



Технология биологической очистки и доочистки малых рек, водоемов и стоков

С ПОМОЩЬЮ **Эйхорнии**

А.Г. Дмитриев, Б.Ф. Рыженко, Ю.Ф. Змиевец, К.Г. Сокол
Консорциум “Социальная инновация”, Москва

Растение, о котором пойдет речь, заслуживает того, чтобы результаты его исследования стали достоянием лиц, заинтересованных в решении экологических проблем. Этот реликтовый вид в очень далекие времена, видимо, стал основным источником образования таких веществ, без которых немислима современная цивилизация. Домохозяйки даже не представляют, какому растению они обязаны присутствием газовой плиты на кухне.

Еще в восьмидесятые годы во многих странах, где произрастает это растение, его называли злостным сорняком.

Сейчас с его помощью очищают озера, занесенные в список мертвых, малые реки и водоемы, всевозможные грязные стоки хозяйственного и животноводческого происхождения. С помощью этого растения можно извлечь из стоков большинство биогенных элементов, таких, как азот, фосфор, калий, кальций, магний, марганец, сера, а также такие ингредиенты, как фенол (до 540 г/л), сульфаты, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), фосфаты, и можно улучшить такие показатели, как биологическая потребность кислорода (БПК) и химическая потребность кислорода (ХПК). Именно этот набор элементов и



ингредиентов служит основным загрязнителем наших рек и водоемов. При очистке стоков, в которых находятся аммиак, фосфаты, щелочи, сульфиды, нефтепродукты, фенолы, растение окисляет и расщепляет их на простые элементы и усваивает как питание.

Так что же это за растение, которое пришло к нам из глубоких веков со столь полезными качествами?

Ботаническое название — эйхорния (*crassipes*) — плавающая семейства Понтедериевых. Очень эффективное плавающее водное растение, надводная часть которого состоит из листьев и цветка, напоминающего гиацинт (что послужило причиной его второго назва-

тельная часть внутренних водоемов была пресноводной. Это значит, что концентрация солей в этих водоемах позволяла произрастать существующим в то время водорослям и водным растениям. Одним из таких растений, с уверенностью можно сказать, была эйхорния. Именно это растение с невероятной биологической активностью и великолепной продуктивностью заполняло обширные участки водоемов, подавляя своей активностью большинство растений, встречающихся на пути ее распространения.

Учитывая, что масса воды любого крупного водоема была достаточно большой, естественно, питательных веществ в виде азота, фосфора, калия, кальция, магния, марганца и остальных микроэлементов, а также углерода и кислорода вполне хватало для быстрого роста этого растения. Наибольший прирост зеленой массы, естественно, был в районах с тропическим и субтропическим климатом, где эйхорния способна за год воспроизвести себя миллионы раз. Отмершие растения, пропитавшись водой, опускались на дно. Новые растения, вырастая, повторяли этот процесс. Так миллиарды тонн отмерших растений в течение миллионов лет слой за слоем осаждались на дне водоемов, создавая будущее топливо нашей планеты. Затем тектонический процесс законсервировал то, что мы сейчас так интенсивно расходим, не думая о его хотя бы частичном воспроизводстве.

ния — водный гиацинт). В воде находятся нитевидные корни, опушенные ресничками, между которыми и происходит основной процесс очистки. Произрастает эйхорния в естественных условиях в странах с тропическим и субтропическим климатом. Однако в благоприятных условиях летнего периода в интервале температур 16 — 32 °С может активно вегетировать в более северных районах, вплоть до широты г. Архангельска. Так, в Сыктывкаре она прекрасно адаптировалась на стоках целлюлозно-бумажной промышленности, справляясь не только с биогенными элементами, но и со значительным количеством дубильных веществ. И, казалось бы, в условиях короткого лета вегетация и биопродуктивность эйхорнии не должны быть близкими к уровню южных широт. Однако из-за значительного увеличения долготы дня в летнее время эти показатели в сумме за весь сезон практически остаются на том же уровне, что и на юге.

Чтобы обосновать предположение участия этого растения в образовании энергоресурсов планеты, приведем некоторые данные, полученные за несколько лет наблюдений. На протяжении последних пяти лет растения эйхорнии оставляли в ванне, где они зимой замерзали. А весной растения, освободившись ото льда, оседали на дно ванны. Через пять лет химический анализ показал, что образовавшаяся субстанция не что иное, как углеводороды, прошедшие первичный анаэробный процесс и законсервированные для следующих природных превращений.

А теперь такой же процесс преобразования эйхорнии представим в те очень далекие времена, когда значи-

Если же искусственно создать условия, благоприятные для преобразования этих осадков в будущее топливо, то очистка загрязненных пресноводных бассейнов с помощью эйхорнии была бы экономически чрезвычайно выгодным делом. Очищая стоки от вредных примесей, вырастает сырье для получения топлива.

И вот наступает время, когда эйхорния вытесняется из водоемов в связи с повышением концентрации солей натрия, но остается в пресноводных водоемах тропиков и субтропиков на азиатском и американском континентах. Поэтому не случайно, что большинство мощных месторождений нефти и газа расположено в экваториальной части Земли, а также в местах, где в то далекое время климатические условия, вероятно, позволяли произрастать эйхорнии. Этим можно объяснить значительные запасы нефти и газа в районах с суровым климатом, потому как находят останки животных и растений, которые в прошлом могли жить в тех краях только в условиях теплого климата, что и подтверждает вероятность произрастания эйхорнии в тех широтах.

Необходимо отметить, что размножение эйхорнии в условиях, при которых температура воды не превышает 25 °С, происходит только вегетативно. Однако там, где температура воды поднимается до 32 — 35 °С возможно и семенное размножение. Это еще раз подтверждает тот факт, что бесконтрольное распространение

эйхорнии на территории России невозможно. Нет условий для прорастания семян, а наличие морозного периода приводит к уничтожению эйхорнии, оставшейся в водоеме.

Предлагая такую версию образования нефти и газа, хотим подчеркнуть, что не только эйхорния явилась источником образования углеводородов. В процессе образования участвовали и другие виды растений. Однако в природе нет растения, способного конкурировать по биопродуктивности с этим древнейшим представителем высшей водной растительности. К этому заключению мы пришли не только на основе собственных наблюдений. Окончательно к такому выводу нас подтолкнул практический опыт индейцев, которые на протяжении тысячелетий использовали эйхорнию на корм животным, для получения биогаза, а позже для изготовления бумаги.

Хотим подчеркнуть, что вредными веществами в эйхорнии могут быть тяжелые металлы в количестве, превышающем ПДК. Контролируя процесс очистки, можно регулировать концентрацию тяжелых металлов в растении.

Без особой подготовки эту технологию можно внедрить уже сейчас на животноводческих и птицеводческих комплексах, на целлюлозно-бумажных комбинатах, на стоках от пищевой промышленности и чисто хозяйственного происхождения, на малых и больших реках, прудах и озерах. Как показала многолетняя практика, внедрение этой технологии выгодно, так как выросшая зеленая масса после сбора может быть использована на корм животным и птицам, для изготовления бумаги и биоудобрений, переработки на биогаз и жидкое топливо. Данная технология позволяет регулировать этот процесс с помощью энергоактиваторов.

Доказательством эффективности и целесообразности использования эйхорнии в качестве инструмента по очистке стоков является наша практика в летний период 1997 года на Киржачской птицефабрике Владимирской области.

Характеристика очистных сооружений. Стоки с температурой на 1 — 2 градуса выше температуры воды в естественных водоемах (хозяйственные от птицепроизводства) в количестве 180 — 200 м³ в сутки поступают на очистные сооружения, а затем в каскад отстойников. Там осуществляется процесс оседания взвешенных веществ на дно отстойника и биологический распад ингредиентов, находящихся в стоках. Однако этот процесс не дает возможности очистить стоки до уровня ПДК. Ввиду того, что отстойники не имеют гидравлического замка, в колодцах близлежащего поселка обнаружены те же ингредиенты, что и в отстойниках. Вследствие этого уже несколько лет жителям поселка запрещено пользоваться колодезной водой.



Внедрение технологии доочистки стоков с помощью эйхорнии осуществлялось следующим образом. На основании анализов стоков прошедшего периода были определены очистные сооружения: отстойник площадью 2100 м², не имеющий гидравлического замка с концентрацией стоков, позволяющий активно вегетировать эйхор-

Результаты анализов хозяйственной и промышленной воды после очистки эйхорнией

Ингредиенты	Хозяйственные стоки		Промстоки	
	на день отбора	после 7 дней очистки	на день отбора	после 7 дней очистки
Взвешенные вещества, мг/л	298	17,2	91,7	15,2
ХПК, мгО ₂ /л	533	109,8	384	110
БПК, мгО ₂ /л	120	35,6	85,7	16,4
NH ₃ , мг/л	40,7	3,3	1,2	ОГС
Фосфаты, мг/л	5,7	0,4	1,4	0,05
Железо, мг/л	3,0	1,3	3,0	0,82
Щелочи, мг/л	8,0	4,8	—	—
СПАВ, мг/л	1,36	0,25	—	—
Сульфиды, мг/л	7,5	Отсутствует	—	—
Нефтепродукты, мг/л	2,6	Отсутствует	—	—
Фенолы, мг/л	85	Отсутствует	—	—

Процент извлечения ингредиентов из сточных вод с помощью эйхорнии в зависимости от температуры и длины дня

Ингредиенты	Средняя температура, °С/ месяц					
	10 — 12/ апрель	14 — 16/ май	18 — 22/ июнь	22 — 24/ июль	21 — 22/ август	20/ сентябрь
Взвешенные вещества	13	3,5	84,9	97,9	97,7	94,9
ХПК	4,8	18,2	72,2	83,6	75,4	57,8
БПК	9,16	47,5	85,5	90,0	90,0	87,5
NH ₄	15,2	44,5	92,8	99,3	96,0	89,4
Фосфаты	40,3	70,2	84,2	87,7	80,7	75,4
Железо	—	—	34,0	35,7	36,0	—
Щелочи	—	—	—	38,1	38,0	—
СПАВ	25,4	55,1	88,9	97,4	97,4	80,5
Сульфиды	34,0	64	87,0	95,1	95,0	78
Нефтепродукты	11,2	21	75,0	97,0	97,0	81,0
Фенолы	15,1	25	63	81,0	85,1	81,0

нии; отстойник с очень высоким содержанием ингредиентов; искусственный водоем площадью 4 м² с гидравлическим замком, не позволяющим дренировать стокам в почву.

Эйхорния была завезена из г. Эссенуки и посажена на вышеуказанных отстойниках и искусственном водоеме 20 июля 1997 г. При этом в первом отстойнике

Когда растения в процессе вегетации заполнили значительную часть первого отстойника (30 %), санитарно-гигиенической и санитарно-бактериологической лабораториями Центра Госсанэпиднадзора были проведены исследования проб воды.

Суммарное количество солей в пробе воды после очистки было на порядок ниже, чем в пробе до очистки.

Эффективность очистки стоков эйхорнии зависит от количества растений на единице площади и температурного режима. Там, где плотность растений составила около 80 %, результат очистки по всем ингредиентам оказался наивысшим.

Результаты санитарно-бактериологического анализа показали, что

Химический состав эйхорнии в сухом веществе

Название образца, время адаптации растения	Влага	Жир	Зола	Азот общий	Протеин	Суммарное содержание азотистых соединений	Клетчатка	Безазотистый экстракт вещества	Кальций	Фосфор	Каротин, мг на кг натурального корма
Донской зональный институт сельского хозяйства (ДЗНИИХС), совхоз Новочеркасский											
Эйхорния, 30.06	95,32	2,94	19,51	1,89	11,81	37,2	20,45	29,8	0,14	0,81	13,52
Эйхорния, 10.07	92,7	3,01	14,97	2,73	17,06	—	22,0	31,5	0,54	0,53	14,0
Эйхорния, взрослое растение, 20.07	93,09	3,65	15,82	4,34	27,12	22,4	24,42	20,2	0,62	0,71	34,3
Эйхорния, молодое растение, 20.07	89,3	3,52	18,69	4,62	28,88	25,0	29,75	10,3	0,22	0,71	37,4
Кишиневский филиал ЦИНАО											
Эйхорния, 15.08	93,82	3,45	21,6	—	25,6	27,2	21,4	15,0	0,215	0,39	31,5

было высажено 2 тыс. растений, что заняло 2 % площади отстойника. Во втором отстойнике было высажено 400 штук растений, что заняло 0,5 % площади отстойника. В искусственном водоеме было высажено 100 растений, что заняло 50 % его площади.

Наблюдения за процессом очистки. Специфический запах нечистот исчез: на искусственном водоеме через сутки, на первом отстойнике через неделю, что объясняется различной плотностью растений на единицу площади.

все бактерии, контролируемые СЭС. Общее микробное число и колииндекс (количество кишечной палочки) были приведены к нормам, которые существуют для открытых водоемов и плавательных бассейнов. Основные микроорганизмы гнилостного ряда были уничтожены, подавлен стафилококк. Это значит, что применение описываемой технологии позволит очистить стоки и водоемы не только от органических, но и от бактериологических загрязнителей, не нарушая биоценоза в водоемах.

Признаком эффективной очистки при использовании данной технологии стало то, что на первый отстойник стали приходить на водопой животные. Дикие утки с выводками питаются здесь эйхорнией. В искусственном водоеме стали размножаться дафнии и барманши, что также подтверждает чистоту очистки.

Таким образом, применение данной технологии в условиях средней полосы России окажет значительную помощь в очистке всевозможных стоков, рек, озер, а также позволит сократить дефицит кормов и их себестоимость. ■