, для *H.amphioxys* –  $7,8 \times 10^{-7}$  моль/л; к воздействию никеля – 1 моль/л и  $1,7 \times 10^{-4}$  моль/л (соответственно) и к воздействию железа –  $1 \times 10^{-2}$  моль/л и  $3,6 \times 10^{-4}$  моль/л (соответственно). В целом действие ТМ оказывало сходное негативное влияние на морфологические характеристики клеток водорослей, а именно обесцвечивание и изменение окраски клеток, уменьшение размерных признаков водорослей, деформация клеток и грануляция их хлопьев.

### **Список использованной литературы:**

1. Абузарова Л.Х. (Зарипова Л.Х.) Реакция цианобактерии *Cylindrospermum michailovskoense* на воздействия тяжелыми металлами // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-4. Тез. докл. Междунар. конф. (15-19 сентября 2008 г.). Тольятти, 2008. С. 1.
2. Дмитриева А.Г., Даллакян Г.А., Лысенко Н.Л. Анализ функциональных показателей популяций водоросли в условиях накопления меди // Альгология. 1992. Т. 2. №2. С. 30-36.
3. Жизнь микробов в экстремальных условиях // Под. ред. Д. Кашнера. М.: Мир, 1981. 520 с.
4. Кабиров Р.Р., Сафиуллина Л.М. Особенности экологии и распространения одноклеточной почвенной водоросли *Eustigmatos magnus* (*Eustigmatophyta*) в Южном Урале (Россия) // Альгология 2008. Т. 18, №2. – С. 134-144.
5. Ладогина М.П., Осокина О.Б. Токсическое воздействие меди на культуру цианобактерии *Synechocystis aquatilis* Sauv. // Гидробиол. журнал. 1987. 23. №6. С. 95-96.
6. Ляшенко Т. Е., Божков А.И., Догадина Т.В. Влияние ионов меди на содержание нуклеиновых кислот и белка в клетках водорослей рода *Dunaliella* Teod. // Биол. науки. 1991. №7. С. 103-108.
7. Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р. Устойчивость почвенных диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) к тяжелым металлам // Альгология. 1999. Т.9, №1. – С. 30-34.
8. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. –143 с.
9. Упитис В.В., Пакалне Д.С., Шульце И.Ф. Факторы, определяющие токсический для водорослей уровень микроэлементов в среде // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине / Тез. докл. XI Всесоюзной конференции. Самарканд, 1990. С. 327-328.