

Р.Д. Сайфутдинова, ассист.;
С.В. Степанова, проф., д-р техн. наук
(ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия)

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В условиях современного индустриального общества экологические проблемы приобретают все более острый характер, затрагивая различные аспекты окружающей среды и человеческой деятельности.

Республика Татарстан относится к регионам, в которых развиты нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, химическая, нефтехимическая и другие отрасли промышленности, а также сельское хозяйство. Поэтому сама идея вторичного применения сельхозотходов (СО) для производства более дешевого сорбционного материала (СМ), из-за снижения затрат на логистику, транспортные расходы, не уступающего по адсорбционной емкости традиционным сорбентам, является актуальной, позволяющей решить ряд экологических проблем. Целлюлоза и лигнин, которые являются частью клеточных стенок растений, формируют основу структуры СО. Благодаря этому в ней образуются микро- и макропоры, что позволяет использовать СО в качестве сорбентов для сбора нефти с поверхности воды.

Целью исследования является выявление токсического воздействия вод, очищенных от нефти различными отходами сельского хозяйства (шелухи пшеницы - ШП), на всхожесть и рост растений.

Применение СО в нативном виде при удалении пленок нефти с поверхности воды способствует вторичному загрязнению очищенных вод (возрастает цветность, мутность и значение ХПК), что обусловлено присутствием механических и физических примесей. Поэтому для предотвращения данного недостатка, а также увеличения срока эксплуатации полученных СМ, их биостойкости, проводилась обработка исходных образцов различными методами: химическим – 1 % раствором H_2SO_4 (КШП) и 1 % раствором $NaOH$ (ЩШП) (при времени выдержки 60 минут, температуре 20 °С, соотношении модификатор к СО 20:1); физическим – термическое воздействие (150±10 °С 30 минут в присутствии кислорода воздуха) (ТШП).

Известно, что в результате химической обработки растительных отходов увеличивается реакционная доступность целлюлозы, но при

этом происходит снижение массы растительного сырья на 15-20 % за счет растворения гемицеллюлоз, водорастворимого лигнина и экстрактивных веществ, при этом возрастает количество α -целлюлозы. Кроме того, разрыхляется структура целлюлозного волокна, увеличивается его внутренняя поверхность, что способствует проникновению растворителей и реагентов [4].

Известно, что во время термической модификации структура материала изменяется на молекулярном уровне – образуется углерод. Волокна и связи расщепляются под воздействием температуры и давления. При 100-170 °С происходит удаление свободной и связанной влаги, а также других летучих составляющих, в итоге поверхность становится влагоустойчивой, стойкой к деформациям, гниению, заражению паразитами и менее пористой, однако масса продукта уменьшается примерно на 50 % [5].

В результате проведенных исследований определено максимальное значение сорбционной емкости СО по отношению к нефти: ШП – 9 г/г, КШП – 16 г/г, ЩШП – 14 г/г, ТШП – 23 г/г. При этом максимальная эффективность удаления пленки нефти с поверхности воды для образца ШП – 95,29 %, КШП – 97,65 %, ЩШП – 96,47 %, ТШП – 97,65 %. Так как значение ПДК нефти в воде не было достигнуто при применении СМ на основе СО, то авторами предложено биотестирование для оценки состояния водных объектов [2]. Важность данного метода заключается в его способности выявлять даже низкие концентрации загрязняющих веществ, оказывающих долгосрочное влияние на экосистемы и здоровье человека. В качестве тест-объектов исследованы семена высших растений редиса и кресс-салата [1, 3].

Первоначально оценивалось влияние на рост и развитие тест – объектов, исследуемой пробы модельной воды (МВ), загрязнённой нефтью концентрацией 17 г/дм³ (таблица 1). Контрольные показатели всхожести были получены при проращивании семян в дистиллированной воде. Проведённые эксперименты показали значительное снижение энергии прорастания и всхожести семян редиса (в 5 раз) и кресс-салата (в 1,75 раз), что указывает на сильное влияние нефти на всхожесть, длину побега (на 66,46 % для семян редиса и на 40,41 % для семян кресс-салата) и биомассу тест-объектов (на 73,81 % и 40,98 %, соответственно). Индекс фитотоксичности исследуемой пробы составил 0,6 для семян редиса и 0,2 для семян кресс-салата указывает на средний и слабый уровень загрязнения для исследованных проб.

Таблица 1 – Характеристика тест – культур

Предмет исследования	Семена редиса		Семена кресс – салата	
	Контроль	МВ	Контроль	МВ
Энергия прорастания	10	2±0,96	10	5,75±1,125
Всхожесть	10	4±0,96	10	8±1,662
Длина побега, мм	23,925±4,42	8,025±1,84	19,43±0,632	11,58±1,01
Биомасса, г	0,105±0,02	0,028±0,011	0,014±0,001	0,009±0,002

Далее проводились исследования об определении токсичности очищенных нефтезагрязненных модельных вод (исходная концентрация нефти в воде – 17 г/дм³) сорбентами на основе СО (массой 1 г). Проращивались семена редиса и кресс – салата в пробах воды, полученных при ликвидации разлива нефти различными растительными сорбентами. Фиксировались значения энергии прорастания, всхожести, длины побега, биомассы тест – объектов. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Характеристика пророщенных семян редиса (*Raphanus sativus* L) с использованием МВ, очищенной от нефти СМ

Предмет исследования	ШП	ТШП	КШП	ЩШП
Энергия прорастания	6,25 ± 1,13	9 ± 0,96	5,75 ± 1,48	4 ± 0,96
Всхожесть	9,25 ± 1,13	10	7,75 ± 1,48	8,75 ± 1,13
Длина побега, мм	14,18 ± 4,48	23,15 ± 3,02	12,1 ± 1,21	15,413 ± 5,34
Биомасса, г	0,06 ± 0,025	0,08 ± 0,017	0,058 ± 0,02	0,055 ± 0,015

По полученным результатам произведена статистическая обработка полученных данных и произведено сравнение показателей с контрольным и исходным. Обнаружено, что применение КШП в качестве СМ эффективно удаляет нефтяное загрязнение до 97,65 %, но его применение негативно сказывается на всхожесть и длину побега семян редиса. Рекомендовано применять ТШП, так как фитотоксичность вод снижается на 100 % при таком же значении эффективности использования в качестве СМ.

Таблица 3 – Характеристика пророщенных семян кресс-салата (*Lipidium sativum* L) с использованием МВ, очищенной от нефти СМ

Предмет исследования	ШП	ТШП	КШП	ЩШП
Энергия прорастания	9,25 ± 1,125	8,25 ± 1,763	7,75 ± 1,125	7 ± 0,959
Всхожесть	9,25 ± 1,125	9,75 ± 0,588	9,5 ± 0,678	9,75 ± 0,588
Длина побега, мм	19,62 ± 2,032	16,625 ± 0,562	18,075 ± 0,714	19,85 ± 1,062
Биомасса, г	0,011 ± 0,003	0,012 ± 0,001	0,013 ± 0,002	0,013 ± 0,003

Таким образом, применение СМ на основе СО для очистки воды от нефти значительно снижает её фитотоксичность. Очищенная вода улучшает условия для прорастания и роста растений, что подтверждается увеличением энергии прорастания, всхожести, длины побега и биомассы семян редиса и кресс-салата. Индекс фитотоксичности очищенной воды указывает на отсутствие значительного загрязнения, что свидетельствует о высокой эффективности применения растительных отходов в процессе очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, В. В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод / В. В. Александрова. – Нижневартовск: НВГУ, 2013. – 119 с. – Текст: непосредственный.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации(ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно – питьевого и культурно – бытового водопользования». – Текст: электронный // Гарант.Ру: [сайт]. – URL: https://base.garant.ru/12130908/#block_1000 (дата обращения: 20.01.2025).
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Текст: электронный // электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023365> (дата обращения: 20.01.2025).
4. Модификация структуры и свойств целлюлозы: монография / В.А. Петров [и др.] – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 172 с.
5. Секушин Н.А., Кочетова Л.С., Демин В.А. Количественный рентгеноструктурный анализ // Химия растительного сырья. – 1999. – №1. – С. 59–64.

УДК 631.3

У.К. Кенджаев, ассист.
(Горно-металлургический институт Таджикистана, г. Бустон)

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Таджикистан – страна, обладающая уникальными водными ресурсами, которые являются жизненно важными как для экосистемы, так и для экономики данного региона. Согласно данным Всемирного банка, более 90% территории страны занимает горный ландшафт, и именно в горах концентрируется около 60% всех водных ресурсов Таджикистана. Однако, несмотря на такое богатство, управление водными ресурсами