



УДК 574:624.145.3

Фитодиагностика технологии ликвидации заторных явлений на реке Лене

С. С. Тимофеева, О. В. Морозова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск
E-mail: timofoeva@istu.edu

Аннотация. Для ликвидации ледовых заторов на реках предложено использовать природные рассолы. Выполнена фитодиагностика технологии ликвидации заторных явлений на Лене с использованием рассолов Знаменского месторождения промышленных вод. Методом фитотестирования определены оптимальные разбавления, не оказывающие влияния на ростовые реакции и биохимические характеристики элодеи канадской.

Ключевые слова: соляной рассол, заторные явления, ликвидация, фитодиагностика.

Чрезвычайные ситуации, обусловленные природными явлениями, наносят огромный ущерб экономике многих стран мира. В России среди лидеров по числу природных чрезвычайных ситуаций выделяется Иркутская область [1; 2]. Штормовые усиления ветра, сильные морозы и дожди, паводковые явления и заторообразования на реках ежегодно наблюдаются на территории области. Негативным последствиям весеннего половодья подвержены территории 8 районов области: Тайшетского (реки Бирюса, Туманшет), Жигаловского (реки Лена, Тутура, Илга), Качугского (реки Лена, Бирюлька), Казачинско-Ленского (р. Киренга), Усть-Кутского (р. Лена), Киренского (р. Лена), Катанского (реки Нижняя Тунгуска, Непа), Чунского (р. Чуна). Подтоплению подвергаются около 90 населённых пунктов, в том числе города Киренск, Усть-Кут, Тулун, посёлки Качуг, Подволошино, Преображенка, Шиткино и др. Часто высокие уровни весенних паводков вызываются заторными и зажорными явлениями, это характерно для рек: Лены, Киренги, Ниж. Тунгуски, Бирюсы, Ии, Чуи, Мамакана. Ликвидация ледовых заторов является важнейшим способом предупреждения паводковых ситуаций.

Нами предложено в качестве реагента, ускоряющего процесс таяния льда и предупреждающего заторообразование на реках северных территорий, в частности, на Лене и её при-

токе Илге в районе с. Знаменка (Жигаловский район Иркутской области), внесение рассола (рапы), добываемого на близрасположенном Знаменском месторождении промышленных вод. Добываемое здесь гидроминеральное сырьё (рассол) имеет следующие характеристики: давление пластовое 460 атм., давление устьевое 178 атм., температура рассола в пласте 36–38 °С, удельный вес 1,42 кг/л, рН 4,6, суммарная минерализация до 600 г/л. Содержание основных компонентов приведено в табл. 1.

Для ликвидации заторов предложено производить пропилены льда и вносить в них соляной рассол в определённой дозе. После выполнения функции растопления льда используемый реагент оказывается в водной среде.

Вода рек и озёр северных территорий, по сравнению с южными и умеренными широтами, слабо насыщена кислородом, биологическое разнообразие в этих водоёмах значительно ниже, следовательно, процессы самоочищения идут со значительно меньшими скоростями. Если в южных районах Иркутской области процесс завершается на участке течения в 200–300 км, то для самоочищения воды в условиях севера оказывается недостаточно и 2 тыс. км. Столь низкая самоочищающая способность в суровых климатических условиях ограничивает допустимый сброс загрязнителей в северные водоёмы.

Таблица 1

Компонентный состав рассола Знаменского месторождения промышленных вод, г/л

	Li	Mg	Ca	Cl	Br	K	Na	Sr	I
В пересчёте на элемент	0,42	29,2	120,9	325,3	9,3	4,3	2,4	0,62	0,09
В пересчёте на хлорид	2,5	116,8	335,5	–	–	8,2	6,0	1,2	–

С целью оценки экологических последствий предложенной технологии нами проведены исследования по оценке токсикологических характеристик рапы методами фитодиагностики.

Ранее нами предложено для оценки токсичности вод и их компонентов использовать метод биотестирования по ростовым реакциям элодеи канадской (биологический) и метод энзимоиндикации (химический) по активности оксидоредуктаз [3; 4]. Процессы самоочищения в водоёмах протекают именно благодаря оксидоредуктазам. Это основные ферменты, катализирующие окислительные превращения ксенобиотиков в растительных организмах. Они являются стрессовыми белками, синтезируемые растениями в ответ на химическое воздействие, своего рода защитной реакцией на загрязнение. Это касается в первую очередь пероксидазы, катализирующей окисление органических веществ при участии перекиси водорода и имеющей субстратную специфичность. Полифенолоксидаза – медьсодержащий фермент, а пероксидаза и каталаза – железосодержащие ферменты, поэтому возможна их инактивация под действием веществ, обладающих свойствами комплексообразователей.

Выбор элодеи канадской как биотеста обусловлен её уникальной пластичностью: она способна размножаться с огромными скоростями, биомасса элодеи (воздушно-сухой вес) достигает в озёрах 201,3 т/га, в среднем урожайность элодеи в зарослях составляет 40–90 т с 1 га водной поверхности. В водоёмах происходит постоянное воспроизведение элодеи, она может перезимовывать, вмерзая в лёд, и, таким образом, легко переносить суровые северные зимы.

Она обладает высокой конкурентоспособностью, вытесняя другие виды растений.

Исследования влияния рассола проводили в условиях лабораторного эксперимента. В стаканы вместительностью 0,5 л помещали по 10 отрезков верхушечных побегов элодеи канадской длиной 5 см и вносили в определённых концентрациях и разведениях исследуемые образцы. Стаканы экспонировали на свету определённое время, измеряли прирост побегов элодеи в длину и уровень содержания оксидоредуктаз, согласно методикам, изложенным в работе [4].

Результаты экспериментальной токсикологической экспертизы рассола Знаменского месторождения по ростовым реакциям элодеи канадской приведены в табл. 2.

Установлено, что ингибирование ростовых реакций растений элодеи канадской в неразбавленном соляном растворе происходит на 5–10 сутки. Разбавления 1:10 и 1:25 достаточно, чтобы снизить токсичность на 50 %. Разбавление 1:50 не ингибирует рост элодеи, напротив, наблюдается стимулирующий эффект (табл. 3).

Как видно из полученных данных, уровни активности оксидоредуктаз снижаются незначительно, что указывает на высокую ассимиляционную способность элодеи канадской, наибольшее снижение уровня активности отмечалось для пероксидазы.

Результаты применения метода фитодиагностики дают основания утверждать, что реализация предложенной технологии ликвидации заторов с использованием рапы Знаменского месторождения не имеет экологических ограничений при соблюдении технологического регламента применения.

Таблица 2

Ростовые реакции элодеи канадской в присутствии в среде рассола Знаменского месторождения промышленных вод

Рассол в разведении	Время экспозиции, сут.	Прирост, % к контролю	Рассол в разведении	Время экспозиции, сут.	Прирост, % к контролю
1:0	5	3,1	1:50	5	147,1
	10	0,5		10	125,8
	15	0,0		15	116,1
1:1	5	9,7	1:100	5	179,9
	10	7,3		10	177,5
	15	9,9		15	110,3
1:10	5	42,2	1:500	5	164,7
	10	42,5		10	143,3
	15	35,6		15	133,5
1:25	5	65,3			
	10	78,5			
	15	93,4			

Степень ингибирования активности оксидаз
при воздействии рассола Знаменского месторождения промышленных вод

Фермент	Время экспозиции, сут	Степень ингибирования, % к контролю при разведениях				
		1:0	1:1	1:10	1:50	1:100
Каталаза	1	26,6	25,4	17,7	11,4	8,9
	2	31,3	29,4	23,5	12,5	5,6
	3	32,5	26,6	21,5	12,9	4,7
	4	35,6	21,6	9,6	10,5	2,5
	5	25,3	19,5	16,5	9,4	0,9
Пероксидаза	1	8,5	8,5	5,5	4,7	2,8
	2	12,3	9,4	6,9	5,9	3,1
	3	22,2	19,4	16,7	15,6	9,8
	4	23,4	18,7	15,7	14,5	8,9
	5	25,9	15,6	14,5	13,5	9,1
Полифенолоксидаза	1	20,8	14,6	12,4	11,4	5,8
	2	36,8	15,6	11,5	10,7	9,7
	3	42,1	36,7	21,4	14,7	10,4
	4	41,4	38,5	21,3	13,5	9,5
	5	34,6	28,9	20,2	10,5	5,6

Публикация статьи осуществлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 13-04-06068-г.

Литература

1. Жмур Н. С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России / Н. С. Жмур. – М.: Междунар. дом сотрудничества, 1997. – 117 с.
2. Еремкина Т. В. Методы биотестирования в практике работы экоаналитических лабораторий /

Т. В. Еремкина // Экология производства. – 2009. – № 4. – С. 34–37.

3. Тимофеева С. С. Использование биотестирования для оценки способов утилизации шламов сточных вод / С. С. Тимофеева, А. Э. Балаян // Эксперимент. водн. токсикология. – 1990. – Вып. 14. – С. 238–245.

4. Тимофеева С. С. Окислительно-восстановительные ферменты в биотестировании сточных вод и продуктов нового синтеза / С. С. Тимофеева // Физиология и токсикология гидробионтов. – Ярославль, 1988. – С. 146–150.

Phyodiagnosics of ice congestion liquidation technology on Lena river

S. S. Timofeeva, O. V. Morozova

National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk

Abstract. We proposed salt brine from Znamenskoe field to eliminate ice congestion. Performed phyodiagnosics of ice congestion liquidation technology. We used phyto-testing method to determine optimal dilution, which is not affecting growth reactions and biochemical characteristics of *Elodea canadensis*.

Keywords: salt brine, ice congestion, liquidation, phyodiagnosics.

Тимофеева Светлана Семеновна
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет
664047, Иркутск, ул. Лермонтова, 83
тел.: (3952) 40–51–06
E-mail: timofeeva@istu.edu

Timofeyeva Svetlana Semenovna
Dr. Sci. of Technics, Professor
National Research State Irkutsk Technical University
83 Lermontov st., Irkutsk, 664047
tel.: (3952) 40–51–06
E-mail: timofeeva@istu.edu

Морозова Ольга Викторовна
аспирант
Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83
тел.: (3952) 95–41–15
E-mail: movik@mail.ru

Morozova Ol'ga Viktorovna
Doctoral Student
National Research State Irkutsk Technical University
83 Lermontov st., Irkutsk, 664074
tel.: (3952) 95–41–15
E-mail: movik@mail.ru