СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-19

WATER CONSUMPTION OF TABLE VARIETIES OF GRAPES DEPENDING ON ROOT FOOD IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

E.V. Polukhina¹, M.V. Vlasenko²

¹ Federal Public Budget Scientific Institution

«Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»

Astrakhan Region, Chernoyarsky district, the village of Salty Zaymishche

² Federal State Budget Scientific Institution

«Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences», Volgograd

Received 02.10.2020

Submitted 03.02.2021

Abstract

Introduction. The use of new water-soluble fertilizers in chelated form has not yet become widespread due to their poor knowledge. In this regard, the study of the effect of these drugs on the passage of the main processes of life of grapes in the arid conditions of the North-Western Caspian region is relevant. **Object.** The object of research was table grape varieties of different ripening periods (Codryanka, Moskovsky, Rizamat) grown on light chestnut soils of the Vineyard of the Federal Public Budget Scientific Institution «Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences» Astrakhan Region, Russia. **Materials and methods.** The purpose of the research is to study economically valuable characteristics of table grape varieties depending on foliar nutrition with Plantafol and Boroplus fertilizers in irrigated conditions of the North-Western Caspian region. The analysis of meteorological conditions was carried out according to the data of the meteorological station with. Black Yar. The evaporation rate of soil moisture was calculated using the formula of N.N. Ivanova. The actual water consumption for the production of 1 ton of grapes was estimated by the coefficient of water consumption. **Results and conclusion.** The efficiency of irrigation water use increases from control to joint application of foliar dressings in all three varieties. This pattern can be traced over the years and on average over three years. The water consumption coefficient in the control was: for the Kodryanka variety 783.6 m³/t, for the Rizamat variety – 846.3 m³/t, for the Moskovsky variety – 758.9 m³/t. The use of Plantafol fertilizer reduced water consumption by 1 ton of crop for the Kodryanka variety to 609.0 m³/t, for the Rizamat variety – up to 546.4 m³/t, for the Moskovsky variety – up to 511.5 m³/t. When using the Boroplus fertilizer, the water consumption coefficient for the Kodryanka variety decreased to 454.1 m³/t, for the Rizamat variety – up to 406.9 m³/t, for the Moskovsky variety – up to 427.5 m³/t. The minimum indicator was noted with the joint use of Plantafol and Boroplus: for the Kodryanka variety – 363.2 m³/t, Rizamat – 361.4 m³/t, Moskovsky – 374.2 m³/t.

Key words: precipitation, moisture deficit, air temperature, total water consumption, water consumption coefficient, grapes.

Citation. Polukhina E.V., Vlasenko M.V. Water consumption of table varieties of grapes depending on root food in the conditions of the North-Western Caspian region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 191-203 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-19.

Author's contribution. All authors 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 authors declare no conflict of interest.

УДК 634.8

**ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СТОЛОВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВОГО ПИТАНИЯ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ****Е. В. Полухина¹**, кандидат сельскохозяйственных наук**М. В. Власенко²**, кандидат сельскохозяйственных наук¹ФГБНУ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище²ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 02.10.2020

Дата принятия к печати 03.02.2021

Актуальность. Применение новых водорастворимых удобрений в хелатной форме еще не получило широкого распространения ввиду их слабой изученности. В связи с этим изучение влияния этих препаратов на прохождение основных процессов жизнедеятельности винограда в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия актуально. **Объектом исследований** являлись столовые сорта винограда разного срока созревания (Кодрянка, Московский, Ризамат), выращиваемые на светло-каштановых почвах виноградника ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». **Материалы и методы.** Цель исследований – изучение хозяйственно-ценных признаков столовых сортов винограда в зависимости от некорневого питания удобрениями Плантафол и Бороплюс в орошаемых условиях Северо-Западного Прикаспия. Анализ метеорологических условий проводился по данным метеопоста с. Черный Яр. Испаряемость почвенной влаги рассчитывалась по формуле Н. Н. Иванова. Фактический расход воды на получение 1 т винограда оценивался коэффициентом водопотребления. **Результаты и выводы.** Эффективность использования поливной воды возрастает от контроля до совместного применения некорневых подкормок у всех трех сортов. Эта закономерность прослеживается по годам и в среднем за три года. Коэффициент водопотребления на контроле составил у сорта Кодрянка – 783,6 м³/т, у сорта Ризамат – 846,3 м³/т, у сорта Московский – 758,9 м³/т. Использование удобрения Плантафол снизило расход воды на 1 т урожая у сорта Кодрянка до 609,0 м³/т, у сорта Ризамат – до 546,4 м³/т, у сорта Московский – до 511,5 м³/т. При использовании удобрения Бороплюс коэффициент водопотребления у сорта Кодрянка снизился до 454,1 м³/т, у сорта Ризамат – до 406,9 м³/т, у сорта Московский – до 427,5 м³/т. Минимальный показатель отмечен при совместном использовании Плантафола и Бороплюса: у сорта Кодрянка – 363,2 м³/т, Ризамат – 361,4 м³/т, Московский – 374,2 м³/т.

Ключевые слова: некорневое питание винограда, суммарное водопотребление винограда, коэффициент водопотребления, столовые сорта винограда.

Цитирование. Полухина Е. В., Власенко М. В. Водопотребление столовых сортов винограда в зависимости от некорневого питания в условиях Северо-Западного Прикаспия. *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 191-203. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-19.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Концепция устойчивого развития агропромышленного комплекса направлена на усиление научного обеспечения и внедрение инновационных разработок, особенно по повышению и сохранению плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур [3, 16, 18, 26-28, 30]. Важнейшим аспектом применения современных технологий в условиях орошения при недостаточном естественном увлажнении Северо-Западного Прикаспия является их почвозащитная функция, уменьшающая переуплотнение почв и подверженность водной эрозии и дефляции. Обязательными условиями при этом являются возделывание адаптированных сортов и применение удобрений [8, 12, 25, 29].

Водообеспеченность – один из основных и важнейших критериев оценки не только урожайности, но и существования винограда в условиях недостаточного естественного увлажнения [6, 9, 15]. Виноград по отношению к влажности почвы является влаголюбивым мезофитом. При достаточно высокой его устойчивости к засухе он хорошо реагирует на проведение вегетационных поливов, которые способствуют более активному функционированию растений даже в аридных условиях, значительно увеличивают урожай в 1,5-2,0 раза [1, 1, 24]. Орошение в этих условиях является одним из основных факторов интенсификации подотрасли. Режим орошения виноградника основывается на биологических потребностях виноградных растений по фазам вегетации с учетом условий зоны возделывания (климат, почвенные разности, влагоемкость, гранулометрический состав и физические свойства почвы, возраст насаждений, величина и направленности использования урожая) [7, 19-22, 24].

Эффективность возделывания винограда в Северо-Западном Прикаспии зависит как от правильно спланированной системы орошения, так и от применения новых агроприемов минерального питания. Такими приемами являются некорневые подкормки водными растворами специальных комплексных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы в необходимом количестве. Для засушливых условий Прикаспийского региона это очень действенный и необходимый прием интенсификации виноградарства, значительно повышающий урожайность и качество получаемой продукции, а также снижающий негативное действие стресс-факторов. Однако при современном ведении культуры винограда агропроизводители в большей степени придерживаются традиционных приемов выращивания на основе классического минерального питания, а применение новых водорастворимых удобрений в хелатной форме еще не получило широкого распространения ввиду их слабой изученности [24]. В связи с этим возникла необходимость изучения влияния этих водорастворимых удобрений на прохождение основных ростовых и продукционных процессов винограда в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия, что делает это направление исследований очень востребованным и актуальным.

Материалы и методы. Цель исследований – изучение хозяйственно-ценных признаков столовых сортов винограда в зависимости от некорневого питания удобрениями Пантафол и Бороплюс в орошаемых условиях Северо-Западного Прикаспия. Методической основой исследований послужили общепринятые методики Б. А. Доспехова, 1985, М. А. Лазаревского, 1963, А. И. Ермакова, 1987.

Исследования проводились на светло-каштановых почвах (виноградник ФГБНУ «ПАФНЦ РАН») в 2015-2019 гг. в полевом двухфакторном опыте по методу «делянка – куст». Культура винограда – укрывная, корнесобственная, орошаемая. Схема размещения кустов – 4,0 × 2,0 м с густотой 1250 шт./га. Формировка кустов – веерная, четырехрукавная.

Фактор А: сорта Кодрянка, Московский, Ризамат.

Фактор В: 1 вариант – контроль (обработка водой), 2 вариант – Пантафол, 3 вариант – Бороплюс, 4 вариант – Пантафол + Бороплюс. Повторность трехкратная, учетных кустов – 144. Обработки с применением некорневого питания проводились по всем вариантам опыта в фазы: перед цветением, в начале цветения, образование ягод, начало созревания и за 15-20 суток до съема урожая. Норма применения Пантафола в опыте – 3,0 кг/га, Бороплюса – 1,0 л/га, концентрация препаратов – 0,3 и 0,1 %, соответственно. Фоном являлось полное минеральное питание азофоской N₁₆P₁₆K₁₆ из расчета 100 кг/га на одну подкормку дважды за вегетацию.

Вегетационные поливы проводились способом напуска по бороздам и были приурочены к фазам вегетации поливными нормами 500,0-800,0 м³/га. В конце годового биологического цикла (сентябрь – октябрь) ежегодно проводились влагозарядковые поливы в первые три сезона поливными нормами 1200,0-1400,0 м³/га, в последующем – 1500 м³/га.

Анализ метеорологических условий, сложившихся за годы исследований, проводился на основании данных метеопоста с. Черный Яр, находящегося в 16 км от плодового сада, где был заложен полевой опыт. Все показатели представлены за годичный биологический цикл с октября по сентябрь включительно, что является биологической особенностью культуры винограда.

Испаряемость почвенной влаги в зоне недостаточного увлажнения рассчитывалась по эмпирической формуле Н.Н. Иванова в интерпретации для поверхности почвы [21]:

$$E = 0,0018(18 + t)^2 \cdot (100 - a),$$

где E – слой испарившейся воды с поверхности почвы, мм/месяц; t – среднемесячная температура воздуха, °С; a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Регулирование водного режима почвы на базе расчетных методов отображает динамичность процессов в системе: почва – растение – атмосфера [4, 5, 26]. Водопотребление определяли экспериментально и на основе уравнения водного баланса в результате многолетних наблюдений за осадками, запасами влаги в почве, потерями воды и т. д. Максимальное повышение урожайности культур при уменьшении коэффициента водопотребления даёт сочетание орошения с высокой агротехникой, применением удобрений.

Расход воды оценивался коэффициентом водопотребления, который отражает суммарный расход воды культурой за вегетационный период на формирование единицы продукции (в том числе расход воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы). Коэффициент водопотребления (K_w) колеблется в широких пределах в зависимости от метеорологических условий разных лет, почв и уровня агротехники и выражается в м³ воды на тонну продукции, рассчитывается по формуле:

$$K_w = \frac{W}{Y},$$

где W – суммарное водопотребление (оросительная норма, общий запас влаги из почвы и осадки), мм; Y – урожайность, т/га.

Многолетние метеоданные за 40 лет, представленные в таблицах 1, 2 и 4 как норма, рассчитаны В.Ф. Фёдоровой [14].

Результаты. Природно-климатический потенциал северной части Северо-Западного Прикаспия вполне пригоден для выращивания культуры винограда и соответствует ее биологическим потребностям. Большое количество тепла с суммой активных температур, превышающей в отдельные летние сезоны 4000 °С, обеспечивает хорошее вызревание лозы и высокое качество получаемой продукции. Однако высокая испаряемость – 1000-1200 мм в год и незначительное количество осадков (250 и менее мм) ограничивают возможности расширения площадей и ставят их в зависимость от орошения. Почвенные разности зоны, содержащие невысокое количество питательных элементов (N, P, K и др.) и гумуса (0,95-1,2 %), тем не менее позволяют проникать корневой системе на глубину 1,5-2,0 м и успешно использовать осенне-зимние влагозапасы почвы.

По результатам проведенных пятилетних исследований (2014-2019 годы) было выявлено, что наибольшее количество осадков за полный годичный биологический цикл развития винограда выпало в 2015-2016 гг. – 346,3 мм, что на 64,4 мм выше средней многолетней нормы (281,9 мм) (таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков в течение полного годовичного биологического цикла развития винограда, 2014-2019 гг., мм

Table 1 – Precipitation during the full annual biological cycle of grape development, 2014-2019, mm

Месяц	Год / Year						Норма, мм / Norm, mm	± к норме, мм / ± to normal, mm
	2014 / 2015	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	2018 / 2019	среднее за 2014/2019 / average for 2014/2019		
Октябрь / October	14,2	13,9	16,5	39,0	3,8	17,5	21,6	+4,1
Ноябрь / November	4,3	27,8	18,0	23,3	8,0	16,3	24,6	+8,3
Декабрь / December	21,2	28,7	37,1	38,5	42,8	33,7	27,1	-6,6
Январь / January	26,5	33,1	7,4	11,9	13,0	18,4	23,6	+5,2
Февраль / February	1,9	6,7	26,8	39,0	9,0	16,7	17,4	+0,7
Март / March	1,8	32,2	17,3	21,2	14,5	17,4	20,7	+3,3
Апрель / April	19,8	12,5	32,5	14,4	18,8	19,6	18,6	-1,0
Май / May	13,4	89,8	66,4	0,0	4,8	34,9	27,9	-7,0
Июнь / June	23,0	3,6	26,5	11,9	4,9	14,0	32,4	+18,4
Июль / July	28,4	62,2	1,7	40,3	58,0	38,1	24,6	-13,5
Август / August	16,0	9,1	10,3	4,4	7,0	9,4	21,0	+11,6
Сентябрь / September	26,9	26,7	18,3	36,4	37,4	29,1	22,4	-6,7
Σ осадков, мм / Σ precipitation, mm	197,4	346,3	278,8	280,3	222,0	265,0	281,9	+16,9

Максимальное количество осадков пришлось на май 2016 г. – 89,8 мм (+61,9 мм к средней многолетней норме в этом месяце) и июль – 62,2 мм (+37,6 мм к норме). В остальные годовичные биологические циклы количество осадков было несколько ниже нормы осадков за 40 лет, как и средний показатель за весь период изучения (265,0 мм) – на 16,9 мм.

Одновременно с этим произошло и незначительное, но стабильное повышение температуры воздуха за каждый годовичный биологический цикл: от 0,2 °C в 2016-2017 гг. до 1,4 °C – в 2015-2016 гг. В среднем за весь период изучения температура воздуха также увеличилась на 0,6 °C по сравнению со средней многолетней нормой – 9,6 °C (таблица 2).

Таблица 2 – Температура воздуха в течение полного годовичного биологического цикла развития винограда, 2014-2019 гг., °C

Table 2 – Air temperature during the full annual biological cycle of grape development, 2014-2019, °C

Месяц	Год / Year						Норма, °C / Norm, °C	± к норме, °C / ± to normal, °C
	2014 / 2015	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	2018 / 2019	среднее за 2014/2019 / average for 2014/2019		
Октябрь / October	6,4	7,3	7,4	9,1	11,4	8,3	9,4	+1,1
Ноябрь / November	-1,4	1,7	-0,1	3,2	-0,3	0,6	1,3	-0,7
Декабрь / December	-2,6	1,0	-6,0	-1,3	-3,2	-2,4	-3,7	-1,3
Январь / January	-5,8	-6,0	-5,3	-6,8	-4,3	-5,6	-5,8	-0,2
Февраль / February	-3,1	1,1	-5,8	-5,0	-3,6	-3,7	-5,2	-1,5
Март / March	2,8	4,2	3,8	-2,9	3,4	2,3	1,6	+0,7
Апрель / April	10,3	12,4	10,3	9,8	11,3	10,8	10,6	+0,2
Май / May	18,4	18,0	16,6	20,4	19,6	18,6	17,4	+1,2
Июнь / June	26,4	23,6	24,3	23,5	26,8	24,9	22,9	+2,0
Июль / July	25,9	26,0	26,4	26,9	24,0	25,8	25,3	+0,5
Август / August	23,9	27,2	26,6	23,9	23,2	25,0	24,1	+0,9
Сентябрь / September	20,5	15,9	19,0	19,3	15,8	18,1	16,9	+1,2
среднее за год, °C / average for the year, °C	10,1	11,0	9,8	10,0	10,3	10,2	9,6	+0,6

Важными показателями засушливости климата являются такие показатели, как относительная влажность воздуха, дефицит влажности и испаряемость. В среднем за 2014-2019 гг. влажность воздуха была высокой (от 80,8 до 89,4 %) в период с ноября по февраль. В мае, июне, июле и августе этот показатель значительно снизился (до 39,8 %). Дефицит влажности воздуха в июне составил 58,6 %, в июле – 52,4 %, в августе – 60,2 % (таблица 3).

Таблица 3 – Дефицит влажности воздуха за вегетационный период, 2014-2019 гг., %

Table 3 – Air humidity deficit during the growing season, 2014-2019, %

Месяц	Год / Year					
	2014 / 2015	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	2018 / 2019	среднее за 2014/2019 / average for 2014/2019
Октябрь / October	32,0	41,0	32,0	25,0	29,0	31,8
Апрель / April	45,0	36,0	37,0	39,0	40,0	39,4
Май / May	48,0	33,0	45,0	63,0	43,0	46,4
Июнь / June	62,0	50,0	46,0	66,0	69,0	58,6
Июль / July	59,0	50,0	58,0	48,0	47,0	52,4
Август / August	63,0	58,0	62,0	59,0	59,0	60,2
Сентябрь / September	49,0	41,0	45,0	49,0	48,0	46,4
Среднее за год, % / Average for the year, %	51,1	44,1	46,4	50,0	47,9	47,9

Из результатов, приведенных в таблице 4, видно, что самый высокий показатель испаряемости отмечен в вегетационный период 2014-2015 гг. – 138,3 мм/мес., что на 26,9 мм/мес. выше среднего многолетнего значения (111,4 мм/мес.).

Таблица 4 – Испаряемость за вегетационный период винограда, 2014-2019 гг., мм

Table 4 – Evaporation rate during the growing season of grapes, 2014-2019, mm

Месяц	Год / Year						Норма, мм
	2014 / 2015	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	2018 / 2019	среднее за 2014/2019 гг.	
Октябрь / October	34,3	47,2	37,2	33,0	45,1	39,4	43,2
Апрель / April	64,9	59,9	53,3	54,3	61,8	58,8	56,0
Май / May	114,5	77,0	97,0	167,2	109,4	113,0	101,5
Июнь / June	220,0	155,8	148,2	204,6	249,3	195,6	144,5
Июль / July	204,7	174,2	205,8	174,2	149,2	181,6	172,1
Август / August	199,1	213,3	223,0	186,4	180,3	200,4	165,9
Сентябрь / September	130,7	84,8	110,9	122,7	98,7	109,6	96,5
σ за вегетацию, мм / σ for vegetation, mm	968,2	812,2	875,4	942,4	893,8	898,4	779,7
Среднее за месяц, мм / Monthly average, mm	138,3	116,0	125,1	134,6	121,7	128,4	111,4

Вегетационный период 2017-2018 гг. также отличался высоким уровнем испаряемости – 134,6 мм/мес. (+23,2 мм/мес. к норме). Более благоприятным периодом был 2015-2016 гг. с показателем 116,0 мм/мес., превысившим многолетнюю норму лишь на 4,6 мм/мес. Средний уровень испаряемости за 2014-2019 гг. превысил многолетний показатель на 16,9 мм/мес., составив 128,3 мм/мес., а наивысшая испаряемость отмечена в летние месяцы, начиная с мая: от 113,0 мм/мес. (при норме 101,5 мм/мес.) до 200,4 – в августе (норма – 165,9 мм/мес.).

Таблица 5 – Коэффициент водопотребления столовых сортов винограда в зависимости от сортового питания
Table 5 – Coefficient of water consumption of table grape varieties depending on foliar nutrition

Вариант	2015 год / year		2016 год / year		2017 год / year		Среднее за 2015-2017 гг. / Average for 2015-2017 the years	
	урожай- ность, т/га / yield, tons/hectare	коэффициент во- допотребления, м ³ /г / water con- sumption coeffi- cient, m ³ /ton	урожай- ность, т/га / yield, tons/hectare	коэффициент во- допотребления, м ³ /г / water con- sumption coeffi- cient, m ³ /ton	урожай- ность, т/га / yield, tons/hectare	коэффициент во- допотребления, м ³ /г / water con- sumption coeffi- cient, m ³ /ton	урожай- ность, т/га / yield, tons/hectare	коэффициент во- допотребления, м ³ /г / water con- sumption coeffi- cient, m ³ /ton
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Кодрянка / Kodryanka								
Контроль / Kontrol'				889,7				
Плантафол (П) / Plantafol (P)	9,0	777,8	6,8		10,1	683,2	8,6	783,6
	10,3	679,6	10,4	581,7	12,2	565,6	11,0	609,0
Бороплюс (Б) / Boroplus (B)	17,1	409,4	12,2	495,9	15,1	457,0	14,8	454,1
П+Б / P + B	18,7	374,3	16,5	366,7	19,8	348,5	18,3	363,2
НСР05	0,6	22,0	0,3	24,2	0,5	19,7	0,5	21,4
Ризамат / Rizamat								
Контроль / Kontrol'				916,7				
Плантафол (П) / Plantafol (P)	9,8	714,3	6,6		7,6	907,9	8,0	846,3
	15,9	440,3	12,6	480,2	9,6	718,8	12,7	546,4
Бороплюс (Б) / Boroplus (B)	19,9	351,8	14,0	432,1	15,8	436,7	16,6	406,9
П+Б / P + B	20,6	339,8	18,0	336,1	16,9	408,3	18,5	361,4
НСР05	0,7	18,1	0,4	21,1	0,4	25,9	0,6	21,0
Московский / Moscowsky								
Контроль / Kontrol'				756,3				
I	8,5	823,5	8,0		9,9	697,0	8,8	758,9
	2	3	4	5	6	7	8	9
Плантафол (П) / Plantafol (P)	12,0	583,3	11,7	517,1	15,9	434,0	13,2	511,5
Бороплюс (Б) / Boroplus (B)	17,9	391,1	13,0	465,4	16,2	425,9	15,7	427,5
П+Б / P + B	19,6	357,1	16,4	368,9	17,4	396,6	17,8	374,2
НСР05	0,5	20,9	0,4	20,3	0,6	18,4	0,6	19,9

Распределение поливной воды по фазам вегетации проходило следующим образом. В фазу весеннего сокодвижения с учетом осенней влагозарядки предыдущего года было проведено по одному поливу нормой 500,0-600,0 м³/га. Потребность во влаге в эту фазу еще незначительна, т.к. виноградные растения только вышли из состояния зимнего покоя. По годам это составило в среднем 10,9 % от оросительной нормы. Фаза распускания почек и роста побегов характеризуется более мощным вегетативным развитием и водопотреблением. При той же норме (1500,0 м³/га или 23,9 % от общей оросительной нормы) было проведено три полива. В фазу цветения для хорошего опыления и оплодотворения необходима достаточно высокая температура и умеренная влажность почвы и воздуха. Норма поливов увеличилась до 800,0 м³/га, а количество уменьшилось до одного или 14,9 % в процентном соотношении. В фазу роста и развития ягод (с конца цветения до начала созревания) водопотребление винограда по вариантам опыта за три полива составило максимальную величину – до 2250,0 м³/га или 37,9 % от оросительной нормы. Поливная норма в фазу полной спелости ягод составила 12,4 %. Успех интенсивной культуры винограда в основном определялся условиями увлажнения в этот период, поэтому необходимо поддержание предполивного порога влажности метрового слоя почвы в оптимальных пределах (от 62,5 % НВ в фазу цветения до 85,2 % НВ в фазу роста и развития ягод).

В аридной зоне одной из главных задач при орошении является сохранение оптимальных почвенно-мелиоративных условий во всем корнеобитаемом слое. Это особенно актуально там, где отмечается ухудшение мелиоративного состояния земель в связи с подъемом уровня грунтовых вод и вторичным засолением. Для повышения эффективности орошения необходимы детальные исследования составляющих уравнения водного баланса [2]. На основании анализа приходной и расходной частей водного баланса нами рассчитана структура суммарного водопотребления, включающая в себя следующие показатели: сумму осадков, водопотребление из почвы, оросительную норму с влагозарядкой.

Эффективность режима орошения сортов винограда определялась не только величиной и качеством полученного урожая, но и затратами воды на формирование единицы продукции (коэффициент водопотребления). Суммарное водопотребление является основой для расчета коэффициента водопотребления и изменяется под влиянием таких факторов, как плодородие почвы, влагообеспеченность, погодные условия в вегетационный период, физико-географические условия среды, агротехника выращивания культуры, способы и техника полива.

В таблице 5 показаны урожайность и коэффициент водопотребления по изучаемым вариантам в разрезе трех сортов винограда за 2015-2017 гг. и в среднем по годам. Наиболее высокопродуктивным сортом можно считать сорт Ризамат при обработке удобрениями Пантафол и Бороплюс совместно. Урожайность в этом случае в среднем за три года составила 18,5 т/га, коэффициент потребления – 361,4 м³/т. При этом по сравнению с контролем урожайность увеличилась, а коэффициент потребления соответственно сократился в 2,3 раза.

Удобрения оказывают существенное влияние на повышение урожайности, а следовательно, и на коэффициент водопотребления. Понизить непроизводительную трату воды растением возможно с помощью удобрений: на каждую единицу веса образующего органического вещества удобренное растение испаряет менее влаги, чем неудобренное [30].

В опытах установлено, что эффективность использования поливной воды возрастает от контроля до совместного применения некорневых подкормок у всех трех сортов. Эта закономерность прослеживается как по годам, так и в среднем за три года. Так, у сорта Кодрянка коэффициент водопотребления на контроле составил 783,6 м³/т. Испол-

зование Пантафола снизило расход воды на 1 т урожая до 609,0 м³/т, а Бороплюса – до 454,1 м³/т. Минимальный показатель (363,2 м³/т) отмечен при совместном использовании в качестве некорневых подкормок Пантафола и Бороплюса. По сортам Ризамат и Московский прослеживается аналогичная тенденция.

Выводы. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что некорневая обработка водорастворимыми удобрениями Пантафол и Бороплюс столовых сортов винограда разного срока созревания (Кодрянка, Ризамат, Московский) на светло-каштановых почвах Северо-Западного Прикаспия приводит к повышению биологической урожайности и снижению потребления воды на формирование продукции во все годы исследований. Эффективность использования поливной воды возрастает от контроля до совместного применения некорневых подкормок у всех трех сортов. Эта закономерность прослеживается по годам и в среднем за три года. Коэффициент водопотребления на контроле составил у сорта Кодрянка 783,6 м³/т, у сорта Ризамат – 846,3 м³/т, у сорта Московский – 758,9 м³/т. Использование удобрения Пантафол снизило расход воды на 1 т урожая у сорта Кодрянка до 609,0 м³/т, у сорта Ризамат – до 546,4 м³/т, у сорта Московский – до 511,5 м³/т. При использовании удобрения Бороплюс коэффициент водопотребления у сорта Кодрянка снизился до 454,1 м³/т, у сорта Ризамат – до 406,9 м³/т, у сорта Московский – до 427,5 м³/т. Минимальный показатель отмечен при совместном использовании Пантафол и Бороплюс: у сорта Кодрянка – 363,2 м³/т, Ризамат – 361,4 м³/т, Московский – 374, 2 м³/т.

Библиографический список

1. Адаптивна реакція на лозові сортове в умовах на кліматичні промени / В. С. Петров [и др.] // Лозарство и винарство. 2018. № 6. С. 18-31.
2. Анализ расчетных методов эвапотранспирации сельскохозяйственных культур с учетом климатической зональности Поволжья / М. Р. Юдина [и др.] // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: VI Международной научно-практической конференции; под ред. И. Ф. Сухановой. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова, 2016. С. 289-292.
3. Анапская ампелографическая коллекция – крупнейший центр аккумуляции и изучения генофонда винограда в России / М. И. Панкин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 1. С. 54-59.
4. Власенко М. В. Транспирация многолетних кормовых видов в условиях засушливой среды // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 4(44). С. 16-24.
5. Власенко М. В., Полухина Е. В. Концепция продукционного процесса Х. Г. Тооминга // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 2(70). С. 244-250.
6. Влияние некорневых подкормок на восприимчивость винограда к болезням в орошаемых условиях Астраханской области / Е. Н. Иваненко [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2017. № 3(32). С. 31-36.
7. Влияние удобрений некорневого действия на хозяйственно-ценные показатели столовых сортов винограда / Е. В. Полухина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4(52). С. 185-191.
8. Водопотребление виноградной школки при различных технологиях посадки / А. С. Овчинников [и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 2(38). С. 88-104.
9. Иваненко Е. Н., Мухортова Т. В., Полухина Е. В. Эффективность возделывания столового винограда с применением агрохимических средств нового поколения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 65-69.
10. Калинина Е. А., Дасаева З. З., Никишанов А. Н. Корректировка величины суммарного водопотребления с помощью поправочных коэффициентов И. А. Кузника // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы IV международной научно-практической конференции. 2018. С. 42-47.

11. Кежембаева Ж. К., Умбетов А. К. Влагодобеспеченность и коэффициент водопотребления зерновых культур на богаре в зависимости от различных способов обработки почвы и минерального питания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3(77). С. 39-41.
12. Магамадов А. С., Малых Г. П., Макарова А. Г. Разработка основ минерального питания для повышения урожайности и качества винограда столовых сортов в условиях Терско-Кумских песков. Грозный: Изд-во Чеченского государственного университета, 2019. 128 с.
13. Определение суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в аридных зонах / В. В. Корсак [и др.] // Научная жизнь. 2016. № 1. С. 41-51.
14. Оптимизация овощных севооборотов Северного Прикаспия / В. А. Федорова [и др.] // Оптимизация овощных севооборотов Северного Прикаспия (Лук репчатый в Нижнем Поволжье): монография (изд-е 2-е, доп.). Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. 188 с.
15. Особенности вегетации сорта винограда отечественной селекции «Подарок Дмитрия» в стрессовых погодных условиях умеренно-континентального климата юга России / Д. В. Дергачев [и др.] // Плодоводство и виноградарство юга России. 2019. № 58(4). С. 35-45.
16. Петров В. С., Павлюкова Т. П. Закладка эмбриональных соцветий и реализация потенциала хозяйственной продуктивности у сортов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 3. С. 616-623.
17. Петров В. С., Панкин М. И., Коваленко А. Г. Агробиологические свойства технических сортов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 49(01). С. 1-15.
18. Полулях А. А., Волынкин В. А., Лиховской В. В. Генетические ресурсы винограда института «Магарах». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 6. С. 608-616.
19. Полухина Е. В., Власенко М. В. Влияние некорневого питания на качество урожая сортов винограда столового назначения в аридных условиях // Аграрная Россия. 2020. № 7. С. 36-39.
20. Полухина Е. В., Власенко М. В. Эффективный метод управления продукционным процессом винограда с использованием некорневого питания в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия // Аграрный вестник Урала. 2020. № 3(194). С. 36-46.
21. Полухина Е. В., Власенко М. В., Кулик А. К. Выращивание качественной виноградной продукции в засушливых условиях // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 4(76). С. 94-98.
22. Полухина Е. В., Власенко М. В., Петров Н. Ю. Оценка степени засухоустойчивости сортов винограда в аридных условиях Астраханской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 10 (189). С. 17-22.
23. Черемисинов А. А., Черемисинов А. Ю. Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей // Научный журнал Российского НИИ мелиорации. 2016. № 1 (21). С. 113-133.
24. Эффективность применения агрохимических препаратов нового поколения Плантафол и Бороплюс на винограде в зависимости от сортов, погодных условий и фаз развития / Т. В. Мухортова [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2016. № 4 (29). С. 51-57.
25. First report of grapevine (*Vitis* sp.) cluster blight caused by *fusarium proliferatum* in Russia / E. G. Yurchenko [et al.] // Plant Disease. 2020. V. 104. No. 3.
26. High-molecular compounds in the must of new varieties and clones of the grapes / N. M. Ageyeva [et al.] // Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2019. No. 4. Pp. 97-103.
27. Lowerature stress tolerance of grapevine varieties of different ecological and geographical origin / N. I. Nenko [et al.] // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences. 2019. V. 73. No. 1. Pp. 56-65.
28. Makarkina M. V., Ilnitskaya E. T., Tokmakov S. V. PCR identification of pathogenic agrobacteria detected in vineyards of Krasnodar krai based on the type of ti plasmids // Moscow University Biological Sciences Bulletin. 2019. V. 74. No.1. Pp. 40-47.

29. Nikitin A., Kuzicheva N., Karamnova N. Establishing efficient conditions for agriculture development // International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019. V. 8. No. 2. Pp. 1-6.

30. PLant protection and foliar fertilizing technology of apple (*Malus domestica* Borkh) / A. I. Kuzin [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. V. 8. No. 6. Pp. 3613-3620.

Conclusions. The results of the conducted studies indicate that foliar treatment with water-soluble fertilizers Plantafol and Boroplus of table grape varieties of different ripening periods (Codryanka, Rizamat, Moskovsky) on light chestnut soils of the North-Western Caspian region leads to an increase in biological productivity and a decrease in water consumption for the formation of products in all years of research. The efficiency of irrigation water use increases from control to joint application of foliar dressings in all three varieties. This pattern can be traced over the years and on average over three years. The water consumption coefficient in the control was: for the Kodryanka variety 783.6 m³/ t, for the Rizamat variety – 846.3 m³/t, for the Moskovsky variety – 758.9 m³/t. The use of Plantafol fertilizer reduced water consumption by 1 ton of crop for the Kodryanka variety to 609.0 m³/t, for the Rizamat variety – up to 546.4 m³/t, for the Moskovsky variety – up to 511.5 m³/t. When using the Boroplus fertilizer, the water consumption coefficient for the Kodryanka variety decreased to 454.1 m³/ t, for the Rizamat variety - up to 406.9 m³/ t, for the Moskovsky variety – up to 427.5 m³ /t. The minimum indicator was noted with the joint use of Plantafol and Boroplus: for the Kodryanka variety – 363.2 m³/t, Rizschamat – 361.4 m³/t, Morskovsky – 374.2 m³/t.

References

1. Adaptive reaction of grape varieties under conditions of climate change / V. S. Petrov [et al.] // Viticulture and Winemaking. 2018. No. 6. Pp. 18-31.
2. Analysis of calculation methods for crop evapotranspiration taking into account the climatic zoning of the Volga region / M. R. Yudina [et al.] // Problems and prospects of innovative development of world agriculture: VI International scientific and practical conference; ed I. F. Sukhanova. Saratov: FGBOU VO Saratov GAU im. N. I. Vavilov. 2016. Pp. 289-292.
3. Anapa ampelographic collection is the largest center for the accumulation and study of the gene pool of grapes in Russia / M. I. Pankin [et al.] // Vavilovskiy Zhurnal Genetics and Breeding. 2018. V. 22. No. 1. Pp. 54-59.
4. Vlasenko M. V. Transpiration of perennial forage species in an arid environment // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2017. No. 4(44). Pp. 16-24.
5. Vlasenko M. V., Polukhina E. V. The concept of the production process of H. G. Tooming // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2018. No. 2(70). Pp. 244-250.
6. Influence foliar dressing on susceptibility of grapes to diseases in irrigated conditions of Astra-Khan region / E. N. Ivanenko [et al.] // Theoretical and applied problems of agro-industrial complex. 2017. No. 3(32). Pp. 31-36.
7. Influence of foliar fertilizers on economically valuable indicators of table grape varieties / E. V. Polukhina [et al.] // Bulletin of the Nizhnevolzhsky agricultural university complex: Science and higher professional education. 2018. No. 4(52). Pp. 185-191.
8. Water consumption of grape shrubs for various planting technologies / A. S. Ovchinnikov [et al.] // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems. 2020. No. 2(38). Pp. 88-104.
9. Ivanenko E. N., Mukhortova T. V., Polukhina E. V. The efficiency of cultivation of table grapes using agrochemical means of a new generation // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 3. Pp. 65-69.
10. Kalinina E. A., Dasaeva Z. Z., Nikishanov A. N. Correction of the value of total water consumption using correction factors I. A. Kuznik // Innovations in environmental management and protection in emergency situations: materials of the IV international scientific and practical conference. 2018. Pp. 42-47.

11. Kezhembaeva Zh. K., Umbetov A. K. Moisture provision and water consumption coefficient of grain crops on dry land depending on various methods of soil cultivation and mineral nutrition // News of the Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 3(77). Pp. 39-41.
12. Magamadov A. S., Malykh G. P., Makarova A. G. Development of the foundations of mineral nutrition to increase the yield and quality of table grapes in the Tersko-Kumskiy sands. Grozny: Publishing House of the Chechen State University, 2019. 128 p.
13. Determination of the total water consumption of agricultural crops in arid zones / V. V. Korsak [et al.] // Scientific life. 2016. No. 1. Pp. 41-51.
14. Optimization of vegetable crop rotations in the Northern Caspian region / V. A. Fedorova [et al.] // Optimization of vegetable crop rotations in the Northern Caspian region (onion in the Lower Volga region): monograph (2nd edition, additional). Volgograd: Volgograd GAU, 2018. 188 p.
15. Peculiarities of the growing season of the grape variety of the domestic selection «Dmitriy Podarok» in the stressful weather conditions of the temperate continental climate of the south of Russia / D. V. Dergachev [et al.] // Fruit growing and viticulture of the south of Russia. 2019. No. 58 (4). Pp. 35-45.
16. Petrov V. S., Pavlyukova T. P. The laying of embryonic inflorescences and the realization of the potential of economic productivity in grape varieties in the temperate continental climate of the south of Russia // Agricultural biology. 2018. V. 53. No. 3. Pp. 616-623.
17. Petrov V. S., Pankin M. I., Kovalenko A. G. Agrobiological properties of technical grape varieties in the temperate continental climate of the south of Russia // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2018. No. 49 (01). Pp. 1-15.
18. Polulyakh A. A., Volynkin V. A., Likhovskoy V. V. Genetic resources of grapes of the Institute «Magarach». Problems and prospects of conservation // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. V. 21. No. 6. Pp. 608-616.
19. Polukhina E. V., Vlasenko M. V. The influence of foliar nutrition on the quality of the harvest of table grape varieties in arid conditions // Agrarian Russia. 2020. No. 7. Pp. 36-39.
20. Polukhina E. V., Vlasenko M. V. An effective method for managing the production process of grapes using foliar nutrition in arid conditions of the North-Western Caspian region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 3(194). Pp. 36-46.
21. Polukhina E. V., Vlasenko M. V., Kulik A. K. Cultivation of high-quality grape products in dry conditions // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2019. No. 4(76). Pp. 94-98.
22. Polukhina E. V., Vlasenko M. V., Petrov N. Yu. Assessment of the degree of drought tolerance of grape varieties in arid conditions of the Astrakhan region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 10(189). Pp. 17-22.
23. Cheremisinov A. A., Cheremisinov A. Yu. Review of calculation methods for determining the total evaporation of irrigated agricultural fields // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration. 2016. No. 1(21). Pp. 113-133.
24. Effektivnost primeneniya agrokhimicheskikh preparatov novogo pokoleniya Plantafol i Boroplus na vinograde v zavisimosti ot sortov, pogodnykh usloviy i faz razvitiya / T. V. Mukhortova [et al.] // Theoretical and applied problems of agro-industrial complex. 2016. No. 4 (29). Pp. 51-57.
25. First report of grapevine (*Vitis* sp.) cluster blight caused by *fusarium proliferatum* in Russia / E. G. Yurchenko [et al.] // Plant Disease. 2020. V. 104. No. 3.
26. High-molecular compounds in the must of new varieties and clones of the grapes / N. M. Ageyeva [et al.] // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. 2019. No. 4. Pp. 97-103.
27. Low-temperature stress tolerance of grapevine varieties of different ecological and geographical origin / N. I. Nenko [et al.] // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences. 2019. V. 73. No. 1. Pp. 56-65.
28. Makarkina M. V., Ilnitskaya E. T., Tokmakov S. V. PCR identification of pathogenic agrobacteria detected in vineyards of Krasnodar krai based on the type of Ti plasmids // Moscow University Biological Sciences Bulletin. 2019. V. 74. No. 1. Pp. 40-47.
29. Nikitin A., Kuzicheva N., Karamnova N. Establishing efficient conditions for agriculture development // International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019. V. 8. No. 2. Pp. 1-6.
30. Plant protection and foliar fertilizing technology of apple (*Malus domestica* Borkh) / A. I. Kuzin [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. V. 8. No. 6. Pp. 3613-3620.

Author's Information

Polukhina Elena Vladimirovna, Junior Researcher, Head of the Laboratory of Viticulture and Nursery, Federal State Budgetary Institution "Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences" (Russia, Astrakhan region, Chernoyarsky district, with. Salt Zamische, sq. Severniy, d. 8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-7722>

Vlasenko Marina Vladimirovna, Leading Researcher, Laboratory of Hydrology of Agroforest Landscapes and Adaptive Nature Management of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Candidate of agricultural sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6356-2225>, e-mail: vlasencomarina@mail.ru.

Информация об авторах

Полухина Елена Владимировна, младший научный сотрудник, заведующий лабораторией виноградарства и питомниководства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН» (РФ, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, кв. Северный, д. 8), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-7722>, e-mail: polukh1na.e@yandex.ru

Власенко Марина Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов и адаптивного природопользования ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6356-2225>, e-mail: vlasencomarina@mail.ru