

**THE TECHNOLOGY OF REFRESHING IRRIGATION TO COMPENSATE FOR AIR DROUGHT
DURING THE ROOTING PERIOD OF GRAPE SEEDLINGS****Lytov M. N.***Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Received 28.02.2023

Submitted 19.04.2024

Summary

The technology of refreshing watering has been developed, which makes it possible to compensate for peak values of air drought, which is an important factor in increasing the efficiency of grape seedling production in a sharply continental climate.

Abstract

Introduction. The problem of the production of root-related seedlings is one of the important scientific directions in creating a technological chain that will ensure the effective development of viticulture in the Lower Volga region. At the same time, the humidity of the cuttings is the determining factor of its successful rooting. The critical point, when the evaporation of moisture from the aboveground part of the cuttings begins to exceed the intake of moisture even from well-moistened soil, is in the region of 40-50%. The relevance of research is determined by the need to create a technology to maintain air humidity above a critical level during periods of air droughts. **Object.** Planting of grape seedlings during the rooting of the cuttings, considered as an object of realization of climatic risk and mass death of plants due to a critical shift in the moisture balance and drying of growth buds. **Materials and methods.** The aim of the study is to develop an effective technology to compensate for air drought during the rooting of grape seedlings based on refreshing watering. To regulate the humidity in the plant environment, it was proposed to carry out periodic watering, ensuring continuous wetting of the soil surface to a minimum depth. Experimental verification of theoretically justified provisions was carried out on irrigated lands of the Dubovsky district of the Volgograd region. The area of the experimental plot is 1200 m², the area of the accounting plot is 300 m². **Results and conclusions.** Carrying out refreshing watering makes it possible to compensate for peak values of air drought, which is an important factor in increasing the efficiency of grape seedling production. Studies have found that continuous wetting of the soil surface makes it possible to create the necessary vector and source of vaporous moisture, which for a certain time effectively compensates for air drought in the surface layer occupied by vegetation. For refreshing irrigation, it is advisable to use a combined irrigation system, which combines the possibility of drip irrigation to regulate the water regime of the soil and microsprinklerized sprinkling to wet the soil surface. A one-time refreshing watering with wetting of the soil surface to a depth of no more than 2-3 cm ensures the regulation of the humidity of the surface air layer for 2.5-4.5 hours. Even on days of maximum air drought, 3-4 watering per day are enough to maintain a relative humidity of at least 50% in the plant environment. Compensation of air drought by carrying out refreshing watering allows the cuttings not only to restore the water balance, but also to form a certain reserve of resource to overcome adverse conditions in the future. The effectiveness of the technology was confirmed experimentally: the total yield of seedlings increased by 24.2%, elite planting material – by 12.6%.

Keywords: grape seedlings, water content of grape cuttings, refreshment irrigation, yield of root seedlings, irrigation of grapes.

Citation. Lytov M. N. The technology of refreshing irrigation to compensate for air drought during the rooting period of grape seedlings. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 404-411 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-46.

Author's contribution. The author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 631.674:634.75

**ТЕХНОЛОГИЯ ОСВЕЖИТЕЛЬНЫХ ПОЛИВОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ
ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХИ В ПЕРИОД УКОРЕНЕНИЯ ВИНОГРАДНЫХ САЖЕНЦЕВ****Лытов М. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент***ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
им. А. Н. Костякова
г. Волгоград, Российская Федерация*

Актуальность. Проблема производства корнесобственных саженцев – это одно из важных научных направлений в создании технологической цепочки, которая обеспечит эффективное развитие виноградарства в Нижнем Поволжье. При этом влажность черенка является определяющим фактором

его успешного укоренения. Критическая отметка, когда испарение влаги с надземной части черенка начинает превышать поступления влаги даже из хорошо увлажненной почвы, находится в районе 40-50%. Актуальность исследований определяется необходимостью создания технологии поддержания влажности воздуха выше критического уровня в периоды воздушных засух. **Объект.** Посадки виноградных саженцев в период укоренения черенка, рассматриваемые как объект реализации климатического риска и массовой гибели растений из-за критического смещения баланса влаги и высыхания ростовых почек. **Материалы и методы.** Целью исследования является разработка эффективной технологии компенсации воздушной засухи в период укоренения виноградных саженцев на основе освежительных поливов. Для регулирования влажности воздуха в среде растений было предложено проведение периодических поливов, обеспечивающих сплошное смачивание поверхности почвы на минимальную глубину. Экспериментальная проверка теоретически обоснованных положений проводилась на орошаемых землях Дубовского района Волгоградской области. Площадь опытного участка 1200 м², площадь учетной делянки 300 м². **Результаты и выводы.** Проведение освежительных поливов позволяет компенсировать пиковые значения воздушной засухи, что является важным фактором повышения эффективности производства виноградных саженцев. Исследованиями установлено, что сплошное смачивание поверхности почвы позволяет создать необходимый вектор и источник парообразной влаги, который в течение определенного времени эффективно компенсирует воздушную засуху в приземном, занятом растительностью, слое. Для проведения освежительных поливов целесообразно использовать систему комбинированного орошения, которая сочетает возможность проведения капельных поливов для регулирования водного режима почвы и микроспринклерного дождевания для смачивания поверхности почвы. Разово проведенный освежительный полив со смачиванием поверхности почвы на глубину не более 2-3 см обеспечивает регуляцию влажности приземного слоя воздуха в течение 2,5-4,5 часов. Даже в дни максимальной воздушной засухи в день достаточно 3-4 поливов, чтобы поддерживать относительную влажность воздуха в среде растений не ниже 50%. Компенсация воздушной засухи проведением освежительных поливов позволяет черенку не только восстановить водный баланс, но и сформировать определенный запас ресурса для преодоления неблагоприятных условий в последующем. Эффективность технологии подтверждена экспериментально: суммарный выход саженцев увеличивался на 24,2%, элитного посадочного материала – на 12,6%.

Ключевые слова: виноградные саженцы, оводненность черенков винограда, освежительные поливы, выход корнесобственных саженцев, орошение винограда.

Цитирование. Лытов М. Н. Технология освежительных поливов для компенсации воздушной засухи в период укоренения виноградных саженцев. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 404-411. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-46.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Обеспечение высококачественными корнесобственными виноградными саженцами является актуальной задачей развития виноградарства [1-6]. Территория Нижней Волги с ее особенностями резко-континентального климата, характеризующимся жарким, засушливым летом и холодной малоснежной зимой, традиционно не рассматривалась в качестве приоритетных зон развития виноградарства. Однако высокая оценка результатов виноделия с уже сформированных терруаров этого региона, отличающихся интересным и во многом уникальным набором элементов экосистемы, говорит о том, что потенциал территории в этом плане существенно недооценен [7].

Проблема производства корнесобственных саженцев – это одно из важных научных направлений в создании технологической цепочки, которая обеспечит эффективное развитие виноградарства региона и конкурентные условия производства вин в сравнении с традиционными винодельческими регионами России. Низкая эффективность производства корнесобственных саженцев в регионе тесно связана с засушливостью климата, а главное – с низкой влажностью воздуха в период укоренения черенка [5, 8, 9]. Влажность черенка является определяющим фактором успешного укоренения и основная причина его гибели в почвенно-климатических условиях региона. Допустимый диапазон содержания влаги в черенке очень небольшой и любые значимые отклонения могут быстро привести к его гибели.

Собственно, влажность черенка, высаженного в питомнике, – динамический параметр, который определяется балансом поступления влаги из увлажненной почвы и расходом ее на испарение с поверхности надземной части. Проблема поддержания оптимальной влажности почвы сегодня успешно решается применением систем капельного

орошения, которые позволяют весьма гибко регулировать технологический процесс. Однако, даже при наличии легко доступной влаги в почве влажность черенка может понижаться из-за высокого испарительного потенциала окружающей среды, который и определяется никой влажностью воздуха.

Оптимальная влажность воздуха при создании наиболее благоприятных условий для укоренения черенка находится выше отметки в 80%. Снижение относительной влажности воздуха относительно этого диапазона увеличивает расход воды надземной частью черенка, но до определенного момента это компенсируется усилением поступления влаги из хорошо увлажненной почвы. Критическая отметка, когда испарение влаги с надземной части черенка начинает превышать поступления влаги даже из хорошо увлажненной почвы, находится в районе 40-50% [10]. К сожалению, в регионе нередко воздушные засухи, когда относительная влажность воздуха пересекает отметку 30% и даже 20% [11, 12]. Такие условия несут риск гибели высаженным в питомнике черенкам винограда, что в регионе является мощным фактором, определяющим снижение эффективности производства черенков в неблагоприятные годы.

Целью исследования является разработка эффективной технологии компенсации воздушной засухи в период укоренения виноградных саженцев на основе освежительных поливов.

Материалы и методы. С точки зрения теории процесса постановка задачи компенсации воздушной засухи в период укоренения виноградных саженцев имеет следующий вид [13]:

$$F(\varphi_{adc}) \in [\varphi_{ph.min}^{pl} - \varphi_a^{pl}; \varphi_{opt}^{pl} + \Delta\varphi_{opt}^{pl} - \varphi_a^{pl}] \quad (1)$$

где $F(\varphi_{adc})$ – необходимая для компенсации критического фактора величина регулирования влажности воздуха в среде посева, %; $\varphi_{ph.min}^{pl}$ – биологически обоснованный минимум регулируемого фактора, удержание которого необходимо для выживания растения, %; φ_a^{pl} – фактическая влажность воздуха, %; φ_{opt}^{pl} – биологически обоснованный минимум оптимального диапазона влажности воздуха, %; $\Delta\varphi_{opt}^{pl}$ – оптимальная область регулируемого фактора, %.

Рабочей гипотезой исследований стало предположение о необходимости введения регулятора, который бы способствовал поступлению парообразной влаги в режиме и в том объеме, который необходим для преодоления воздушной засухи. Имея заданную величину регуляторного действия, объем агента регулятора можно определить из выражения [14, 15]:

$$\Delta\varphi_{adc} = \frac{R \cdot T \cdot m_{agent}}{18 \cdot P_0 \cdot V_{air}} \quad (2)$$

где R – это универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – фактическая температура объема воздуха, для которого осуществляется регуляторное действие, °К; m_{agent} – массовая характеристика агента регулятора, кг; P_0 – давление насыщенного пара, кПа; V_{air} – объем среды, для которого осуществляется регуляторное действие, м³.

Динамика притока влаги со стороны агента регулятора, $\frac{dm_{agent}}{dt}$, описывается зависимостью:

$$\frac{dm_{agent}}{dt} = k_1 \cdot S_{ws} \cdot (P_0 - \varphi_a^{pl} \cdot P_0) \quad (3)$$

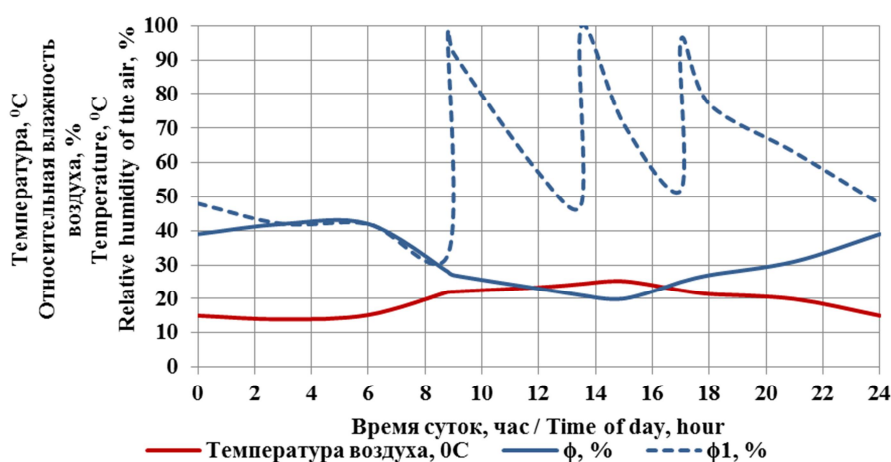
где S_{ws} – площадь распределения агента регулятора (площадь увлажнения), м²; k_1 – параметр, характеризующий динамику испарения влаги с площади увлажненной поверхности при разных уровнях дефицита влажности воздуха в среде растений, кг/(кПа·м²·с).

Из выражения (3) следует, что приток влаги со стороны регулятора пропорционален площади увлажнения. Учитывая это, было предложено использовать для регулирования влажности воздуха в среде растений посредством проведения поливов, обеспечивающих сплошное смачивание поверхности почвы на минимальную глубину. Решение этой задачи обеспечивается при использовании системы комбинированного орошения, сочетающего возможность гибкого локального регулирования влажности почвы в зоне посадки черенков и сплошного увлажнения поверхности почвы за счет использования микроспринклерного дождевания [16].

Экспериментальная проверка теоретически обоснованных положений была проведена на опытном участке в КФХ «Шишлянникова М. В.» Дубовского района Волгоградской области. Площадь опытного участка 1200 м², площадь учетной делянки 300 м².

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что проведение освежительных поливов и смачивание поверхности почвы на глубину 2-3 см позволяет создать необходимый вектор и источник парообразной влаги, который в течение определенного времени эффективно компенсирует воздушную засуху в приземном, занятом растительностью, слое (рисунки 1-3).

В первую, после высадки черенка, декаду относительная влажность воздуха опускалась до 20% в дневные часы. Характерно, что в суточном ходе наибольшая воздушная засуха проявляется во второй половине дня, что коррелирует с температурой воздуха. Повышение температуры воздуха и снижение его относительной влажности может быть довольно значительным в течение суток. В этом плане и потребность в освежительных поливах, как правило, также появляется в дневное время.

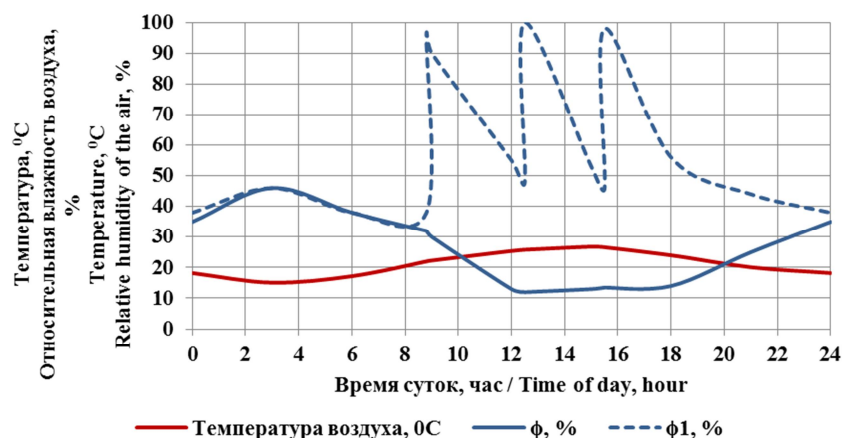


φ – без проведения освежительных поливов, φ1 – при проведении освежительных поливов (среднее 2021-2023 г.)

φ – without refreshing watering, φ1 – during refreshing watering

Рисунок 1 – Суточная динамика относительной влажности воздуха в 1 декаду после высадки черенков винограда

Figure 1 – Daily dynamics of relative humidity in 1 decade after planting of grape cuttings



φ – без проведения освежительных поливов, φ1 – при проведении освежительных поливов (среднее 2021-2023 г.)

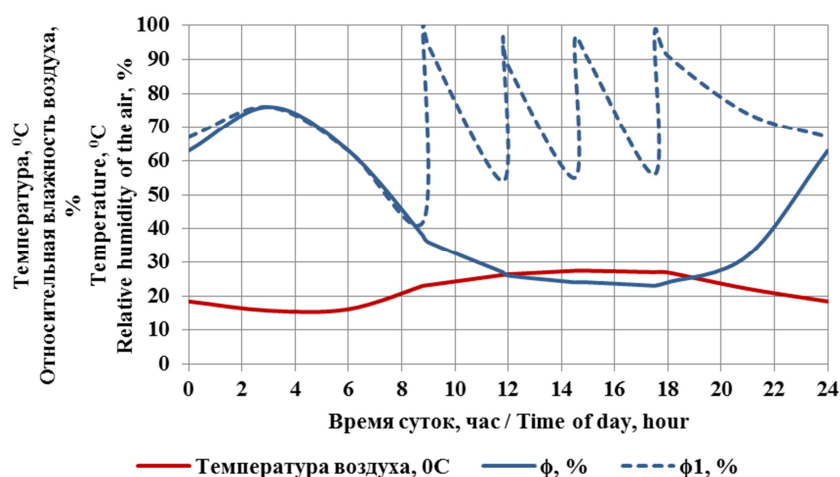
φ – without refreshing watering, φ1 – during refreshing watering (average 2021-2023)

Рисунок 2 – Суточная динамика относительной влажности воздуха в 2 декаду после высадки черенков винограда

Figure 2 – Daily dynamics of relative humidity in 2 decade after planting of grape cuttings

Еще одним фактором назначения освежительных поливов, преимущественно, в дневное время, является сопутствующий технологии физический процесс, заключающийся в отводе тепла с поверхности почвы при испарении влаги. Дело в том, что температура почвы при выращивании корнесобственных саженцев, особенно в период укоренения черенка, очень важна. И оптимальные температуры начинаются от 30°C. Если температура ниже, формирование корней на черенке замедляется, тогда как риск загнивания черенка возрастает. Отвод тепла с испаряющейся влагой в этот период следует считать неблагоприятным фактором, но он объективно сопутствует процессу насыщения парообразной влагой приземного слоя воздуха. Поэтому было установлено дополнительное ограничение, по которому освежительные поливы не назначались, если температура окружающей среды была ниже 22°C. Поэтому первый полив, даже при сохранении воздушной засухи в ночные часы проводили не ранее 9 часов утра, когда температура окружающего воздуха повышалась до установленного уровня, а температура почвы увеличивалась еще и за счет солнечной радиации.

Исследования показали, что проведение освежительного полива быстро поднимает относительную влажность воздуха в среде посева практически до 100%, однако сохраняется этот уровень недолго. Через непродолжительное время после окончания полива относительная влажность воздуха снижается до 88-92% и только потом динамика стабилизируется. Очередной освежительный полив в опыте назначали по достижению относительной влажности воздуха в среде растений отметки в 50%.



φ – без проведения освежительных поливов, φ1 – при проведении освежительных поливов
(среднее 2021-2023 г.)

φ – without refreshing watering, φ1 – during refreshing watering (average 2021-2023)

Рисунок 3 – Суточная динамика относительной влажности воздуха в 3 декаду после высадки черенков винограда

Figure 3 – Daily dynamics of relative humidity in 3 decade after planting of grape cuttings

Эффект от разово проведенного освежительного полива в зависимости энергетического состояния атмосферы сохранялся в течение 2,5-4,5 часов. Параметр этот очень динамичен и зависит от влажности воздуха вне зоны регулирования, температуры окружающей среды, ветровой активности, вегетативного покрытия и т.д. Однако даже в дни максимальной воздушной засухи в день достаточно 3-4 поливов, чтобы поддерживать относительную влажность воздуха в среде растений не ниже 50%.

Продолжительный период регулирования влажности приземного слоя воздуха определяется динамикой процесса испарения влаги с поверхности почвы. Чем глубже расположен слой, тем более продолжительное время испаряется влага, но тем меньше регуляторный потенциал технологии.

Приведенные на рисунках 1-3 графики показывают, что проведение освежительных поливов позволяет компенсировать опасное снижение влажности воздуха, преодолеть ту яму, которая формируется на участках, где компенсационные мероприятия не проводились. В ноч-

ной период относительная влажность воздуха возрастала, и влияние этого фактора становилось не столь выраженным. Однако, даже при формировании отрицательного баланса влаги в черенке в ночной период, следует понимать, что процесс этот занимает время. Возможность восполнить баланс влаги в черенке при проведении освежительных поливов создает определенный «запас прочности», – повышает вероятность преодоления риска и укоренения черенка. Это предположение подтвердилось полученными результатами (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели эффективности выращивания саженцев винограда при компенсации воздушной засухи, 2021-2023 г.

Table 1 – Indicators of the efficiency of growing grape seedlings to compensate for air drought, 2021-2023

Показатель / Index	Вариант опыта / Experience Option				HCP ₀₅	
	Контроль / control		с проведением освежительных поливов / with refreshing watering			
					Саженцы / Seedlings	
	Элитные / Elite	1 сорта / Grades 1	Элитные / Elite	1 сорта / Grades 1	Элитные / Elite	1 сорта / Grades 1
Выход саженцев, шт. / Yield of seedlings, pcs.	82544	12895	98953	27957	112	87
Выход саженцев, % / Yield of seedlings, %	63,5	9,9	76,1	21,5	3,9	2,6
Длина вызревшего побега, см / Length of mature shoot, cm	37	24	42	28	1,5	1,2
Количество корней с толщиной у основания не менее 2 мм / Number of roots with a thickness of at least 2 mm at the base	8	4	12	6	1,8	1,5
Диаметр побега у основания, мм / Shoot diameter at the base, mm	6,7	3,5	8,8	4,7	0,8	0,6

Экспериментально полученные данные показали, что без проведения компенсационных мероприятий в отношении воздушной засухи в период укоренения черенков, выход саженцев винограда не превышает 95439 шт. или 73,4%, если считать растения элиты и первого сорта. Из этих саженцев требованиям элиты соответствовало 63,5% саженцев, тогда как еще 9,9% были отнесены к посадочному материалу 1 сорта. Совокупный выход саженцев на участках, где проводили освежительные поливы, составил 126910 шт. растений или почти 97,6% всех высаженных черенков. Существенно увеличилась и доля элитных саженцев, сформированных на участках этого варианта. Всего здесь было получено 98953 шт. элитных саженца, что на 16409 растений больше, чем на участках, где компенсационные мероприятия не проводились. Кроме того, было получено 27957 шт. саженцев 1 сорта.

Опытами установлено, что компенсация пиков воздушной засухи в период укоренения черенков оказывает существенное влияние и на качество саженцев. В частности, элитный посадочный материал, выращенный без проведения компенсационных мероприятий, характеризовался средней длиной вызревшего побега 37 см, растения имели до 8 корешков с толщиной основания не менее 2 мм, а средний диаметр саженца у основания составлял мм. Элитные виноградные саженцы, выращенные на участках, где проводили освежительные поливы, имели лучшие товарные параметры, так как отличались больше длиной побега, 42 см, и имели средний диаметр у основания 8,8 мм. Число хорошо развитых корней с диаметром у основания не менее 2 мм достигало 12.

Саженцы винограда, отнесенные к категории 1 сорта, характеризовались малым диаметром у основания растений, 3,5-4,7 мм. Хочется отметить, что на участках, где освежительные поливы проводили, число корней с диаметром у основания более 2 мм достигало 6, а средняя длина побега составила 28 см, – то есть по этим показателям растения соответствовали элитному посадочному материалу.

Выводы. Таким образом, проведение освежительных поливов позволяет компенсировать пиковые значения воздушной засухи, что является важным фактором повышения эффективности производства виноградных саженцев. Для проведения освежительных поливов целесообразно использовать систему комбинированного орошения, которая сочетает возможность проведения капельных поливов для регулирования водного режима почвы и микроспринклерного дождевания для смачивания поверхности почвы. Сплошное смачивание поверхности почвы позволяет создать необходимый вектор и источник парообразной влаги, который в течение определенного времени эффективно компенсирует воздушную засуху в приземном, занятом растительностью, слое. Опытами установлено, что разово проведенный освежительный полив со смачиванием поверхности почвы на глубину не более 2-3 см обеспечивает регуляцию влажности приземного слоя воздуха в течение 2,5-4,5 часов. Даже в дни максимальной воздушной засухи в день достаточно 3-4 поливов, чтобы поддерживать относительную влажность воздуха в среде растений не ниже 50%. Компенсация воздушной засухи проведением освежительных поливов позволяет черенку не только восстановить водный баланс, но и сформировать определенный запас ресурса для преодоления неблагоприятных условий в последующем. Опытами подтверждено возможность повышения суммарного выхода саженцев винограда на 24,2%, элитного посадочного материала – на 12,6%. В натуральном выражении эта прибавка только по элитным саженцам составляет 16409 шт.

Conclusions. Thus, carrying out refreshing watering makes it possible to compensate for the peak values of air drought, which is an important factor in increasing the efficiency of grape seedling production. For refreshing irrigation, it is advisable to use a combined irrigation system, which combines the possibility of drip irrigation to regulate the water regime of the soil and sprinkling to wet the soil surface. Continuous wetting of the soil surface makes it possible to create the necessary vector and source of vaporous moisture, which for a certain time effectively compensates for air drought in the surface layer occupied by vegetation. Experiments have established that a one-time refreshing watering with wetting of the soil surface to a depth of no more than 2-3 cm ensures the regulation of the humidity of the surface air layer for 2.5-4.5 hours. Even on days of maximum air drought, 3-4 waterings per day are enough to maintain a relative humidity of at least 50% in the plant environment. Compensation of air drought by carrying out refreshing watering allows the cuttings not only to restore the water balance, but also to form a certain reserve of resource to overcome adverse conditions in the future. Experiments have confirmed the possibility of increasing the total yield of grape seedlings by 24.2%, and elite planting material by 12.6%. In physical terms, this increase only for elite seedlings is 16409 pcs.

Библиографический список

1. Габимова Е. Н. Агробиологическая оценка различных способов выращивания корнесобственных саженцев винограда. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 68 (2). С. 116-129.
2. Серет О. Л. Усовершенствование технологии производства саженцев для укрывной зоны виноградарства. Вестник КрасГАУ. 2021. № 8 (173). С. 80-84.
3. Иванова М. И., Потанин Д. В. Применение автоматических технологических карт при подборе эффективной технологии выращивания виноградных саженцев. Агропродовольственная экономика. 2020. № 3. С. 73-77.
4. Аскеров Э. С. Агроэкологические основы формирования высокопродуктивных насаждений винограда и экономическая эффективность их возделывания. Проблемы развития АПК региона. 2020. № 1 (41). С. 7-13.
5. Овчинников А. С., Григоров С. М., Ратанов М. В., Келлер Д. А. Водопотребление виноградной школки при различных технологиях посадки. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 2 (38). С. 88-104.
6. Павлюченко Н. Г., Мельникова С. И., Колесникова О. И., Зимина Н. И. Влияние агрохимических средств на биометрические показатели привитых саженцев в школке. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 49 (1). С. 85-94.
7. Овчинников А. С., Бородычев В. В., Гуренко В. М. К вопросу разработки закона и программы развития отрасли виноградарства и виноделия в Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 14-28.
8. Курапина Н. В., Лавренко К. В., Котельникова С. С. Технология выращивания посадочного материала амурского винограда (*Vitis amurensis*) на светло-каштановых почвах Волгоградской области. Актуальные вопросы науки. 2018. № 38. С. 191-193.
9. Кружилин И. П., Курапина Н. В., Гусев Д. Э. Элементы технологии выращивания саженцев винограда при капельном орошении. Природообустройство. 2008. № 3. С. 25-29.
10. Овчинников А. С., Бородычев В. В., Храбров М. Ю., Гуренко В. М. Перспективы развития виноградарства и виноделия в Нижневолжском регионе. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 1 (37). С. 6-13.

11. Коршунова Н. Н., Булыгина О. Н., Разуваев В. Н., Давлетшин С. Г. Оценки экстремальности температурного режима и режима осадков для территории РФ и её регионов. Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. 2018. № 183. С. 20-30.
12. Мелихов В. В., Зибаров А. А., Мелихова Н. П., Романова А. В. Характер и направленность изменений климатических параметров Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 60-67.
13. Лытов М. Н. Целевые функции компенсации климатических рисков возделывания сельскохозяйственных культур при комплексном использовании гидротехнических мелиораций. Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12. № 4. С. 67-85.
14. Воротынцев А. В. Приближенная модель переноса тепла и влаги в системе почва-растение с учетом баланса энергии. Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 9-1. С. 22-26.
15. Салугин А. Н. К вопросу о математическом моделировании процесса испарения. Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 2 (95). С. 12-19.
16. Лытов М. Н. Агробиологическая эффективность комбинированного орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье. Аграрная Россия. 2022. № 10. С. 3-7.

References

1. Habibova E. N. Agrobiological Assessment of Various Methods of Growing Root Grape Seedlings. Fruit growing and viticulture in the South of Russia. 2021. № 68 (2). Pp. 116-129.
2. Seget O. L. Improvement of the technology of seedling production for the covering zone of viticulture. Vestnik KrasGAU. 2021. № 8 (173). Pp. 80-84.
3. Ivanova M. I., Potanin D. V. Application of Automatic Technological Maps in the Selection of Effective Technology for Growing Grape Seedlings. Agri-Food Economy. 2020. № 3. Pp. 73-77.
4. Askerov E. S. Agroecological Foundations for the Formation of Highly Productive Plantations of Grapes and Economic Efficiency of Their Cultivation. Problems of development of the agro-industrial complex of the region. 2020. № 1 (41). Pp. 7-13.
5. Ovchinnikov A. S., Grigorov S. M., Ratanov M. V., Keller D. A. Water consumption of the grape school under various planting technologies. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2020. № 2 (38). Pp. 88-104.
6. Pavlyuchenko N. G., Melnikova S. I., Kolesnikova O. I., Zimina N. I. Influence of Agrochemical Agents on Biometric Indicators of Grafted Seedlings in School. Fruit growing and viticulture in the South of Russia. 2018. № 49 (1). Pp. 85-94.
7. Ovchinnikov A. S., Borodychev V. V., Gurenko V. M. On the Issue of Developing a Law and a Program for the Development of the Viticulture and Winemaking Industry in the Volgograd Region. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2020. № 2 (58). Pp. 14-28.
8. Kurapina N. V., Lavrenko K. V., Kotelnikova S. S. Technology of growing planting material of Amur grapes (*Vitis amurensis*) on light chestnut soils of the Volgograd region. Topical Issues of Science. 2018. № 38. Pp. 191-193.
9. Kruzhilin I. P., Kurapina N. V., Gusev D. E. Elements of the Technology of Growing Grape Seedlings in Drip Irrigation. Environmental Management. 2008. № 3. Pp. 25-29.
10. Ovchinnikov A. S., Borodychev V. V., Khrabrov M. Yu., Gurenko V. M. Prospects for the Development of Viticulture and Winemaking in the Lower Volga Region. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2015. № 1 (37). Pp. 6-13.
11. Korshunova N. N., Bulygina O. N., Razuvaev V. N., Davletshin S. G. Estimates of Temperature Extremes and Precipitation Regimes for the Territory of the Russian Federation and Its Regions. Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center. 2018. № 183. Pp. 20-30.
12. Melikhov V. V., Zibarov A. A., Melikhova N. P., Romanova A. V. Nature and Direction of Changes in Climatic Parameters of the Volgograd Region. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2019. № 1 (53). Pp. 60-67.
13. Lytov M. N. Target Functions of Compensation of Climatic Risks of Agricultural Crops Cultivation in the Complex Use of Hydrotechnical Land Reclamation. Land reclamation and hydraulic engineering. 2022. V. 12. № 4. Pp. 67-85.
14. Vorotyntsev A. V. Approximate Model of Heat and Moisture Transfer in the Soil-Plant System Taking into Account the Energy Balance. Bulletin of the Buryat State University. 2014. № 9-1. Pp. 22-26.
15. Salugin A. N. On the Question of Mathematical Modeling of the Evaporation Process. Arid ecosystems. 2023. V. 29. № 2 (95). Pp. 12-19.
16. Lytov M. N. Agrobiological Efficiency of Combined Irrigation of Agricultural Crops in the Lower Volga Region. Agrarian Russia. 2022. № 10. Pp. 3-7.

Информация об авторе

Лытов Михаил Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова», (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825>, e-mail: vkovniigim@yandex.ru

Author's Information

Lytov Michail Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, The All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyakov" (Russian Federation, 400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825>, e-mail: vkovniigim@yandex.ru