

Воздействие соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение

Салимов В.С.¹, Новрузов С.Р.², Зулбалаев И.А.², Асадуллаев Р.А.¹, Сулейманова Л.Р.¹

¹Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, пос. Мехдибад, Апшеронский район, Азербайджанская Республика;

²Министерство сельского хозяйства, г. Баку, Азербайджанская Республика

✉vugar_salimov@yahoo.com

Аннотация. Вода различной электропроводности пропускалась через устройство AQUA4D – систему, решающую проблему засоленности при помощи электромагнитных волн, и в дальнейшем использовалась для полива кустов винограда. Концентрация солей и, соответственно, электропроводность воды увеличивалась через каждые 10 дней и постепенно была доведена с 2,4 до 14,6 мкСм/см. Для получения требуемых значений электропроводности использовался хлорид натрия (NaCl). Для наблюдений было отобрано 60 горшков с высаженными в них виноградными кустами, из которых 48 поливались водой, прошедшей через AQUA4D, а 12 служили контролем, т. е. поливались водой, не прошедшей через вышеупомянутое устройство. Полив продолжался 8–10 дней с нормой расхода 2,0–2,5 л воды на каждый горшок. Было выявлено, что к концу эксперимента средняя длина растений, поливаемых прошедшей через AQUA4D водой, составила 92,2 см, а в контроле – 54,9 см, со среднесуточным ростом 1,31 и 0,80 см соответственно. Первые 20 дней не наблюдалось заметных различий по вариантам опыта, однако после указанного срока различия стали четко проявляться. Таким образом, наблюдения, проведенные 30.07 (через три недели), показали возникновение некрозов в контрольных растениях, в то время как у поливаемых водой растений, прошедшей через AQUA4D, высыхания не наблюдалось. Через 10 дней разница стала еще более ощутимой, листья в контрольном варианте высохли еще больше. Состояние листьев, поливаемых прошедшей через AQUA4D водой, на период от 20.08 до 10.09 оставалось стабильным и было оценено 7 баллами (усыхание нескольких листьев). За этот же период листья контрольных кустов высохли значительно сильнее, их состояние было оценено в 3 балла. К концу наблюдений все листья в контроле высохли и осыпались.

Ключевые слова: соленая вода; электропроводность; растение винограда; устойчивость; виноградный лист; пожелтение; некроз.

Для цитирования: Салимов В.С., Новрузов С.Р., Зулбалаев И.А., Асадуллаев Р.А., Сулейманова Л.Р. Воздействие соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):133-140. EDN JOQACI.

O R I G I N A L R E S E A R C H

The effect of salt water treated with electromagnetic waves on a grape plant

Salimov V.S.¹, Novruzov S.R.², Zulfalayev I.A.², Asadullayev R.A.¹, Suleymanova L.R.¹

¹Scientific-Research Institute of Viticulture and Winemaking, Mehdiabad settl., Apsheron distr., Republic of Azerbaijan;

²Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

✉vugar_salimov@yahoo.com

Abstract. Water of varying electrical conductivity (EC) was passed through the AQUA4D device, a system that solves the problem of salinity using electromagnetic waves, and this water was subsequently used to water grape plants. The salt density, and electrical conductivity of the water used during the vegetation season was increased every 10 days, and gradually raised from 2.4 to 14.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sodium chloride (NaCl) was used to obtain the required electrical conductivity values. For observations, 60 pots with grape bushes planted in them were selected, 48 of which were watered with water that passed through the AQUA4D system, and 12 served as a control, i.e. were watered with water that did not pass through the above-mentioned device. For all options, watering lasted 8-10 days, with a consumption rate of 2.0-2.5 liters of water per each pot. It was found that by the end of experiment, the average length of plants irrigated with water passed through AQUA4D was 92.2 cm, and in the control - 54.9 cm, with an average daily growth of 1.31 and 0.80 cm, respectively. During the first 20 days, there were no noticeable differences between the experimental variants. However, after this period, the differences began to clearly appear. Thus, observations carried out on July 30 (in three weeks) showed the occurrence of necrosis in control plants, while in those watered with water passed through AQUA4D, drying was not observed. After 10 days, the difference became even more noticeable. The leaves in the control dried out even more. The condition of leaves watered using AQUA4D remained stable for the period from August 20 to September 10 and was rated 7 points (drying of several leaves). During the same period, the leaves of control plants dried out significantly more; their condition was rated 3 points. By the end of observations, all leaves in the control dried out and fell off.

Key words: salt water; electrical conductivity; grape plant; resistance; grape leaf; yellowing; necrosis.

For citation: Salimov V.S., Novruzov S.R., Zulfalayev I.A., Asadullayev R.A., Suleymanova L.R. The effect of salt water treated with electromagnetic waves on a grape plant. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):133-140. EDN JOQACI (in Russian).

Введение

Резкое повышение потребности в питьевой и оросительной воде в мире создает необходимость искать новые источники воды, а также очищать и пускать в оборот воду, не пригодную для потребления. Вопрос

очищения соленых вод и приведения их в пригодное состояние, т. е. опреснения, изучается уже десятки лет. В этом направлении проведено немало научных исследований, в результате которых разработано множество различных по эффективности способов. Воду, содержащую небольшое количество солей, можно очистить путем отстаивания (осаждения), дистилляции, замораживания с последующим оттай-

ванием, фильтрования, кипячения и некоторыми другими способами. Воды океанов и морей, а также соленую воду, добываемую из недр земли, очищают более сложными промышленными способами: от крупных частиц размером от 5 мкм – методом механической очистки, от мелких частиц – при помощи различных фильтров, химических реагентов, таких как смола, известь и сульфуголь, а также методом электродеионизации с применением ионообменного материала.

Электродеионизация – это метод глубокой очистки воды. В качестве источника энергии используется постоянный электрический ток. Принцип работы электродеионизатора основан на одновременном протекании следующих процессов.

Электродиализ. Под действием постоянного электрического поля ионы металлов и кислотных остатков движутся к встречно заряженным электродам и выводятся в зону концентрата через ионселективную мембрану.

Ионный обмен. Межмембранное пространство заполнено смесью катионов и анионов. Ионы растворенных в воде солей поглощаются ионообменной смолой, т. е. замещаются гидроксильными анионами и катионами водорода.

Регенерация. Под воздействием электрического тока восстанавливается обменная способность диссоциированных водных смол.

Обратный осмос. Это специальный мембранный метод очистки солей. Во время обратноосмотического процесса водный раствор проходит через микроскопические капилляры мембраны. Молекулы проходят сквозь них беспрепятственно, а другие микрочастицы задерживаются. Показатель качества очистки воды от солей и металлов близок к 100 % [1–8].

При выборе метода и оборудования для очистки воды от солей учитываются производственные цели, сила вхождения потока, давление и другие факторы.

Любой стресс, в том числе засоление (химический стресс), вызывает изменения в растениях, происходящие в процессе обмена веществ. В отличие от животных, реакция на стресс у растений проявляется не в активации обмена веществ, а в снижении функциональной активности. Выращивание растений в условиях повышенного содержания солей приводит к изменению ряда физиологических и биохимических показателей, что в конечном итоге выражается в ослаблении развития растений и нарушении водного баланса в их клетках. В зависимости от концентрации соли, стресс вызывает гибель растений или задержку их роста и снижение урожайности. Солевой стресс отрицательно влияет на биомассу растений (корни и побеги), физиологические показатели (относительное количество воды и общее количество хлорофилла) и содержание минеральных веществ в листьях, существенно снижая их.

Ответная реакция на солевой стресс варьирует в зависимости от сорта винограда. При изучении влияния вредных солей почвы на развитие растений большое теоретическое и практическое значение имеет исследование стрессовых реакций растений.

Наличие более 0,4 % солей в почве (от сухой массы почвы) вызывает ослабление виноградных кустов и резкое снижение урожайности. Засоленность почвы оказывает сильное влияние на физиологические и биохимические процессы в организме растений (азотистый и углеводный обмен, активность ферментов, фотосинтез, транспирация и др.), а также на анатомо-морфологическое строение тканей. Отрицательное влияние солей на развитие растений обусловлено непосредственным токсическим действием солей, а накоплением в тканях токсичных продуктов обмена. Одной из защитно-адаптационных реакций растений на вредоносное влияние солей является связывание ионов органическими веществами. Поскольку поглощенные лозой соли накапливаются в листьях, другие органы растения не подвергаются вредному воздействию солей. За счет массовой потери насыщенных солью листьев предотвращается высыхание всего организма [3, 9–20].

Засоленность почвы и воды отрицательно влияет на качество винограда и получаемого из него вина. Вследствие климатических изменений это влияние все больше усиливается. По этой причине при закладке виноградников предпочтение отдается солеустойчивым подвоям. Но это не может полностью решить проблему. Эффект ингибирования от солевого стресса вызывает ряд морфологических и физиологических изменений, что приводит к ослаблению как подвоя, так и привоя у привитых саженцев. Вредное воздействие соли на виноградный куст в конечном итоге выражается в обламывании кончиков основных и пазушных побегов, засыхании и опадении усиков, пожелтении листьев и потере эластичности листовых пластинок. По имеющимся данным, в условиях избыточного засоления изменяется интенсивность некоторых биохимических процессов в ягодах винограда, а именно: увеличивается темп сахаронакопления. Сахаристость повышается в основном за счет фруктозы и сахарозы. Это является своеобразной защитно-адаптационной реакцией виноградного растения на вредное воздействие солей [15, 16, 19, 20].

Как и во всем мире, в ряде сельскохозяйственных районов Азербайджана в результате неграмотного проведения мелиоративных, агрохимических и фитопатологических мероприятий, в том числе неправильной обработки почвы, происходят процессы загрязнения, засоления и эрозии почв. Ограниченное количество поливной воды, пригодной для орошения сельскохозяйственных угодий, и использование для полива воды, содержащей высокие концентрации солей, еще больше усугубляют проблемы.

Концентрация солей, растворенных в почве и воде, определяется электропроводностью (ЕС). По мере увеличения концентрации солей увеличивается и электропроводность. По электропроводности почвы объединены в 5 групп. Почвы с ЕС 0–2 относятся к незасоленным, с ЕС 2–4 – к слабозасоленным, с ЕС 4–8 – к средnezасоленным, с ЕС 8–16 – к сильнозасоленным, с ЕС выше 16 – к чрезвычайно засоленным. На почвах первого типа можно выращивать все

сельскохозяйственные культуры без исключения. На почвах второго типа у чувствительных растений может отмечаться слабое развитие и низкая урожайность. На почвах третьего типа можно выращивать солеустойчивые растения. На почвах четвертого типа наблюдается резкое снижение развития и продуктивности неустойчивых к засолению растений и даже гибель некоторых из них. На почвах пятого типа лишь немногие растения могут произрастать и давать небольшие урожаи [1, 11, 12].

В таких условиях применение технологий, направленных на снижение степени засоленности и жесткости воды, а также выявление сортов растений, устойчивых к этим факторам, в настоящее время обретает особую актуальность.

Целью данной работы было изучение целесообразности использования воды, прошедшей очистку посредством электромагнитных волн на устройстве AQUA4D, для полива виноградных растений.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2015–2022 гг.

Материал исследования составили однолетние растения винограда, выращиваемые в Азербайджанском НИИ виноградарства и виноделия. Кусты были высажены в пятикилограммовые пластиковые горшки с торфом (лесной почвой) в количестве 60 штук. 48 из них орошалось водой, пропускаемой через работающее на основе электромагнитных волн устройство AQUA4D, которое улучшает качество воды и очищает ее от солей, а 12 поливалось обычной, не обработанной водой (контроль). Разница в числе опытных и контрольных растений объясняется нашим стремлением получить более полную картину реакции растений на полив очищенной от солей водой. Полив продолжался около 8–10 дней. В каждый горшок подавалось по 2,0–2,5 л воды.

По результатам проведенного анализа рН почвы в горшках составил 6,12, а ЕС – 0,07.

Количество общего азота во взятых на исследование листьях

Таблица 1. Динамика роста побегов у исследуемых кустов винограда, см
Table 1. Dynamics of shoot development in the studied grape plants, cm

Порядковый номер саженцев	Даты наблюдений							
	20.07	30.07	10.08	20.08	30.08	10.09	20.09	30.09
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Растения, поливаемые водой, пропускаемой через AQUA4D								
Длина побега, см								
1	22	36	44	54	62	70	78	84
2	26	42	62	80	109	123	134	141
3	11	25	36	56	78	90	98	105
4	4	7	17	30	38	45	52	57
5	7	18	37	50	63	78	89	96
6	10	24	38	50	60	67	72	77
7	21	44	64	82	100	114	130	136
8	14	29	36	42	50	54	59	64
9	2	5	12	24	34	44	52	58
10	35	59	78	89	98	110	122	130
11	8	21	32	43	53	61	66	68
12	18	41	64	82	98	110	114	116
13	17	40	54	65	75	81	89	94
14	13	30	44	58	70	78	81	85
15	16	40	56	70	82	91	97	102
16	13	30	44	58	70	80	88	96
17	9	24	38	50	60	67	77	83
18	7	17	35	51	64	78	80	82
19	16	40	56	71	83	91	78	81
20	14	41	56	70	84	93	100	107
21	4	7	17	30	38	48	53	56
22	9	22	36	55	78	86	97	106
23	17	40	54	65	75	80	96	106
24	7	20	34	46	54	60	68	74
25	11	25	41	50	56	60	72	78
26	32	52	67	80	91	100	113	119
27	38	60	81	100	116	134	140	149
28	13	29	45	58	70	74	82	89
29	8	29	40	59	68	76	88	98
30	12	30	46	58	70	78	86	97
31	15	41	58	72	83	90	114	122
32	8	30	52	70	81	90	112	119
33	21	36	44	54	63	70	78	86
34	23	47	60	80	96	110	123	131
35	9	31	53	71	94	102	114	123
36	3	9	24	45	58	70	80	6
37	6	12	20	25	31	36	40	43
38	11	25	41	50	56	60	79	84
39	9	40	63	80	91	97	106	111
40	5	12	30	43	58	66	72	78
41	4	11	28	41	56	65	72	75
42	7	17	35	51	64	74	81	86
43	18	40	62	82	95	102	114	119
44	17	40	54	65	75	80	88	93
45	12	24	31	39	45	49	52	55
46	5	15	29	40	52	60	67	70

винограда определяли методом Кьельдаля, а содержание микро-элементов Fe, Mn, B, Mo, Cu – прибором ICP-OES, методом оптико-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Для определения ЕС воды использовался прибор «WTW MULTI 3410».

Устойчивость виноградных растений к соли (хлоридам) оценивали по ампелодескриптору Международной Организации Винограда и Вина OIV 402. Согласно данному ампелодескриптору, по солеустойчивости виноград может оцениваться как: 1 – очень нестойкий, 3 – нестойкий, 5 – умеренно стойкий, 7 – стойкий, 9 – очень стойкий. Здесь: 1 – края листовых пластинок полностью подверглись некрозу и все листья опали, 3 – края листовых пластинок полностью подверглись некрозу и часть листьев опала, 5 – окончания жилок на листьях подверглись некрозу, 7 – у части листьев на концах жилок обнаружен некроз, 9 – листья полностью зеленые [1, 17].

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения влияния поливной воды с различным уровнем содержания соли на развитие побегов винограда представлены в таблице 1. Обобщенные итоги данных по изучению влияния воды, обработанной электромагнитными волнами, на динамику роста побегов, представлены на рисунке 1. Анализируя данные таблицы 1 и рисунка 1, можно убедиться, что динамика роста и общая длина побегов у кустов винограда, орошаемых водой, проходящей через AQUA4D, значительно выше, чем у контрольных растений. Так, если прирост растений, поливаемых водой, обработанной электромагнитными волнами, составил 92,2 см, то в контроле – 54,9 см. Суточный прирост побегов у растений, поливаемых обработанной водой, составил 1,31 см, а у контрольных – 0,80 см.

Динамику развития кустов, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, и контрольных кустов, отслеживали через каждые 10 дней (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что, в соответствии с особенностями вегетативного развития, сила роста растений в июле была выше, чем в другие месяцы.

Окончание таблицы 1 End of Table 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
47	6	14	32	44	59	68	74	79
48	8	16	53	79	91	98	105	110
Средний показатель	12,9	28,8	44,4	58,5	70,7	79,3	88,0	92,2
Десятидневный прирост, см	12,9	15,9	15,6	14,1	12,2	8,6	8,7	4,2
Контрольные растения								
Длина побега, см								
1	7	16	24	31	39	43	46	48
2	6	15	28	36	47	55	59	62
3	8	22	36	48	58	65	71	75
4	7	17	27	35	42	47	52	55
5	8	14	22	27	33	38	39	40
6	3	10	18	24	30	34	36	38
7	24	36	44	50	56	62	66	69
8	7	12	20	27	33	40	43	45
9	6	14	22	28	35	42	42	43
10	7	16	23	30	36	40	45	48
11	10	28	47	60	72	78	84	88
12	6	17	26	32	39	44	45	48
Средний показатель	8,3	18,1	28,1	35,7	43,3	49,0	52,3	54,9
Десятидневный прирост, см	8,3	9,8	10,0	7,6	7,6	5,7	3,3	2,6

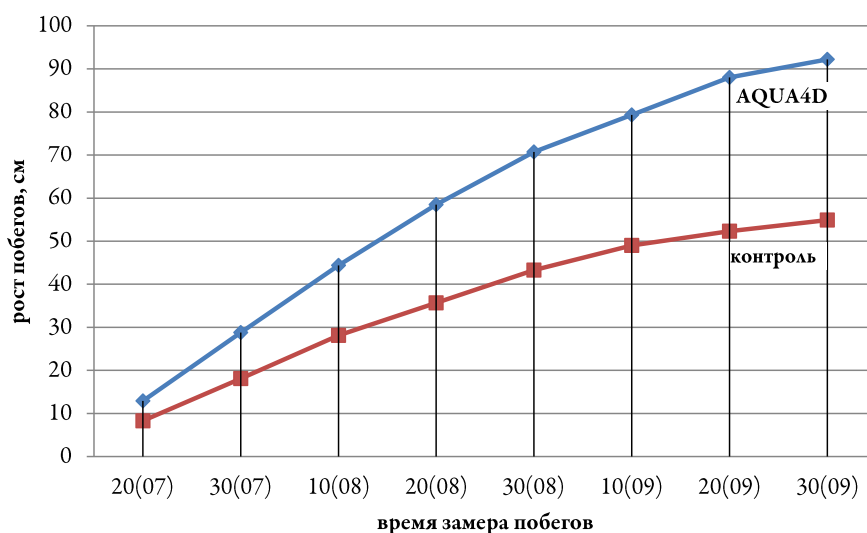


Рис. 1. Динамика развития исследуемых растений на различных этапах наблюдения

Fig. 1. Dynamics of development of the studied plants at various stages of study

В августе и сентябре в обоих вариантах темпы развития растений закономерно снизились. Развитие растений, поливаемых водой, обработанной электромагнитными волнами, значительно превзошло разви-

Таблица 2. Степень устойчивости исследуемых растений в зависимости от ЕС воды
Table 2. The degree of resistance of the studied plants depending on EC of water

	Дата	10–20.07	30.07	10.08	20.08	30.08	10.09	20.09	30.09
	ЕС, мкСм/см	2,4	4,2	6,0	8,4	10,0	11,6	13,2	14,6
Состояние листьев	Растения, поливаемые через AQUA4D	9	9	9	7	7	7	5	5
	Контрольные растения	9	7	5	5	3	3	3	1

Примечание:

9 – усыхания (некроза) листьев не наблюдается;

7 – усыхание отмечено у некоторой части листьев;

5 – большая часть листьев засохла;

3 – кончики листьев и побегов высохшие, некротические поражения очень большие;

1 – большая часть листьев засохла и опала.

тие контрольных растений. Так, в период с 20.07 по 30.09 прирост у исследуемых растений через каждые 10 дней соответственно составил 12,9, 15,9, 15,6, 14,1, 12,2, 8,6, 8,7 и 4,2 см. В контроле прирост составил 8,3, 9,8, 10,0, 7,6, 7,6, 5,7, 3,3 и 2,6 см. Как видим, темпы роста растений, поливаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, выше. Это доказывает эффективность данного устройства.

В ходе исследования уровень засоленности оросительной воды менялся от 2,4 до 14,6 (ЕС 2,4; ЕС 4,2; ЕС 6,0; ЕС 8,4; ЕС 10,0; ЕС 11,6; ЕС 13,2; ЕС 14,6). Результаты, полученные при исследовании влияния уровня электропроводности воды на состояние листьев винограда, приведены в таблице 2.

Как показали результаты анализа почвы в горшках с кустами, проведенного в конце июля, резкой разницы между вариантами опыта не наблюдалось. Так, рН почвы в горшках, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, составил 7,7, а ЕС – 2,04. В почве контрольных горшков эти показатели соответственно составили 7,8 и 2,05.

По данным таблицы 2 видно, что разница между растениями, орошенными водой, пропускаемой через AQUA4D, и контрольными растениями обнаружилась через 20 дней. Так, при наблюдениях, проведенных 30 июля, у контрольных растений наблюдалось усыхание некоторой части листьев, оцененное в 7 баллов, а у растений, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, некроз не наблюдался (9 баллов). 10 августа разница увеличилась и составила 5 и 9 баллов соответственно. Состояние листьев у растений, орошаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, с 20.08 по 10.09 оставалось относительно стабильным и было оценено в 7 баллов. За этот же период у контрольных растений засохла гораздо больше листьев и их состояние было оценено в 3 балла. К концу наблюдений у контрольных растений высохли и осыпались все листья. У растений, орошаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, засохла и опало более 50 % листьев (рис. 2, 3).

В процессе исследования нами также изучалось содержание макро- и микроэлементов в листьях исследуемых растений (табл. 3).



Рис. 2. Растения, орошаемые водой, пропускаемой через AQUA4D

Fig. 2. Plants watered through the AQUA4D system

Было установлено, что количество общего азота в листьях растений, поливаемых через AQUA4D, выше контроля – 0,693 %. Количество марганца было заметно выше в контроле – 0,0079 мг/кг. По остальным показателям, т. е. по содержанию бора, молибдена и меди, большой разницы между вариантами нет. Железо не обнаружено ни в одном варианте.

Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что негативное влияние солевого стресса на

виноград проявляется в комплексе морфологических и биохимических изменений, сопровождающихся ослаблением растений. Главным образом, существенно снижается динамика роста побегов и меняются параметры минерального состава листьев. Наши эксперименты подтвердили, что полив виноградных кустов водой, прошедшей через очистительную систему AQUA4D, которая улучшает качество воды и в том числе снижает содержание солей в ней, дает хорошие результаты.

Выводы

Исследования выявили, что показатель электропроводности воды оказывает значительное влияние на динамику роста побегов куста, общую длину побегов, развитие растений, высыхание листьев или развитие на них некрозов.

По результатам наблюдений, к концу исследований (30 сентября) все контрольные растения были подвержены сильному воздействию хлоридов, замедлился рост и развитие, основная часть листьев высохла. За этот же период у растений, которые поливались водой, пропускаемой через AQUA4D, хотя и отмечалось высыхание и опадание более половины листьев, общее состояние было значительно лучше, чем в контроле.

При увеличении электропроводности воды за два месяца (10 июля – 10 сентября) с 2,4 до 11,6, за указанный период у растений, поливаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, засохшие листья отсутствовали (9 баллов), или же наблюдалось высыхание нескольких листьев (7 баллов). За тот же период у контрольных растений у основной части листьев отмечено засыхание (5 баллов), или же листья и кончики побегов полностью высохли, размер некротических высыханий был очень большим (3 балла).

Из вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности полива кустов винограда водой различной электропроводности, очищенной посредством электромагнитных волн на устройстве AQUA4D.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.



Рис. 3. Контрольные растения

Fig. 3. Control plants

Таблица 3. Содержание макро- и микроэлементов в листьях исследуемых растений

Table 3. Content of macro- and microelements in the leaves of the studied seedlings

Объект анализа	Единица измерения	Примененные методы	Результаты анализов
Образец 1. Лист винограда – контроль			
Общий N	%	Метод Кьельдаля	0,576
Fe	мг/кг		0
Mn	мг/кг		0,077
B	мг/кг	ICP-OES прибор	0,001
Mo	мг/кг		2,562
Cu	мг/кг		0,395
Образец 2. Лист винограда – полив водой, пропускаемой через AQUA4D			
Общий N	%	Метод Кьельдаля	0,693
Fe	мг/кг		0
Mn	мг/кг		0,0079
B	мг/кг	ICP-OES прибор	0,001
Mo	мг/кг		2,320
Cu	мг/кг		0,397

Список литературы

- Babalık Z., Baydar N.G. Asmalarda kuraklık ve tuz stresi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2021;21:358-368. DOI 10.31590/ejosat.784997.
- Грушевенко Е.А., Баженов С.Д., Василевский В.П., Новицкий Э.Г., Волков А.В. Исследование двухступенчатой электродиализной очистки моноэтаноламина от термостабильных солей // Журнал прикладной химии. 2018;91(4):533-541.
- Рыфф И.И., Березовская С.П. Ответная реакция корнесобственных сортов винограда на солевой стресс in vivo и in vitro // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2020;1(57):199-209. DOI 10.26456/vtbio141.
- Salinas-Rodriguez S., Schippers J. Introduction to desalination. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. 2021:1-27. DOI 10.2166/9781780409863_0001.

5. Aimani S.E. Modeling of reverse osmosis water desalination powered by photovoltaic solar energy. *Green Energy and Environmental Technology*. 2023;2:1-19. DOI 10.5772/GEET.15.
6. Salinas-Rodríguez S.G., Schippers J.C., Amy G.L., Kim I.S., Kennedy M.D. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. IWA Publishing. 2021:1-276. DOI 10.2166/9781780409863.
7. Vo N.X.Q., Doan V.T., Nguyen N.H., Vo L.P. Design and performance of small-scale reverse osmosis desalination for brackish water powered by photovoltaic units: A review. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021;652(1):012024. DOI 10.1088/1755-1315/652/1/012024.
8. Aladwani S.H., Al-Obaidi M.A., Mujtaba I.M. Performance of reverse osmosis based desalination process using spiral wound membrane: Sensitivity study of operating parameters under variable seawater conditions. *Cleaner Engineering and Technology*. 2021;5(9):100284. DOI 10.1016/j.clet.2021.100284.
9. Owais S.J. Morphological and physiological responses of six grape genotypes to NaCl salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2015;18(5):240-246. DOI 10.3923/pjbs.2015.240.246.
10. Upadhyay A., Gaonkar T., Upadhyay A.K., Jogaiah S., Shinde M.P., Kadoo N.Y., Gupta V.S. Global transcriptome analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves under salt stress reveals differential response at early and late stages of stress in table grape cv. Thompson Seedless. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;129:168-179. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.05.032.
11. Arslan M., Çetin S., Erdurmuş C. Tuz stresinin bitki gelişimindeki olumsuz etkileri ve bazı yem bitkilerinin tuzluluk toleransları. *Ziraat Mühendisliği*. 2013;360:32-39.
12. Karaoğlu M., Yalçın A.M. Toprak tuzluluğu ve Iğdır ovası örneği. *Journal of Agriculture*. 2018;1(1):27-41.
13. Леонтьева А.И., Субочева М.Ю., Мотсеотата К.Б. Пути совершенствования процесса удаления водорастворимых солей из паст органических пигментов // Актуальные исследования. 2022;7(86):8-10.
14. Мамедова К.К., Казахмедов Р.Э., Юсуфов А.Г. Влияние засоления субстратов на физиологическое состояние листьев сортов винограда // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016;18(5-2):335-339.
15. Попова В.П., Черников Е.А. Влияние состава солей и глубины их залегания в почве на продуктивность винограда сорта Пино нуар // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019;23:159-164. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-159-164.
16. Рыфф И.И., Березовская С.П. Влияние абиотического стресса на виноград // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений. 2017:266-267.
17. Lu X., Ma L., Zhang C., Yan H., Bao J., Gong M., Wang W., Li S., Ma S., Chen B. Grapevine (*Vitis vinifera*) responses to salt stress and alkali stress: transcriptional and metabolic profiling. *BMC Plant Biology*. 2022;528:1-22. DOI 10.1186/s12870-022-03907-z.
18. Zhou-Tsang A., Wu Y., Henderson S.W., Walker A.R., Borneman A.R., Walker R.R., Gilliam M. Grapevine salt tolerance. *ASVO – Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021;27(2):149-168. DOI 10.1111/ajgw.12487.
19. Sinclair C., Hoffmann A.A. Monitoring salt stress in grapevines: are measures of plant trait variability useful? *Journal of Applied Ecology*. 2003;40:928-937. DOI 10.1046/j.1365-2664.2003.00843.x.
20. Desouky I.M., Shaltout A.D., Haggag L.F., Shahin M.F.M., El-Hady E.S. Salinity tolerance of some grapevine cultivars as affected by salt creek and freedom rootstocks. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2015;4:112-122.
21. Səlimov V. Üzümün ampeloqrafik skriningi. Bakı: Müəllim. 2019:1-319 (на азербайджанском языке).
22. Second edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

References

1. Babalık Z., Baydar N.G. Drought and salt stress in grapevines. *European Journal of Science and Technology*. 2021;21:358-368. DOI 10.31590/ejosat.784997 (in Turkish).
2. Grushevenko Y.A., Bazhenov S.D., Vasilevskiy V.P., Novitskiy E.G., Volkov A.V. Study of two-stage electro dialysis cleaning of monoethanolamine from the thermostable salts. *Journal of Applied Chemistry*. 2018;91(4):533-541 (in Russian).
3. Ryff I.I., Berezovskaya S.P. Responses of own-rooted grape cultivars to salt stress in vivo and in vitro. *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2020;1(57):199-209. DOI 10.26456/vtbio141 (in Russian).
4. Salinas-Rodríguez S., Schippers J. Introduction to desalination. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. 2021:1-27. DOI 10.2166/9781780409863_0001.
5. Aimani S.E. Modeling of reverse osmosis water desalination powered by photovoltaic solar energy. *Green Energy and Environmental Technology*. 2023;2:1-19. DOI 10.5772/GEET.15.
6. Salinas-Rodríguez S.G., Schippers J.C., Amy G.L., Kim I.S., Kennedy M.D. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. IWA Publishing. 2021:1-276. DOI 10.2166/9781780409863.
7. Vo N.X.Q., Doan V.T., Nguyen N.H., Vo L.P. Design and performance of small-scale reverse osmosis desalination for brackish water powered by photovoltaic units: A review. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021;652(1):012024. DOI 10.1088/1755-1315/652/1/012024.
8. Aladwani S.H., Al-Obaidi M.A., Mujtaba I.M. Performance of reverse osmosis based desalination process using spiral wound membrane: Sensitivity study of operating parameters under variable seawater conditions. *Cleaner Engineering and Technology*. 2021;5(9):100284. DOI 10.1016/j.clet.2021.100284.
9. Owais S.J. Morphological and physiological responses of six grape genotypes to NaCl salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2015;18(5):240-246. DOI 10.3923/pjbs.2015.240.246.
10. Upadhyay A., Gaonkar T., Upadhyay A.K., Jogaiah S., Shinde M.P., Kadoo N.Y., Gupta V.S. Global transcriptome analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves under salt stress reveals differential response at early and late stages of stress in table grape cv. Thompson Seedless. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;129:168-179. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.05.032.
11. Mehmet Arslan, Songul Cetin, Cingiz Erdurmush. Negative effects of salt stress on development and salt tolerance of some forage plants. Institute of Agricultural Researches of the Western Mediterranean. Akdeniz Gazipasa University. Agricultural Technologies. Antalya. 2013:1-360 (in Turkish).
12. Mujahid Karaoglu, Ali Murat Yalcin. Soil salinity and the example of Iğdır plain. *Journal of Agriculture*. 2018;1(1):27-41 (in Turkish).
13. Leontieva A.I., Subocheva M.Yu., Motseothata K.B. Ways to improve the process of removing water-soluble salts from

- organic pigment pastes. Actual Researches. 2022;7(86):8-10 (in Russian).
14. Mamedova K.K., Kazahmedov R.E., Yusufov A.G. Effect of salinity substrate on the physiological state of grape varieties leaves. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;18(5-2):335-339 (in Russian).
 15. Popova V.P., Chernikov E.A. Influence of salt composition and the depth of their occurrence in the soil on productivity of Pinot Noir grapes. Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2019;23:159-164. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-159-164 (in Russian).
 16. Ryff I.I., Berezovskaya S.P. Influence of abiotic stress on grapes. Modern technologies of study of biodiversity and plant introduction. Digest of Proceedings of International Scientific Conference. 2017:266-267 (in Russian).
 17. Lu X., Ma L., Zhang C., Yan H., Bao J., Gong M., Wang W., Li S., Ma S., Chen B. Grapevine (*Vitis vinifera*) responses to salt stress and alkali stress: transcriptional and metabolic profiling. BMC Plant Biology. 2022;528:1-22. DOI 10.1186/s12870-022-03907-z.
 18. Zhou-Tsang A., Wu Y., Henderson S.W., Walker A.R., Borneman A.R., Walker R.R., Gilliam M. Grapevine salt tolerance. ASVO – Australian Journal of Grape and Wine Research. 2021;27(2):149-168. DOI 10.1111/ajgw.12487.
 19. Sinclair C., Hoffmann A.A. Monitoring salt stress in grapevines: are measures of plant trait variability useful? Journal of Applied Ecology. 2003;40:928-937. DOI 10.1046/j.1365-2664.2003.00843.x.
 20. Desouky I.M., Shaltout A.D., Haggag L.F., Shahin M.F.M., El-Hady E.S. Salinity tolerance of some grapevine cultivars as affected by salt creek and freedom rootstocks. Middle East Journal of Agriculture Research. 2015;4:112-122.
 21. Salimov V.S. Ampelographic screening of grapes. Baku: Muallim. 2019:1-319 (in Azerbaijanian).
 22. Second edition of the OIV descriptor list for grape varieties and Vitis species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

Информация об авторах

Вугар Сулейманович Салимов, директор института, д-р с.-х. наук; e-мейл: vugar_salimov@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-6383-158X>;

Сурхай Расулович Новрузов, зав. отделом плодородства и овощеводства; e-мейл: s.novruzov@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0007-8649-5401>;

Ибрагим Асимович Зулбалаев, вед. сотр. отдела плодородства и овощеводства; e-мейл: ibrahim.zulbalayev@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0006-7546-8451>;

Рауф Айдынович Асадуллаев, зам. директора, канд. с.-х. наук, доцент; e-мейл: asadullayevrauf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2854-8962>;

Лала Рафиговна Сулейманова, мл. науч. сотр. отдела агротехники винограда; e-мейл: lalesuleymanova561@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-9795-6739>.

Information about authors

Vugar S. Salimov, Director of the Institute, Dr. Agric. Sci.; e-mail: vugar_salimov@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-6383-158X>;

Surkhay R. Novruzov, Head of the Horticulture and Vegetable Growing Department; e-mail: s.novruzov@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0007-8649-5401>;

Ibrahim A. Zulbalayev, Leading Employee of the Horticulture and Vegetable Growing Department; e-mail: ibrahim.zulbalayev@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0006-7546-8451>;

Rauf A. Asadullayev, Deputy Director of the Institute, Cand. Agric. Sci., Assistant Prof.; e-mail: asadullayevrauf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2854-8962>;

Lale R. Suleymanova, Junior Staff Scientist, Department of Grape Agrotechnology; e-mail: lalesuleymanova561@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-9795-6739>.

Статья поступила в редакцию 26.02.2024, одобрена после рецензии 02.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.