

ИРРИГАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД Г. КЫЗЫЛОРДА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

А.А. Шомантаев, Б.С. Отарбаев, У.Б. Абдикерова

Кафедра «Водное хозяйство и землеустройство»,
Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, Казахстан

Аннотация. Выбор данной статьи связан со сложившейся экологической ситуацией региона. Стремительное развитие жилищно-коммунального строительства, а также развитие агропромышленного сектора, привело к возрастанию объемов возвратных вод. В настоящее время имеющиеся пруды-накопители, поля фильтрации, отстойники и коллекторы переполнены, происходит повсеместное загрязнение ими открытых, а частичный сброс после очистки, не на должном уровне удовлетворяет требованиям утилизации и требует альтернативные пути решения проблем. Одним из таких путей является использование возвратных вод для орошения.

Ключевые слова: сточные воды, древесные насаждения, поля фильтрации, биологическая очистка, экология.

Стремительное развитие жилищно-коммунального строительства в стране, а также развитие агропромышленного сектора, рост городов и благоустроенных населенных пунктов в Приаралье привели к образованию более 1.8 млн. м³ сточных вод, создавая угрозу окружающей природной среде. Накопление сточных вод вблизи городов и населенной местности в прудах, на полях фильтрации с частичным сбросом в открытые водоемы не решают проблему их полной утилизации.

Затрачиваются огромные средства на строительство новых и расширение существующих накопителей в связи с их переполнением. Для дальнейшего снижения водопотребления и водоотведения нужны принципиально новые технологии, значительное время и затраты по их внедрению.

Наиболее перспективным направлением в утилизации биологически очищенных сточных вод городов является использование их для орошения и удобрения полей в сельском и лесном хозяйстве. Это способствует осуществлению водоохранных мероприятий, экономии оросительной воды, улучшению плодородия почвы, повышению урожайности, развитию сельскохозяйственного производства, снижению себестоимости продукции за счет получения дешевой, полноценно качественной сельскохозяйственной и лесной продукции. Использование биологически очищенных сточных вод для орошения способствует не только охране водоемов от загрязнения, но и дает экономию огромного количества минеральных удобрений. Только хозяйственно – бытовыми сточными водами республики ежегодно выбрасываются 120 тыс. тонн азота, 60 тыс. тонн фосфора и 102 тыс. тонн калия, которыми можно было бы удобрить более 500 тыс. га пастбищ и сенокосов. [1]

В этой связи нами разработан научно-обоснованный принцип обеззараживания и рациональное использование биологически очищенных сточных вод для возделывания древесных и кустарниковых насаждений в целях охраны водоисточников от дальнейшего загрязнения, сохранения и разведения лесных массивов.

Разработан научно обоснованный режим возделывания быстрорастущих гибридных тополей при поливе сточными водами г. Кызылорда, не оказывающий отрицательного влияния на рост и развитие древесных культур, состав и свойства почвы. Опытные участки расположены на почвах тяжелосуглинистого и глинистого механического состава, характерны для данной зоны. Объемная масса метрового слоя почвы в опытного участка среднем составляет 1,28 г/см³, наименьшая влагоемкость – 26,0% от массы почвы.

Содержание солей в метровом слое почвы колеблется в пределах 0,26-0,720% от массы почвы.

Опытные участки по содержанию фосфора и азота относятся к низкой, а по содержанию калия высокой обеспеченности.

Таблица 1.1

Агрохимический состав сточных и речных вод г. Кызылорды, мг (по состоянию на 2011-2012.г.)

Показатель	Единица измерения	Сточные воды перед поливом		Речная вода
		от	до	
pH		6,8	7,6	7,6
БПК ₅	мг/лO ₂	20,5	202,2	118
Σсолей	мг/л	1039	1300	971
HCO ₃ ⁻	мг/л	280,0	300,0	300
Cl ⁻	мг/л	113,6	200,0	126
SO ₄ ²⁻	мг/л	274,0	300,0	211
Ca ²⁺	мг/л	90,0	144,0	92
Mg ²⁺	мг/л	57,6	95,0	28
Na ⁺ +K ⁺	мг/л	87,4	261,1	214

Окончание таблицы 1.1

Фосфор	мг/л	4,8	6,6	6,4
Взв. Вещества	мг/л	29,0	51,0	8
Нитраты	мг/л	0,04	0,05	-
Аммиак	мг/л	23,4	25,4	-

Таким образом по активности ионов водорода сточные воды г. Кызылорда отвечают существующим требованиям: $pH_{ст.вод} = 6,9-8,1 < pH_{допустимая} = 6,0-8,5$. По содержанию легкорастворимых солей сточные воды региона после механической и биологической очистки незначительно отличаются от допустимой:

$$\sum \text{солей} = 1,08 \text{ г/л} > \sum \text{суммы доп. солей} = 1,0 \text{ г/л. [2]}$$

Таблица 1.2

Ирригационная оценка пригодности сточных вод региона, мг-экв/л

Метод расчета	Расчетная формула	CI	Оценка
А.М. Можейко	$Na+K \times 100 \leq 65\%$ $\sum \text{катион}$	33.4	Вода не опасна
М.Ф. Буданова	1. $Na/Ca \leq 1,0$	1.07	Непригодна
	2. $(Na/Ca+Mq) \leq 0,7$	0.46	
	3. $\sum \text{катионов} / (Ca+Mq) \leq 4,0$	4.4	
Ричардс (США)	$S = [Na / \sqrt{0,5(Ca + Mq)}] \leq 8.0$	2.65	Пригодна
Стеблер (Франция)	$Ka = 288 / (2 Na + 2CI) \leq 6:18$	12	Пригодна к орошению
ВНИИССВ	$CI < 300 \text{ мг/л}$	205.9	Удовлетворяет требованиям
СЭВ и ВНИИССВ	$SO \geq 500 \text{ мг/л}$	451.2	Удовлетворяет требованиям
ВНИИССВ	$Mq < 300 \text{ мг/л}$	115.2	Удовлетворяет требованиям

По ирригационным оценкам сточные воды после очистки, пригодны для возделывания древесных культур. Следовательно, вопрос о возможности сельскохозяйственного использования сточных вод в низовье реки Сырдарьи решается не только на основании химических анализов воды, но и экспериментальными исследованиями по схеме взаимодействия: вода-почва-растения-животные. Только в этом случае само растение и почва лучше всего покажут, насколько приемлема сточная вода для орошения сельскохозяйственных культур и древесных насаждений. [3]

Теоретические разработки и технологии по использованию биологически очищенных сточных вод для возделывания древесных насаждений найдут свое применение в озеленении территорий населенных пунктов и городов, вдоль автомобильных и железных дорог и защите полей от знойных ветров, солезаносов. Эти разработки будут полезны для органов управления сельских и лесных хозяйств, исследовательских и проектных организаций, высших и средних учебных заведений и найдут применение при определении перспектив в улучшении экологической обстановки в регионе.

В настоящее время в связи со сложившейся экологической обстановкой в низовье р. Сырдарьи имеются большие площади малопродуктивных земель, которые практически не используются в сельском и лесном хозяйстве. Одним из путей успешного решения этой проблемы является освоение полупустынных территорий методом искусственного лесоразведения, то есть создание в жестких лесорастительных условиях искусственных лесонасаждений и, в первую очередь, маточных и плантационных культур из быстрорастущих сортов тополей. Проведенные нами исследовательские работы показывают, что в разных сочетаниях древесные насаждения растут по-разному. Если в одних сочетаниях образуются хорошо растущие лесные насаждения, то при других – трудно получить ожидаемых результатов. Наиболее подходящим объектом для решения поставленных задач является тополь, биологические и генетические особенности которого позволяют эффективно и в широком спектре проводить работы по селекции и в короткие сроки (5-10 лет) получить ожидаемые результаты, то есть созданию лесного массива.

В Казахстане селекционные работы с тополями были начаты в 1960г. Выведенные в КазСХИ гибридные тополя «Казахстанский», «Кайрат» и ряд других, отличающиеся быстрым ростом, устойчивостью к засоленным почвам, иммунитетом к этно- и фитовредителям, прошли производственные испытания в южных регионах республики, хорошо зарекомендовали себя при создании защитной зелёной зоны г. Астаны. Результаты показывают, что в возрасте 3-х лет с плантационных культур тополя можно получить от 30 до 50 тонн биомассы, а в 20-летнем возрасте 1 га плантаций гибридных тополей обладает запасом 600-800 м³ древесины [1].

Гибридные тополя характеризуются быстрым ростом и уже в возрасте 15-20 лет достигают технической спелости. Когда, высота достигает 20-25 м, диаметр ствола 62 см, запас древесины составляет 600-800 м³ на 1 га. Такой запас древесины в этом возрасте не имеет ни одна древесная порода. Древесина тополя успешно применяется в строительных работах и в других производствах отраслей экономики, она легкая, хорошо обрабатывается, легко красится и пропитывается красителями. По данным шведских ученых, древесина тополя по содержанию сухого вещества на 80% и по выходу целлюлозы на 60% превосходит другие виды [5].

Поэтому вышеуказанные виды гибридных тополей были выбраны нами для возделывания в жестких климатических условиях Кызылординской области.

Тополь «Казахстанский» – получен от скрещивания тополя PCL-284 с тополем дельтовидным. Это - быстрорастущий тополь с широкопирамидальной кроной (мужская особь). Ствол полндревесный, прямой с тонкими ветвями. Листья на укороченных побегах, крупные, плотные. Хорошо размножается черенками, приживаемость которых составляет 96-98%.

В 12-летнем возрасте достигает средней высоты 17,0 м, диаметром на высоте груди – 23,0 см.

Тополь «Кайрат» – получен от скрещивания тополя PCL-284 с тополем дельтовидным. Ствол полндревесный, прямой с тонкими ветвями. Крона широкопирамидальная, кора гладкая, нерастрескивающаяся. Мужская особь. Листья крупные, плотные на укороченных побегах, треугольной формы с прямым основанием. Хорошо размножается черенками. В 12-ти летнем возрасте имеет среднюю высоту 17,4 м, диаметр на высоте груди 25,2см. [4]

Посадку черенков проводили в ручную, высаженные по таким бороздам черенки располагались в нижних влагообеспеченных и достаточно прогреваемых слоях почвы.

Полив гибридных тополей производился по бороздам, проложенным вдоль тополиных рядов. На каждом варианте опыта было по 3 борозды с междурядью 3м, длина борозд составляла 10 метров. Если расчет вести на один гектар, то на каждом варианте опыта будет по 34 борозд с междурядью 3м, длина борозд составит 100 метров. Вдоль каждой борозды будет посажено по 50 штук тополей.

Согласно принятой схеме орошения при каждом поливе под один тополь необходимо подать $0,45\text{м}^3$ воды.

$$(M : N) : n = (4500 : 1660) : 6 = 0,45\text{м}^3 \quad (1.1)$$

здесь М – средняя оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$, N – число тополей на 1 га, n-число поливов. Следовательно в одну борозду подали $22,5\text{м}^3$ воды

$$Q = N_1 \cdot q = 50 \cdot 0,45 = 22,5\text{м}^3 \quad (1.2)$$

здесь Q – количество воды, подаваемый в одну борозду, м^3 ;

При расходах борозды 2л/с продолжительность полива составляет 3,4 часа. ($t = Q:q = 22,5:7,2 = 3,4$ час

здесь q – расход борозды 2л/с или $7,2\text{м}^3/\text{час}$).

При работе одновременно всех борозд на вариантах опыта, необходимый расход воды в вводной борозде составляет 70 л/с.

($Q = q \cdot n = 2 \times 34 = 70\text{л/с}$. здесь – n – число борозд в одной вводной борозде n – 34 шт.)

Режимы орошения гибридных тополей складывались по-разному. Наибольшее число поливов отмечено в первом году жизни (2011г). В этом году в целях обеспечения влагой вновь пересаженных тополей потребовалось проводить частые поливы (таблица 1.3).

Таблица 1.3

Режим орошения гибридных тополей за год исследования при поливе различными водами

Вариант	Показатель режима орошения	«Казахстанский»	«Кайрат»
1	2	3	4
I вариант	Число поливов	7	7
	Даты поливов	18/IV;20/V;16/VI; 10/VII; 31/VII; 20/VIII; 20/X;	20/IV;22/V;18/VI 2/VIII; 22/VIII 22/IX; 20/X;
	Поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	500, 600, 700, 800, 900, 900, 800	500, 600,700, 760, 800, 900
	Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	5200	5200
II вариант	Число поливов	7	7
	Даты поливов	17/IV;19/V;16/VI; 9/VII; 19/VIII; 19/IX; 20/X;	19/IV;21/VI;17/VI; 1/VII;20/VII 20/IX; 20/X;
	Поливная норма $\text{м}^3/\text{га}$	500, 610, 710, 800, 910	600, 600,700, 800, 800, 900.900
	Оросительная норма $\text{м}^3/\text{га}$	5320	5200

Первый полив был проведен сразу после посадки (18 апреля 2011 г.), Тополя поливались по 7 раз с оросительной нормой 5000-5200 $\text{м}^3/\text{га}$. Связи развитием корневой системы, последующие годы полив можно сократить до 5-6 поливов с оросительной нормой 4200-5000 $\text{м}^3/\text{га}$ (влажные годы 5 раз, в сухой по увлажненности год по 6 раз). Наибольшее значение оросительной нормы наблюдалось по второму варианту, где поливы проводились со сточной водой.

Особый интерес вызывает рост и развитие гибридных тополей в первые годы жизни, посаженных черенками. Эти данные представлены в таблице 3.5.

Все виды оросительной воды оказали положительное влияние на рост и развитие гибридных тополей. Наибольшая высота тополя достигла при поливе сточными водами - 58-68 см (в августе), при диаметре у шейки 0,6-0,7 см. Это объясняется тем, что повышенная минерализация в некоторой степени оказывает отрицательное влияние на ростовые процессы.

Из видового состава тополей высоким приростом отличались тополя «Казахстанский», затем «Кайрат». Окраска листьев тополей, орошаемых сточными водами была темнее, чем при поливе речными водами. В первый год жизни тополей площадь одного листа составила – 30-49 см², наибольшая площадь отмечена у тополя «Казахстанский». Площадь листьев тополей на втором году жизни была больше, чем в первый год жизни. Результаты наблюдения за ростом и развитием тополей при поливе их различными водами за период показали, что на втором году жизни площадь одного листа могут достигнуть 125-317 см², тогда как на первом году жизни площадь одного листа она составляла 30-49 см². Наибольшая площадь листьев тополей отмечена при поливе сточными водами, средний вес одного листа составил: на первом году – 0,97-1,2 г. Если основываться на литературных источниках, то по характеристике выбранные сорта тополей, во втором году жизни достигнут высоту 2,15- 2,58 м, а диаметр на уровне 1,5 м от поверхности земли, 1,7-2,5 см.

Появление болезней и вредителей на их рост не наблюдалось. В вегетационный период не наблюдалось пожелтение листьев, усыхание побегов. В 2012 году норма осадки больше, чем в 2011 году. Они должны оказать положительное влияние на рост и развитие тополей.

Суммарный прирост по высоте, в среднем за год, при поливе сточными водами превысил прирост тополей на контрольном варианте в среднем на 7%, что видно на примере тополя «Казахстанский». Здесь прирост тополей за год на 1,10-1,20 м выше, чем прирост тополей на контрольном варианте.

Высокая выживаемость гибридных тополей отмечена при поливе сточными водами. Здесь выживаемость тополей на 3-6% больше, чем при поливе речной водой (рисунок 1). Это объясняется тем, что при поливе сточными водами в почву поступают многочисленные органо-минеральные вещества, которые послужили основной пищей древесных насаждений. Наиболее высокая выживаемость была у тополей «Казахстанский», что составляет в среднем 86% при поливе сточными водами.

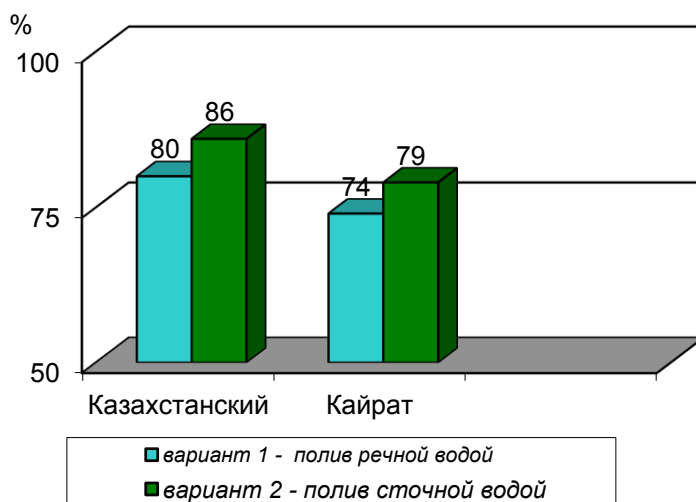


Рисунок 1. Выживаемость гибридных тополей в зависимости от вида оросительной воды

Листовая часть тополя не имеют признаков болезни. Для обеспечения нормального роста тополей необходимо вовремя проводить все агротехнические мероприятия.

Наиболее выносливым в условиях региона, как показали приведенные данные, являются гибридный тополь «Казахстанский».

Таким образом, в условиях низовья реки Сырдарьи быстрорастущие гибридные тополя «Казахстанский», «Кайрат» показали себя отзывчивыми к орошению возвратными водами. Возделывание гибридных тополей в низовье реки Сырдарьи, по предварительным расчетам, может дать с каждого гектара 350-400 м³ деловой древесины. В связи с чем, она найдет широкое применение в разных отраслях народного хозяйства. Это свидетельствует о большом хозяйственном значении гибридных тополей и экономической целесообразности их искусственного разведения.

Для решения актуальной проблемы при охране водоемов от загрязнения, использование возвратных вод, как дополнительного источника оросительной воды, возделывание гибридных тополей имеет важное значение для оздоровления окружающей среды в регионе.

Вывод

1. Наиболее подходящим объектом для решения поставленных задач является тополь, биологические и генетические особенности которого позволяют эффективно и в широком спектре проводить работы по селекции и в короткие сроки (5-10 лет) получить ожидаемые результаты, то есть созданию лесного массива.

2. В первый год тополя поливались по 7 раз с оросительной нормой 1-вариант-5200 м³/га, 2-вариант-5320 м³/га последующие годы полив можно сократить до 5-6 поливов с оросительной нормой 4600-5000 м³/га

Режим орошения гибридных тополей «Казахстанский», «Кайрат» существенной разницы нет. Наблюдалось некоторое увеличение оросительной нормы во 2-ом варианте, где поливы были проведены сточными водами. Это объясняется значительным ростом и развитием тополей при поливе сточными водами по сравнению с речной водой



Рисунок 1. 2012 г апрель



Рисунок 2. 2012 май



Рисунок 3. 2012 апрель

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шомантаев, А.А. Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях реки Сырдарьи. – Кызылорда, 2001.
2. Отарбаев, Б.С., Шомантаев, А.А., Зубаиров, О.З. Использование сточных вод для орошения древесных насаждений в низовьях реки Сырдарьи//. Материалы международной научно-практической конференции «Валихановские чтения-8». – Кокшетау, 2003.
3. Абдикерова, У.Б., Отарбаев, Б.С. Методы очистки сточных вод для повторного использования, Сб. молодых ученых 1 том. – Кызылорда, 2010.
4. Шомантаев, А.А., Байманов, Ж.Н., Зубаиров, О.З. Агротехническая оценка пригодности сточных вод в г. Кызылорде для орошения. // Сб. научных трудов «Актуальные проблемы в экологии и природопользовании» часть 1. – Кызылорда, 1996.
5. Шегенбаев, А.Т. Экологическая оценка применимости природно-производственного комплекса для безопасной утилизации сточных вод городов и промышленных объектов. Вестник ТарГУ им. Х.М. Дулати. «Природопользование и проблемы атмосферы». – Тараз. – 2002. – № 4.

Материал поступил в редакцию 18.03.14.

IRRIGATIONAL ASSESSMENT OF SEWAGE WATER OF KYZYLORDA FOR CULTIVATION OF TREE CROPS AND SHRUBBERIES

A.A. Shomantayev, B.S. Otarbayev, U.B. Abdikerova

Department of Water and Land Management,
Kyzylorda State University Korkyt Ata, Kazakhstan

Abstract. *The choice of this article is connected with the developed ecological situation of the region. Prompt development of housing-and-municipal construction, and development of agro-industrial sector, led to increase of volumes of returnable waters. Now available pond-stores, filtration fields, settlers and collectors are overflowed, there is a universal pollution by them opened, and partial dumping after cleaning, not up to standard meets requirements of utilization and demands alternative solutions of problems. One of such ways is use of returnable waters for an irrigation.*

Keywords: *sewage, wood plantings, filtration fields, biological cleaning, ecology.*