

Таблица 3

Вариант опыта	Расстояние от ЛЭП, м	Текущий прирост, см			P	P <sub>1</sub>
		$\bar{X}$	S	S $\bar{X}_i$		
Здоровые деревья						
1	0	26,7	3,18	1,00	—	—
2	10	32,4	2,38	0,75	—	4,6
3	50	30,4	2,50	0,80	—	2,9
4	100	28,1	2,04	0,65	—	1,1
Больные деревья						
1	0	23,1	1,94	0,61	3,1	—
2	10	29,0	2,09	0,66	3,4	7,3
3	50	28,2	2,60	0,82	1,9	5,0
4	100	25,6	3,00	0,95	2,2	2,3

Примечание. P — достоверность различий в приростах здоровых и больных деревьев; P<sub>1</sub> — достоверность различий между вариантами 1 и 2. 1 и 3. 1 и 4.

ное — в намагничивании грунтовых вод и атмосферных осадков, что положительно сказывается на росте и развитии растительных организмов.

Полученные результаты позволяют сделать следующие предварительные выводы. Возбудитель серого шютте и электромагнитное излучение ЛЭП оказывают заметное влияние на текущий прирост по высоте осевого побега соснового подростка. Серое шютте вызывает значительное снижение прироста по высоте во всех изученных типах леса. С удалением от ЛЭП наблюдается тенденция к снижению зараженности деревьев сосны серым шютте и уменьшению текущего прироста по высоте как здоровых, так и пораженных грибом деревьев. Исследования необходимо продолжить.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ван дер Планк Я. Е. Болезни растений.— М.: Колос, 1966.— 359 с. [2]. Деверолл Б. Д. Защитные механизмы растений.— М.: Колос, 1980.— 128 с. [3]. Жуков А. М. Грибные болезни лесов Верхнего Приобья.— Новосибирск: Наука, 1978.— 247 с. [4]. Лакин Г. Ф. Биометрия.— М.: Высш. шк., 1973.— 343 с. [5]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Агропромиздат, 1986.— 196 с. [6]. Синнадский Ю. В. Сосна. Ее вредители и болезни.— М.: Наука, 1983.— 344 с. [7]. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород.— М., 1984.— 234 с.

УДК 631.67 : 628.312

## ОПЫТ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ПОЛУПУСТЫНЕ

Ю. Б. ОВЧИННИКОВ

Астраханская ЛОС

В малолесных районах полупустыни остро ощущается дефицит древесного сырья. К таким регионам относится Астраханская область, лесистость которой составляет 1,6 %. За счет собственных запасов древесины нужды производства удовлетворяются лишь на 6...7 %. С пуском в эксплуатацию Астраханского целлюлозно-картонного комбината (АЦКК) потребности в древесине резко возросли. В связи с этим возникла необходимость в создании высокопродуктивных насаждений из быстрорастущих сортов и клонов тополя. К ним относится тополь Робуста *Populus × euroamericana* (Dode) Guinier cv. «robusta 236», являющийся гибридом тополей угловатого *P. angulata* и черного *P. nigra* v. *plantierensis* [9]. Он является одной из ценных быстрорастущих пород

и широко используется в различных отраслях хозяйства [12], в том числе в качестве местного сырья для АЦКК.

Поскольку в области мало площадей, пригодных для выращивания тополей, было рекомендовано использовать для этих целей светло-бурые пустынно-степные почвы бэровских бугров, распространенные на запад от дельты Волги [3, 13]. Но в этих условиях наблюдается дефицит воды. В то же время АЦКК и другие предприятия Астрахани испытывают трудности в утилизации промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. За последние 28 лет они аккумулировались на правом берегу р. Волги в 15 прудах-накопителях. Протяженность антропогенной акватории составила 50 км в сторону Калмыкии. Эти воды экологически опасны. В то же время их целесообразно использовать для полива насаждений тополя [10].

Исследования проводили на экспериментальном участке, расположенном между третьим и четвертым прудами-накопителями сточных вод в 10 км к западу от р. Волги. Площадь участка 5 га. Он разделен на три равных чека на южном склоне бэровского бугра [8].

Осенью 1987 г. почву в каждом чеке вспахивали плантажным плугом на глубину 40...50 см, двукратно дисковали тяжелой дисковой бороной и нарезали посадочные борозды глубиной 30...40 см через каждые 4 м. В южную стенку борозды на расстоянии 10...15 см от ее основания через 2 м производили посадку однолетних черенков районированного тополя Робуста 236. Этот сорт мужского пола имеет полупирамидальную или слегка раскидистую крону, развивает мощную корневую систему, отличается высокой экологической стабильностью при относительно быстром росте. В пойменных условиях полупустыни его средняя высота в 19-летнем возрасте достигает 21,5 м, средний диаметр — 28,6 см, объем ствола — 0,55 м<sup>3</sup>. Длина волокон древесины — 0,99 мм, содержание целлюлозы — 54,5 %, выход полуфабриката для целлюлозно-бумажной промышленности — 70 % [12].

Морфологическое описание почвы выполняли по шурфам глубиной до 120 см, расположенным по диагонали каждого чека. Образцы почвы отбирали по слоям на глубину 160 см ежегодно до и после орошения сточными водами. Анализ почвы и сточной воды проводили по общепринятой методике [1, 6]. Объемную массу почвы определяли методом режущих колец до глубины 1 м через 20 см [2]. Динамику грунтовых вод изучали ежемесячно в течение вегетационного периода по скважинам в каждом чеке. Повторность всех определений трехкратная.

Неочищенной сточной водой из пруда-накопителя № 4 заливали чеки слоем 15...20 см (1500...2000 м<sup>3</sup>/га). Число поливов — не менее 8. Биометрические измерения тополей производили в конце вегетационного периода по принятой в лесоводстве методике [11].

Исследования показали, что почвы участка светло-бурые, пустынно-степные, супесчано-суглинистые, карбонатные. Они имеют плотное сложение (в метровом слое плотность 1,46...1,77 г/см<sup>3</sup>) и обладают хорошей водоудерживающей способностью. По степени засоления относятся к слабозасоленным. Грунтовые воды залегают на переменной глубине: 85...98 см от поверхности почвы в северной части участка, 150...162 см в южной.

Сточные воды АЦКК имеют светло-коричневую окраску, неприятный запах сернистых соединений, низкую прозрачность и высокую цветность. Высокие показатели биохимического (БПК<sub>5</sub>) и химического (ХПК) потребления кислорода сточной воды указывают на обилие в ней органических и минеральных веществ (табл. 1). По величине сухого остатка сточные воды слабоминерализованные. Из анионов в них преобладают  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$ , из катионов  $\text{Na}^+$ , что объясняется специ-

Таблица 1

Год, про- ведения анализа воды	Массовая концентрация веществ, мг/л										рН	ВПК <sub>5</sub>	ХПК
	Сухой остаток	Сульфаты	Сульфиды	Сульфаты	Сульфиды	Сульфаты	Хлориды	Щелочность	Фенолы	Нефтепродукты			
1988	1616	213	10,3	28,0	217,0	377,0	187	84,0	4,7	8,8	176	933	
1989	1464	210	11,7	29,6	143,0	248,0	173	88,0	4,9	8,3	300	1331	
1988	1864	92	14,6	16,0	148,0	...	664	16,0	1,3	8,0	152	890	
1989	2442	222	9,6	63,4	26,6	...	547	20,0	1,6	8,1	210	966	
1988	1972	100	19,6	20,0	183,0	359,0	545	20,0	0,5	8,3	102	394	
1989	1769	243	11,6	32,0	57,8	454,4	547	31,4	0,7	7,9	168	953	

Общий сток

Пруд № 1

Пруд № 4

фикой сульфатно-целлюлозного производства и примесью хозяйственно-бытовых стоков. Как правило, их химический состав непостоянен и зависит от соблюдения технологии производства, аварийных выбросов, непредвиденных остановок. При удалении от места сброса сточных вод до пруда № 4, откуда сточная вода подается на орошение тополей, наблюдается увеличение сухого остатка, сульфатов, хлоридов, щелочности. Уменьшается содержание органических веществ, фенолов, нефтепродуктов. Это говорит о том, что на пройденном пути (5...6 км) сточные

воды самоочищаются. Происходит минерализация органического вещества (лигнин, волокна целлюлозы). Поэтому на различных участках химический состав сточных вод также неоднороден и непостоянен. В то же время содержание некоторых ингредиентов не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК) [7]. Так, при общей массовой концентрации веществ 1972,8 мг/л (ПДК 1500 мг/л) концентрация сульфатов составляет 211,3, хлоридов — 454,5, магния — 75,3, фенолов — 75,3; при ПДК соответственно 500, 300, 300 и 40 мг/л. Высокая степень минерализации сточных вод по сравнению с речной (в 7 раз) вызывает закономерную озабоченность возможностью отрицательного влияния на почву и растения. В аридных условиях при неглубоком залегании грунто-

Таблица 2

Глубина отбора проб, см	рН	Сухой остаток, %	Массовая доля водорастворимых солей, %					
			$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{--}$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Na}^+$
Чек 1								
0...20	7,4	0,295	0,024	0,077	0,085	0,024	0,005	0,080
	8,0	0,204	0,052	0,012	0,085	0,024	0,021	0,014
21...40	7,3	0,321	0,020	0,109	0,077	0,025	0,009	0,071
	8,4	0,205	0,069	0,032	0,045	0,009	0,009	0,039
41...80	7,2	0,315	0,022	0,064	0,125	0,025	0,010	0,062
	8,7	0,230	0,101	0,026	0,036	0,006	0,008	0,047
81...120	7,1	0,503	0,023	0,159	0,141	0,033	0,018	0,110
	8,2	0,241	0,066	0,028	0,065	0,008	0,009	0,044
121...160	7,2	0,523	0,022	0,185	0,131	0,031	0,025	0,112
	8,0	0,229	0,075	0,028	0,091	0,022	0,011	0,028
Чек 2								
0...20	7,5	0,300	0,028	0,098	0,069	0,017	0,006	0,076
	7,5	0,390	0,057	0,057	0,163	0,035	0,020	0,053
21...40	7,6	0,181	0,031	0,061	0,025	0,015	0,006	0,036
	7,4	0,371	0,056	0,027	0,173	0,072	0,025	0,024
41...80	7,1	0,303	0,020	0,111	0,088	0,028	0,012	0,067
	7,5	0,375	0,064	0,025	0,178	0,065	0,026	0,028
81...120	7,1	0,493	0,017	0,160	0,147	0,034	0,017	0,111
	7,4	0,353	0,064	0,026	0,250	0,048	0,022	0,032
121...160	7,3	0,548	0,020	0,151	0,191	0,048	0,017	0,110
	7,9	0,336	0,067	0,027	0,147	0,030	0,017	0,044
Чек 3								
0...20	7,6	0,250	0,036	0,072	0,055	0,012	0,007	0,060
	7,4	0,202	0,069	0,028	0,045	0,010	0,004	0,044
21...40	7,7	0,279	0,039	0,059	0,085	0,008	0,005	0,075
	7,8	0,200	0,083	0,025	0,032	0,009	0,009	0,040
41...80	7,9	0,228	0,035	0,085	0,024	0,007	0,005	0,064
	7,2	0,155	0,071	0,012	0,024	0,009	0,008	0,024
81...120	7,4	0,585	0,020	0,140	0,232	0,043	0,020	0,123
	7,2	0,194	0,071	0,012	0,084	0,016	0,008	0,024
121...160	7,3	0,689	0,022	0,150	0,293	0,080	0,024	0,110
	7,0	0,281	0,069	0,016	0,142	0,044	0,020	0,018

Примечание. В числителе — данные до орошения (1987 г.); в знаменателе — после двух лет орошения (1989 г.).

вых вод и интенсивном испарении с поверхности почвы полив сточными водами может привести к вторичному засолению [4, 5].

Химический анализ почвы под тополевыми культурами до и после 2-летнего орошения показал, что во всех чеках снижается содержание хлоридов и натрия, но увеличивается щелочность (табл. 2). В чеке 2 возрос процент сухого остатка за счет увеличения доли анионов и катионов. Особенно ярко это проявляется в северной части чеков, где уровень грунтовых вод в течение вегетационного периода залегает на глубине 85...98 см. В этой зоне создается водный режим, при котором грунтовые воды препятствуют вымыванию водорастворимых солей в более низкие горизонты. После полива и подсыхания почвы начинается поверхностное испарение, и водорастворимые соли словно по фитилю поднимаются к поверхности почвы. В чеке 2, вследствие плохой его планировки, наблюдается местное перераспределение и перенос солей под микроповышение. При установленной норме полива северная часть чека не затопливается. Увеличение нормы приводит к избыточному обводнению в южной части и грозит прорыву дамбы чека. Существующее микроповышение является своеобразным фитилем-испарителем и местным аккумулятором солей (табл. 3). Из данных таблицы видно, что в чеках 1 и 3 под влиянием орошения сточными водами произошло снижение общего запаса солей. В чеке 2 в первый год полива их запас увеличился, во второй год практически стабилизировался. При глубоком уровне залегания грунтовых вод (150...162 см) и восьми поливах сточными водами (норма 1500...2000 м<sup>3</sup>/га) концентрация водорастворимых солей в почве уменьшается до предельно допустимой.

Таблица 3

Но- мер чека	Запас солей в 120-сантиметровом слое почвы на 1 га, т		
	до орошения, 1987 г.	после орошения	
		1988 г.	1989 г.
1	74,6	42,7	45,6
2	65,6	74,6	71,6
3	70,1	42,4	37,4

Анализируя результаты роста и развития тополя Робуста 236, следует отметить, что в первый год происходит адаптация саженцев к экстремальным условиям. Это проявляется в медленном росте и развитии. В середине вегетационного периода у некоторых растений наблюдается усыхание и опад листьев на верхней части центрального побега. В июле верхушка центрального побега начинает отмирать. Одновременно усиливается рост нижних боковых побегов, среди которых выделяется лидирующий. Во второй вегетационный период наступает интенсивный рост ослабленных тополей. Они приобретают форму куста и достигают максимальной высоты 360 см.

Показатели роста тополя Робуста 236 сравнивали с данными А. П. Царева [3] для этого же вида тополя, выращиваемого на боровском бугре при орошении речной водой. В нашем опыте заложить контрольный вариант не удалось из-за отсутствия чистой воды в районе исследований. Высота однолетних саженцев составила  $74,8 \pm 5,3$  см, двухлетних  $246,9 \pm 9,1$  см (в контроле  $127,0 \pm 8,9$  и  $259,0 \pm 6,9$  см), диаметр ствола у корневой шейки соответственно  $1,30 \pm 0,02$  и  $2,80 \pm 0,03$  см, прирост главного побега  $33,9 \pm 1,7$  и  $163,7 \pm 3,6$  см, диаметр кроны  $61,2 \pm 2,3$  и  $153,7 \pm 3,2$  см.