© Ю.В. Семенов, Т.А. Харламова, А.В. Бодров, 2012

УДК 502.3:622.411.51

Ю.В. Семенов, Т.А. Харламова, А.В. Бодров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ — ХЛОРЕЛЛЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Разработана методика определения нефтепродуктов в воде фотоко-лориметрическим методом при мешающем воздействии хлорофилла. Установлено, что хлорелла частично обезвреживает нефтяные загрязнения воды (38 — 57 % отн.). Найдено, что часть нефтяного загрязнения хлорелла переводит в комплексное водорастворимое соединение, разрушающееся экстрагирующими растворителями (толуол, CCl_4).

Ключевые слова: загрязнение водоемов, биологическая реабилитация, нефть.

В работе [1] сообщается о комплексном подходе к решению проблемы загрязненных водоёмов и сточных вод с помощью микроводоросли — хлореллы. Схема биологической реабилитации водоёмов включает минимизацию загрязняющих веществ, улучшение санитарного состояния, предотвращение «цветения» воды синезелеными водорослями, биологическую мелиорацию высшей водной растительности и, наконец, вылов рыбы и прочих биологических объектов. Причем рыба рассматривается не только как объект промыслового или любительского лова, но и как компонент экосистемы.

В настоящей работе нами предпринята попытка описать механизм обезвреживания хлореллой одного из наиболее опасных типов загрязнения акваторий — нефтепродуктов и оценить эффективность данного экологического решения.

Предварительно были произведены соответствующие измерения с последующими расчетами по определению размера частиц рассматриваемого штамма микроводоросли по методике [2]. Расчеты произведены с использованием эмпирических соотношений Геллера, а результаты измерений приведены в табл. 1.

По результатам выполненных расчетов следует, что в исследуемом растворе находятся особи хлореллы двух типов — неделимые и половозрелые, имеющие размеры 0,11 и 1,90 мкм, соответственно, что находится в хорошем согласии с известными данными [1].

Для дальнейших исследований использовали метод определения концентрации нефтепродуктов ($C_{неф.пр.}$) в воде, который описан в более ранней публикации [3] и основан на том, что растворы нефтепродуктов или нефтей в четыреххлористом углероде или толуоле с батохромными добавками при облучении световым потоком с длиной волны ~315 нм люминесцируют и усиливают первоначальный световой поток. Интенсивность светового потока измеряли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 по равномерной шкале.

Калибровочный график строили по эталонной серии, приготовленной

Таблица 1

Зависимости оптической плотности (ρ) от длины волны (λ) при различных концентрациях нефтепродуктов

а) $C_{нефт.пр.} = 1.10^{-3}$ г/л

λ, нм	315	364	400	440
ρ	0,13	0,23	0,28	0,005

б) $C_{нефт.пр.} = 4.10^{-3}$ г/л

λ, нм	315	364	400	440	490	540	590	670
ρ	0,57	0,62	0,44	0,34	0,145	0,40	0,165	0,245

Таблица 2

Построение калибровочных графиков

а) экстракт CCl_4 из растворов, содержащих нефтепродукты*

$C_{неф.пр.}$, мг /100 мл CCl_4	0	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
T**,% (λ = 315 нм)	10	16	22	34	51	62	71	82
T, % (λ = 440 нм)	10	10	10	11	11	11	12	12

* ℓ = 20 мм; ** усиленный световой поток в %.

б) экстракт CCl_4 из растворов, содержащих хлореллу

v*, мл/ 1 л воды	50	70	100
T, % (λ = 315 нм)	13	19	24
T, % (λ = 440 нм)	18	26	36

* объем раствора хлореллы с ρ = 0,95 г/см^3 (ℓ = 20 мм).

Таблица 3

Концентрация нефтепродуктов в воде после биологической очистки (исходная концентрация нефтепродуктов 100 мг/л)

V_1/V_2*	50 мл/1л воды	70 мл/1л воды	100 мл/1л воды
$C_{неф.пр.}$, мг/л (остаточная)	38,2	48,6	57,4
% очистки от нефтепродуктов	38,2	48,6	57,4

* V_1 – объем раствора, содержащий хлореллу; V_2 – объем раствора, содержащий нефтепродукты.

разбавлением исходного мазута бензином марки АИ-80 до кинематической вязкости равной 60 — 100 сСт. Кроме нефтепродуктов вклад в люминесценцию вносит и хлорофилл применяемой нами культуры, который как известно имеет максимальное поглощение при длине волны 440 нм [4]. Поэтому общий световой поток определяли при двух длинах волн 440 и 315 нм, соответственно, и результаты сведены в табл. 2.

Нами было установлено, что для исследуемой аналитической системы справедливо соотношение аддитивности излучения флуоресценции для усиления начального светопотока: $T_1 = \varepsilon(1)_{\lambda 1} c_1 \ell + \varepsilon(2)_{\lambda 1} c_2 \ell$ и $T_2 = \varepsilon(1)_{\lambda 2} c_1 \ell + \varepsilon(2)_{\lambda 2} c_2 \ell$, где ℓ — толщина кюветы; ε(1) и ε(2) — калибровочные коэффици-

енты при соответствующих длинах волн, c_1 и c_2 — концентрации нефтепродуктов и хлореллы, соответственно по аналогии с аддитивностью для оптической плотности при одновременном определении аналитических объектов фотоколориметрическим методом [5]. Решая эти уравнения относительно c_1 и c_2, определяем концентрации нефтепродукта в обработанной системе.

Для последующих экспериментов раствор, содержащий хлореллу, оцениваемый по оптической плотности (ρ= 0,95 при ℓ = 20 мм), в количестве 50, 70 и 100 мл добавляли в 1 л нефтесодержащего раствора и выдерживали в течение 14 суток. После выдержки растворов проводили определение концентрации в них нефтепродуктов по вышеуказанной методике. Результаты биологической очистки представлены ниже в табл. 3.

Как следует из таблицы, с увеличением концентрации микроводоросли процент снижения нефтепродуктов в исходной воде существенно увеличивается. Однако замечено, что во всех экспериментах после выдержки растворов с хлореллой на поверхности воды не обнаруживается радужная пленка нефтепродуктов, имевшаяся на ней до эксперимента. Полученные результаты мы объясняем тем, что вероятно хлорелла разрушает только часть как бы наиболее «безвредного для себя» нефтяного загрязнения, зависящую от начальной концентрации. Другая же часть нефтепродуктов хлореллой не разрушается, а переводится в объемно растворимое в воде комплексное соединение скорее всего хелатного типа выделяемым хлореллой протектором, который таким образом блокирует негативное воздействие нефтепродуктов на свою культуру. При экстракции же нефтепродуктов четыреххлористым углеродом комплексное соединение разрушается и аналитически определяется фактическая их концентрация.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили эффективность данного экологического решения и показали сложный механизм биологической реабилитации воды, загрязненной нефтепродуктами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреева В.М.* Род Clorella. Морфология, систематика, принципы классификации. Наука. –1975– 110 с.

2. *Семенов Ю.В.* Лабораторный практикум по коллоидной химии для студ. 11 курса спец-ти «Инженерная защита окружающей среды (ИЗОС) — М. МГГУ. 2005. — 49 с.

3. *Семенов Ю.В., Морозов В.В., Гридин О.М.* Методика количественного определения нефтепродуктов в воде. Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2006. — №8. — с.199-201.

4. plant.geoman.ru/books/item/f00/z0000000/st011.shtm.

5. *Харитонов Ю.Я.* Аналитическая химия (аналитика) в 2 кн. Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инстументальные) методы анализа. Учеб. для ВУЗов. — М. — Высшая школа — 2001. — 559 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Семенов Ю.В., Харламова Т.А. — Московский государственный горный университет,
Бодров А.В. — ООО « НПО Альгагрин».