

УДК 634.8: 551.58

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-16-43

**МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ
АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ,
АДАПТИВНОЙ И ПРОДУКЦИОННОЙ
УСТОЙЧИВОСТЬЮ НАСАЖДЕНИЙ
ВИНОГРАДА В НЕСТАБИЛЬНЫХ
ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ
И ТЕХНОГЕННОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА**

Петров Валерий Семенович
д-р с.-х. наук, доцент
ведущий научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: Petrov_53@mail.ru

Алейникова Галина Юрьевна
канд. с.-х. наук
заведующая НЦ «Виноградарство»
e-mail: gala.aleynikova@gmail.com

Сегет Ольга Леонидовна
канд. с.-х. наук
научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: olya.yakovtseva@mail.ru

Марморштейн Анна Александровна
канд. с.-х. наук
научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: am342@yandex.ru

Руссо Дмитрий Эдуардович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: dmitriyrusso@yandex.ru

Сундырева Мария Андреевна
канд. с.-х. наук
заведующая лабораторией физиологии
и биохимии растений
e-mail: mari.sundy@bk.ru

UDC 634.8: 551.58

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-16-43

**METHODOLOGY OF MANAGEMENT
OF AGROBIOLOGICAL, ADAPTIVE
AND PRODUCTIVE STABILITY
OF GRAPE PLANTATIONS
IN UNSTABLE WEATHER
CONDITIONS AND TECHNOGENIC
INTENSIFICATION
OF PRODUCTION**

Petrov Valeriy Semionovich
Dr. Sci. Agr., Docent
Leading Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampeloceneses
and Ecological Systems Laboratory
e-mail: Petrov_53@mail.ru

Aleynikova Galina Yurievna
Cand. Agr. Sci.
Head of SC «Viticulture»
e-mail: gala.aleynikova@gmail.com

Seget Olga Leonidovna
Cand. Agr. Sci.
Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampeloceneses
and Ecosystems Laboratory
e-mail: olya.yakovtseva@mail.ru

Marmorshtein Anna Aleksandrovna
Cand Agr. Sci.
Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampeloceneses
and Ecological Systems Laboratory
e-mail: am342@yandex.ru

Russo Dmitry Eduardovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampeloceneses
and Ecological Systems Laboratory
e-mail: dmitriyrusso@yandex.ru

Sundyreva Maria Andreevna
Cand. Agr. Sci.
Head of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: mari.sundy@bk.ru

Киселева Галина Константиновна
канд. биол. наук
старший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Казахмедов Рамидин Эфендиевич
д-р биол. наук
заместитель директора по науке
ведущий научный сотрудник
заведующий лабораторией
биотехнологии, физиологии
и переработки продуктов винограда
e-mail: kre_05@mail.ru

*Дагестанская селекционная опытная
станция виноградарства и
овощеводства – филиал Федерального
государственного бюджетного
научного учреждения «Северо-
Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Дербент, Россия*

Орлов Виталий Александрович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории виноградарства и
виноделия
e-mail: azos.viv@yandex.ru

*Анапская зональная опытная станция
виноградарства и виноделия –
филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Анапа, Россия*

В статье приводятся
результаты агробиологических
и физиолого-биохимических исследований
по обеспечению устойчивости насаждений
винограда в нестабильных погодных

Kiseleva Galina Konstantinovna
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Kazakhmedov Ramidin Efendievich
Dr. Sci. Biol.
Deputy Chief of Science
Senior Research Associate
Head of Biotechnology,
Physiology and Grape Processing
Products Laboratory
e-mail: kre_05@mail.ru

*Dagestan Breeding Experimental
Station of Viticulture and
Vegetable Growing – branch
of the Federal State
Budget Scientific Institution
«North Caucasus Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Derbent, Russia*

Orlov Vitalij Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Viticulture and Wine-making
Laboratory
e-mail: azos.viv@yandex.ru

*Anapa Zonal Experimental
Station of Viticulture and Winemaking –
branch of the Federal State
Budget Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Winemaking»,
Anapa, Russia*

The article presents
the results of agrobiological
and physiological-biochemical studies
to ensure the stability of grape plantations
in unstable weather conditions

условиях и техногенной интенсификации производства. Исследованиями в агроэкологических условиях Краснодарского края на южных черноземах выявлена наиболее продуктивная норма нагрузки кустов винограда побегами для технических сортов Курчанский, Дмитрий, Владимир, Гранатовый, Антарис и Алькор, на выщелоченных черноземах для столового бессемянного сорта Кишмиш Столетие. По результатам электрофоретического разделения пероксидаз в полиакриламидном геле и увеличенному содержанию аскорбиновой кислоты установлена повышенная морозостойкость у сортов Кристалл, Восторг, Красностоп АЗОС. Сорта Восторг и Зариф проявили себя более адаптивными к стрессам летнего периода по оводненности листьев, содержанию связанной воды, соотношению хлорофиллов и каротиноидов, количества пролина и водорастворимых сахаров, проницаемости мембран. Установлена роль физиологически активных веществ в повышении адаптивного потенциала растений винограда. Обработка виноградной лозы сорта Мерло метилжасмонатом и эпибрассинолидом в период глубокого покоя, а также пролином, салициловой кислотой и эпибрассинолидом в период вынужденного покоя оказывали положительное влияние на состояние виноградной лозы: происходило снижение выхода электролитов. Устойчивое выращивание винограда достигается при системном применении эффлюента «Биоконцентрат-Z» некорневым методом. На фоне некорневых обработок сортов Мерло и Каберне Совиньон установлен более высокий уровень обеспеченности растений водой, рост содержания калия, зеленых пигментов, органических кислот и урожайности винограда. В интенсивных корнесобственных насаждениях аборигенных и перспективных интродуцированных сортов винограда на фоне заражения филлоксерой в южной части Дагестана положительное влияние оказывают физиологически активные соединения и препарат Туринбаш. Созданный метод прогнозирования урожайности на основе ВИ NDVI виноградного растения и фактических

and anthropogenic intensification of production. Studies in the agroecological conditions of the Krasnodar region on the southern chernozems revealed the most productive norm of loading of grape bushes with shoots for the technical varieties Kurchanskiy, Dmitriy, Vladimir, Granatovyi, Antaris and Alkor, on leached chernozems – for the table seedless variety Centennial Seedless. According to the results of electrophoretic separation of peroxidases in polyacrylamide gel and an increased content of ascorbic acid, increased frost resistance was established in the varieties Kristall, Vostorg, Krasnostop AZOS. The Vostorg and Zarif varieties proved to be more adaptive to the stresses of the summer period in terms of leaf hydration, bound water content, the ratio of chlorophylls and carotenoids, the amount of proline and water-soluble sugars, membrane permeability. The role of physiologically active substances in increasing the adaptive potential of grape plants has been established. The treatment of Merlot vines with methyl jasmonate and epibrassinolide during deep dormancy period, as well as proline, salicylic acid and epibrassinolide during induced dormancy period had a positive effect on the condition of the vine: there was a decrease in electrolyte yield. Sustainable grape cultivation is achieved with the systemic use of the «Bioconcentrate-Z» effluent by the non-root method. Against the background of nonroot treatments of Merlot and Cabernet Sauvignon varieties, a higher level of plant water supply, an increase in potassium content, green pigments, organic acids and grape yields were established. Physiologically active compounds and the preparation Turinbash have a positive effect in intensive own-root plantations of native and promising introduced grape varieties against the background of phylloxera infection in the southern part of Dagestan. The created yield forecasting method based on the NDVI of the grape plant and the actual data of multispectral images of the phenophases

данных мультиспектральных изображений в фенофазах цветения и роста позволяет повысить точность расчетной урожайности до фактической с отклонением от 0 до 0,8 кг с куста, точность прогноза возрастает к концу фазы роста и к началу фазы созревания в 2 раза.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, МЕТОДЫ, УПРАВЛЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ПРОДУКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

of flowering and growth allows to increase the accuracy of the calculated yield capacity to the actual one with a deviation from 0 to 0.8 kg per bush, the accuracy of the forecast increases by 2 times by the end of the growth phase and by the beginning of the maturation phase.

Key words: GRAPES, METHODS, MANAGEMENT, SUSTAINABILITY, PRODUCTIVITY, QUALITY, FORECASTING

Введение. Высокая пищевая ценность и растущий спрос населения актуализирует задачу расширения площадей и объемов производства винограда для потребления в свежем виде и промышленной переработки.

Для наращивания объемов производства и наиболее полного удовлетворения растущих потребностей населения в высококачественном винограде и продуктах его переработки актуальной задачей в отрасли виноградарства и виноделия является переход на новый уровень наукоемких технологий, отвечающих требованиям адаптивной устойчивости, стабильного плодоношения, агроэкологической и пищевой безопасности, энерго-ресурсосбережения.

Перспективными являются технологии, основанные на эффективном использовании ресурсного почвенно-климатического потенциала агротерриторий [1-5] и биологических свойств генотипов в продукционном процессе растений винограда [6, 7], физиолого-биохимического потенциала устойчивости сортов к природным водным и температурным стрессорам [8-12], зонально- и сорт ориентированных способов ведения виноградных кустов [13-21], применении современных удобрений и стимуляторов роста.

Мировой опыт показывает, что системное использование наукоемких технологий является базовой основой создания насаждений винограда, отвечающих современным требованиям конкурентоспособного производства. При системном подходе в наибольшей степени реализуется вся совокупность факторов, определяющих эффективное производство.

Цель работы – разработка методологии управления биологическим, продукционным и адаптивным потенциалом ампелоценозов в нестабильных условиях среды обитания и техногенной интенсификации производства по критериям агробиологической, продукционной и экологической устойчивости ампелоценозов.

Объект и методы исследования. Объект исследования – насаждения винограда сортов Агадаи, Алькор, Антарис, Гранатовый, Курчанский, Дмитрий, Кишмиш Столетие, Мерло, Первенец Магарача, Молдова, Каберне Совиньон и др. с разнотипными технологиями возделывания в разных почвенно-климатических условиях произрастания – в Центральной и Черноморской агроэкологических зонах виноградарства Краснодарского края, в Приморской зоне южного Дагестана.

Предмет исследования – онтогенетическая реакция растений винограда разного эколого-географического происхождения сортов на антропогенные и природные факторы среды обитания.

Для исследований использованы современные экспериментальные полевые и лабораторно-аналитические методы с применением высокоточных приборов, вычислительной техники, позволяющие выполнять инструментальные наблюдения за развитием винограда, проводить почвенные и растительные анализы.

Агробиологические учеты:

– число развившихся побегов, погибших глазков и число соцветий; процент погибших глазков, развившихся и плодоносных побегов, коэффициент плодоношения (k_1) и плодоносности (k_2) [22];

– учет урожая винограда и средней массы грозди проводили при достижении полной физиологической зрелости ягод путем взвешивания [22].

Оценка физиологических параметров кустов:

– оводненность, содержание свободной и связанной воды весовым методом [23];

– фотосинтетические пигменты, белок, активность пероксидазы спектрофотометрическим методом [24];

– растворимые сахара, крахмал, антоцианы, халконы [25];

– методом капиллярного электрофореза – пролин, аскорбиновую, абсцизовую, органические кислоты, ионы калия, кальция, малоновый диальдегид. Электрофоретическое разделение пероксидазы проводили в 12-процентном полиакриламидном геле на вертикально расположенных пластинах с последующим окрашиванием бензидином и добавлением пероксида водорода. В качестве белкового маркера использовали Spectra Multicolor Broad Range Protein Ladder, Thermo Scientific (USA) [26];

Статистическая обработка проводилась по Доспехову Б.А. [27].

Обсуждение результатов. Определяющим условием агробиологической, продукционной и экологической устойчивости насаждений винограда являются биологические особенности генотипа, физиолого-биохимический ресурсный потенциал растений, эффективность их использования. Манипуляции биологическими и физиолого-биохимическими свойствами растений позволяют управлять устойчивостью насаждений винограда без дополнительных капиталовложений, обеспечивать сохранность экологии ампелоценозов и оптимизировать энерго, ресурсозатраты в технологическом процессе. Эффективность управления устойчивостью насаждений винограда повышается при использовании физиологически активных соединений (ФАС), современных гормонов, препаратов и удобрений, преимущественно органического происхождения.

Наиболее сильным методом управления биологическими свойствами растений винограда является нормирование нагрузки кустов побегами и гроздьями. При оптимизации структурных элементов виноградного куста растение отзывается повышением хозяйственной продуктивности и улучшением качества ягод винограда для переработки и потребления в

свежем виде, достигается снижение себестоимости продукции, повышение рентабельности производства.

Каждый генотип обладает индивидуальными, присущими только ему специфическими свойствами, передающимися по наследству – сила роста, продукционный и адаптивный потенциал, качество ягод, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам. Эти свойства реализуются в наибольшей степени при соответствующих условиях среды обитания и технологии возделывания. У каждого сорта должна быть своя технология.

В Черноморской агроэкологической зоне, подзоне Ч1, на южных черноземах установлена оптимальная, наиболее продуктивная норма нагрузки кустов винограда побегами для технических сортов Курчанский, Дмитрий и Владимир. У сорта Курчанский при повышении нагрузки отмечено снижение массы грозди с 222 до 192 г, урожайность была наибольшей при нагрузке 95 000 побег/га за счет увеличения числа гроздей. Разница по урожайности между вариантами составила 60 %. При этом массовая концентрация сахаров с повышением нагрузки снижалась. Сорт Дмитрий имел максимальные значения массы грозди и урожайности винограда при такой же нагрузке. Кондиции в этом варианте были наилучшие. У сорта Владимир наибольшая масса грозди была при минимальной и максимальной нагрузках кустов побегами, урожайность была наибольшей при нагрузке 95 000 побегов на один гектар за счет большего количества гроздей (табл. 1).

В Черноморской агроэкологической зоне, подзоне Ч2, на обыкновенных черноземах установлена наиболее продуктивная норма нагрузки кустов винограда побегами для технических сортов Гранатовый, Антарис и Алькор. Сорта Гранатовый и Алькор показали высокую урожайность при нагрузке 120 000 поб./га, на 64 и 7 % выше контроля (ПН - производственная нагрузка) соответственно. У сорта Антарис урожайность была наибольшей при нагрузке 140 000 поб./га, что на 12 % выше контроля. Качество сока ягод

винограда при нормировании нагрузки кустов побегами было выше, чем при производственной нагрузке (табл. 2).

Таблица 1 – Продуктивность и качество винограда в агроэкологических условиях Черноморской зоны (Ч1) Краснодарского края, 2023 г.

Нагрузка кустов побегами		Средняя масса грозди, г	Урожайность		Массовая концентрация	
шт./га	шт./куст		кг/куст	т/га	сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³
Курчанский						
85 000	37-38	222	6,2	13,81	18,8	5,8
95 000	42-43	207	9,9	22,08	17,2	12,3
105 000	47-48	192	9,2	20,45	17,8	5,7
Дмитрий						
85 000	37-38	127	3,7	8,20	22,0	5,7
95 000	42-43	175	4,5	10,08	21,8	3,7
105 000	47-48	127	3,4	7,64	17,3	6,9
Владимир						
75 000	33-34	224	7,6	16,91	20,2	7,5
85 000	37-38	182	7,6	16,98	19,6	6,6
95 000	42-43	230	9,6	21,44	20,4	6,9

Таблица 2 – Продуктивность и качество винограда в агроэкологических условиях Черноморской зоны (Ч2) Краснодарского края, 2023 г.

Нагрузка кустов побегами, шт./га	Урожайность с куста, кг	Урожайность, т/га	Массовая концентрация	
			сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³
Гранатовый				
120 000	5,5	18,32	22,6	5,5
100 000 (ПН)	3,3	11,16	20,4	6,6
Анатрис				
140 000	2,9	9,74	22,7	5,7
143 000 (ПН)	2,6	8,68	21,2	6,7
Алькор				
120 000	3,9	13,16	21,9	5,9
150 000 (ПН)	3,7	12,25	21,8	5,6

В Центральной агроэкологической зоне, подзоне Ц4, на выщелоченных черноземах установлена наиболее продуктивная норма нагрузки кустов винограда побегами и гроздями для столового бессемянного сорта Кишмиш Столетие. В агроэкологических условиях

2022 г. наиболее привлекательными по морфометрическим параметрам были грозди при средней нагрузке кустов побегами (23 шт./куст) и гроздьями (15 шт./куст). Их масса составляла 910 г, самая низкая была у вариантов с низкой нагрузкой кустов побегами (17 шт./куст) – 650 г. Урожайность была наибольшей при максимальной нагрузке (35 шт./куст) – 26,7 т/га.

Из-за повреждения соцветий милдью в 2023 году количество полноценных гроздей товарного вида резко сократилось и составило от 5 до 9 шт./куст. Наибольшая масса грозди отмечалась у 1 и 7 вариантов и составляла 580 и 590 г соответственно. Урожайность варьировала от 1,1 (5 вариант) до 6,6 т/га (7 вариант) (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность винограда сорта Кишмиш Столетие в агроэкологических условиях Центральной зоны (Ц4) Краснодарского края, с. Красносельское

Варианты	Количество побегов, шт./куст		Количество гроздей, шт./куст		Средняя масса грозди, г		Урожайность, т/га	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
I	35	32	27	5	790	580	26,7	3,6
II	33	32	20	8	750	320	18,8	3,2
III	33	32	13	9	810	350	13,2	3,9
IV	23	25	21	8	860	400	22,6	4,0
V	23	25	15	5	910	180	17,1	1,1
VI	23	25	10	7	880	420	11,0	3,7
VII	17	16	15	9	650	590	12,2	6,6
VIII	17	16	10	7	680	450	8,5	3,9
IX	13	16	8	5	720	200	7,220	1,3
НСР ₀₅	2,2	2	1,9	1	0,23	9,3	1,97	0,98

По физиолого-биохимическим критериям и параметрам установлена адаптивная устойчивость растений винограда к природным стрессорам зимнего и летнего периодов.

Устойчивость растений винограда к морозам определяли электрофоретическим разделением пероксидаз в полиакриламидном геле.

По появлению и исчезновению различных изоформ сорт Кристалл обладает повышенной морозостойкостью, поскольку у него больше всего изоформ в ноябре и декабре, а также после промораживания в отличие от

других сортов ему присущи специфические изоформы с массой 70 и 100 кДа. Далее по степени устойчивости следует Восторг, так как у него изоформы с массой 50 и 120 кДа сохраняются при промораживании. Далее следуют Красностоп АЗОС и Алиготе, поскольку у них в декабре появляются изоформы с массой 120 кДа, но не сохраняются при промораживании. Сорта Достойный и Зариф выделены как менее устойчивые. У них меньше всего появляющихся изоформ, а также их замещающих. Так, у Зарифа нет изоформы с массой 45, 80, 95, исчезает изоформа с массой 60 и 120 кДа после промораживания (табл. 4).

Таблица 4 – Изоформы пероксидаз в побеге винограда до и после промораживания, кДа

Кристалл		Достойный		Красностоп АЗОС		Восторг		Алиготе		Зариф	
до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
	120			120		120	120	120			
	100										
	95		95		95		95		95		
90		90		90		90		90		90	
85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	80		80		80		80		80		
	70										
	65										
60	60	60	60	60		60	60	60	60	60	
	55		55		55						55
50		50		50		50	50	50	50	50	50
	45				45		45		45		

Повышенное содержание крахмала к началу зимы, свидетельствующее о повышенной зимостойкости, накопилось у сорта Кристалл и составляло 22,9 мг/г сухого веса. В течение зимовки происходит гидролиз крахмала с превращением его в растворимые сахара, в результате чего содержание крахмала снижалось, а сахаров увеличивалось. После искусственного промораживания побегов содержание крахмала у всех сортов уменьшилось, в большей степени у сортов Достойный (в 2,38 раз) и

Восторг (в 2,45 раз), что свидетельствует об их повышенной морозостойкости (рис. 1).

Увеличенное содержание аскорбиновой кислоты характерно для сортов винограда с повышенной зимостойкостью. У сортов Кристалл, Достойный, Красностоп АЗОС и Восторг ее суммарное содержание составляло 13,2-15,1 мкг/г сырого веса в отличие от Алиготе и Зариф, у которых оно было меньше и составляло 10,1-12,1 мкг/г сырого веса (рис. 2).

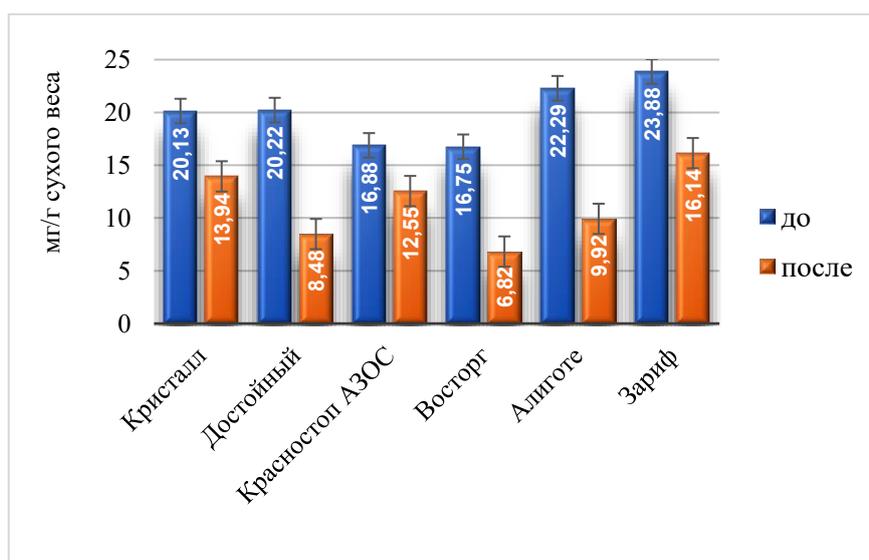


Рис. 1. Содержание крахмала в побегах до и после искусственного промораживания, декабрь, 2022 г.

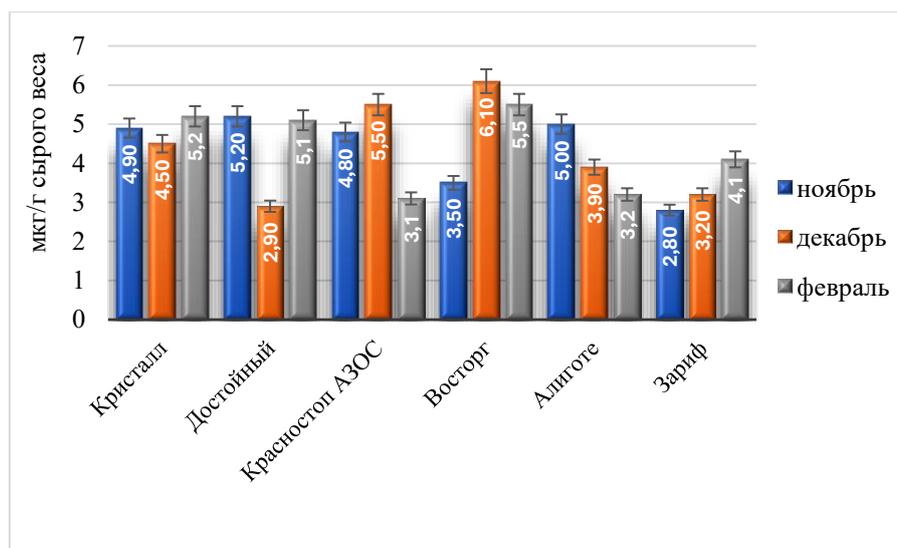


Рис. 2. Динамика содержания аскорбиновой кислоты в побеге винограда в осенне-зимний период, г.-к. Анапа, 2022-2023 гг.

Для выявления устойчивости растений винограда к летним стрессам наиболее информативными показателями являются оводненность листьев, содержание связанной воды, соотношение хлорофиллов и каротиноидов, количество пролина и водорастворимых сахаров, проницаемость мембран.

Установлено, что в июне оводненность листьев изучаемых сортов винограда была максимальной и составляла 71,25-79,51 %. В течение лета она уменьшалась, и в августе составляла 65,94-70,09 % в зависимости от сорта. Оводненность листа коррелировала с температурой воздуха ($r = -0,91$) и количеством выпавших осадков ($r = 0,97$). Содержание связанной формы воды, характеризующей устойчивость клеток к обезвоживанию, было в июне 87,06-94,33 %, в течение лета ее содержание уменьшалось и в августе составляло 80,56-87,52 %. Содержание связанной формы воды также коррелировало с температурой воздуха ($r = -0,82$) и количеством выпавших осадков ($r = -0,89$). Самые низкие показатели содержания связанной формы воды отмечены у сорта Восторг (80,56 %), свидетельствующее о его устойчивости (табл. 5).

Таблица 5 – Показатели водного режима листьев винограда в летний период, г.-к. Анапа, 2023 г.

Сорт	Оводненность, %			Связанная вода, %		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Кристалл	75,92±0,5	71,01±0,3	65,94±1,8	87,98±1,4	86,46±1,3	83,65±1,0
Достойный	71,25±0,4	68,06±0,6	68,76±0,9	94,33±1,0	88,71±1,2	85,28±0,3
Красностоп АЗОС	79,51±1,7	74,34±0,1	69,98±0,9	91,12±1,5	92,12±2,0	87,52±1,1
Восторг	74,84±0,9	71,68±0,9	68,24±0,9	87,06±1,4	81,85±1,1	80,56±1,1
Алиготе	73,23±0,6	69,43±0,8	70,09±3,4	92,28±1,3	88,30±2,3	87,33±1,2
Зариф	73,90±0,3	71,41±1,5	69,44±0,6	91,86±0,3	85,27±1,8	84,82±1,1
НСР ₀₅	3,22	1,20	4,20	2,53	1,24	0,89

Количественное соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов чем ниже, тем больше доля каротиноидов в пигментном комплексе и тем значительнее их роль в устойчивости растений. Наименьшие значения соотношения хлорофилл/каротиноиды отмечены в июне у сорта Зариф, в

июле – у сорта Кристалл, в августе – у Восторг, когда роль каротиноидов в защитном ответе было максимальной (рис. 3).

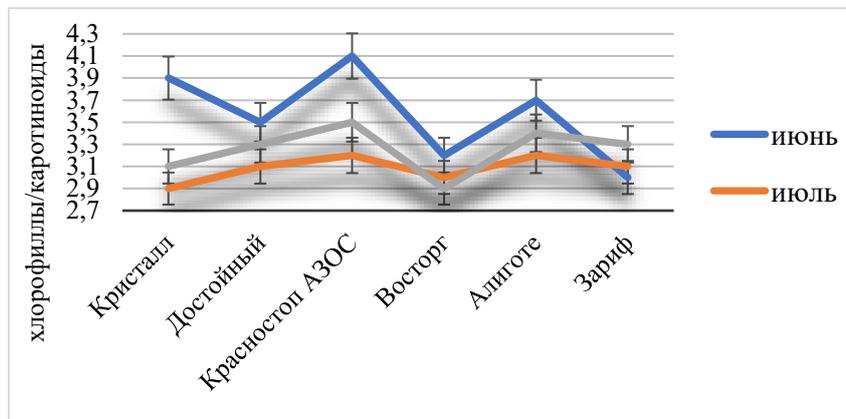


Рис. 3. Соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов в листьях винограда в летний период, г.-к. Анапа, 2023 г.

Устойчивость растений винограда к высоким температурам и засухе достигается увеличением содержания осмопротектора пролина, обеспечивающего высокую водоудерживающую способность цитоплазмы. Суммарное максимальное содержание пролина в летний период отмечено у сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг (рис. 4).

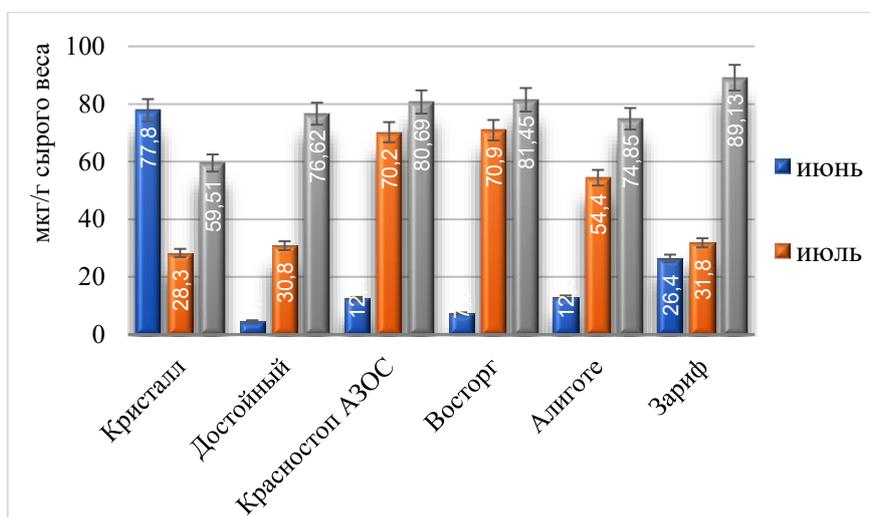


Рис. 4. Содержание пролина в листьях винограда в летний период, г.-к. Анапа, 2023 г.

В июне наибольшее содержание пролина – 77,8 мкг/г сырого веса обнаружено у сорта Кристалл, в июле у Красностоп АЗОС и Восторг – 70,2 и 70,9 мкг/г сырого веса соответственно. В августе, в период повышенных температур и отсутствия осадков у всех изучаемых сортов

отмечено повышенное содержание пролина – от 59,5 до 89,13 мкг/г сырого веса. Это свидетельствует о том, что пролин максимально задействован в реализации стресс-протекторного эффекта.

Воздействие засухи приводит к усилению гидролитических процессов, в результате чего накапливаются водорастворимые сахара (сахароза, глюкоза, фруктоза), которые оказывают протекторный эффект, защищая мембраны клеток от обезвоживания. В июне у изучаемых сортов содержание водорастворимых сахаров в листьях составляло 2,74-7,06 мг/г сухого веса в зависимости от сорта. В июне и июле максимальное их содержание отмечено у сорта Восторг, в августе после перенесенной засухи у сорта Кристалл (15,5 мг/г сухого веса), где они исполняли роль осмотических регуляторов.

Под воздействием повышенных температур и засухи повреждаются мембраны клеток, теряется их избирательная проницаемость. Низкая проницаемость мембран – показатель их стабильности и высокой активности. Установлено, что самый низкий коэффициент проницаемости мембран (КП) отмечен в июне. У большинства сортов – Достойный, Восторг, Алиготе, Зариф он составлял 2,08-3,72 %, что свидетельствует об их повышенной жаростойкости. В июле низким КП отличались сорта Кристалл (3,05) и Зариф (1,94 %), в августе – сорт Кристалл (3,31) (рис. 5).

Обобщая, можно отметить, что сорта Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг и Достойный проявили себя более адаптивными к зимним стрессам 2022-2023 гг. в сравнении с сортами Алиготе и Зариф. Сорта Кристалл, Восторг, Зариф проявили себя более адаптивными к стрессам летнего периода в сравнении с сортами Достойный, Красностоп АЗОС и Алиготе.

Установлена роль физиологически активных веществ в повышении адаптивного потенциала растений винограда. Черенки сортов Достойный и Мерло, отобранные в фазы органического и вынужденного покоя, обрабатывали физиологически активными веществами – метилжасмонат,

салициловая кислота, эпибрасинолид, пролин, диметилсульфоксид, крезацин путем закачивания в сосудистую систему соответствующих растворов при помощи перистальтического насоса. В контроле использовалась вода. Препараты повышают устойчивость клеток к разрушению минусовыми температурами и соответственно уменьшают выход электролитов.

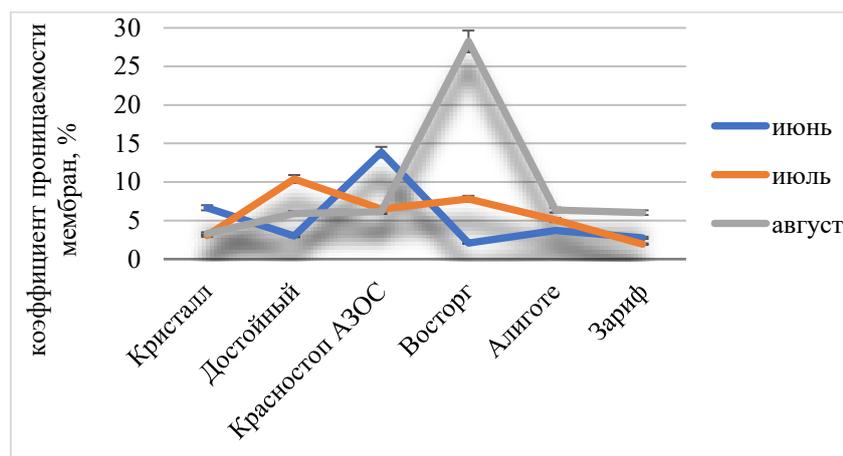


Рис. 5. Изменение проницаемости клеточных мембран листьев в течение летнего периода, г.-к. Анапа, 2023 г.

В стадии вынужденного покоя наиболее эффективно снижала выход электролитов обработка пролином у винограда сорта Мерло: разница с контрольным образцом составила 12 %. Обработки метилжасмонатом и эпибрасинолидом снижали выход электролитов у сорта Мерло на 5 % и 6 % соответственно. Ни одна из обработок не оказывала положительного влияния на сорт Достойный. Наиболее эффективной в снижении выхода электролитов оказалась стимуляция неморозостойкого сорта Мерло как в период органического, так и вынужденного покоя.

По содержанию МДА, окислительные процессы под воздействием низкотемпературного стресса более интенсивно происходили у сорта Мерло, что согласуется с данными по выходу электролитов. Обработки у обоих сортов снижают уровень МДА, причем наиболее эффективны

салициловая кислота и эпибрасинолид, что также отражают результаты определения выхода электролитов.

При выходе из состояния покоя у сортов отмечалось существенное увеличение выхода электролитов. Наибольшие повреждения низкими температурами наблюдались у сорта Мерло. Сорт Достойный в условиях низких температур проявлял признаки устойчивости, однако при выходе из покоя терял закаливание.

Устойчивое выращивание винограда достигается также при системном применении эффлюента «Биоконцентрат-Z» некорневым методом. Анализами установлено, что тенденция более высокого уровня обеспеченности растений водой при обработке сортов Мерло и Каберне Совиньон эффлюентом, выявленная ранее (2022 г), сохранялась и в 2023 году, что свидетельствует о более стабильном функциональном состоянии растений и более высоком уровне обменных процессов. Высокий уровень содержания воды в листьях и водоудерживающей способности в варианте с обработками эффлюентом коррелировали с содержанием катионов калия, влияющего на оводненность клеток. В 2022 г. содержание калия в листьях сорта Мерло над контролем увеличилось в 2,4 раза, в 2023 г. – на 89,3 %, у сорта Каберне Совиньон превышение калия в листьях над контрольным вариантом составило 36,5 %.

Исследование молодых листьев апикальной части побегов винограда выявило более интенсивную ассимиляционную активность у растений в варианте с применением эффлюента «Биоконцентрат-Z». Несмотря на депрессию фотосинтеза, вызванную дефицитом влаги и высокими температурами воздуха (33-36 °С продолжительное время), суммарное количество зеленых пигментов у сорта Мерло составляло 4,41 мг/г сухого вещества в 2022 г. и 3,33 мг/г сухого вещества в 2023 г. В контрольном варианте суммарное количество зеленых пигментов в листьях винограда было меньше на 26,4 % (2022 г.) и 40,5 % (2023 г.).

Установлено положительное влияние некорневых обработок на увеличение содержания в листьях органических кислот. В 2022 г. у сорта Мерло

при применении «Биоконцентрат-Z» содержание винной кислоты в листьях возросло более чем в 2 раза, яблочной – более чем в 3 раза. В 2023 году тенденция сохранялась: на фоне обработок содержание винной кислоты увеличивалось на 82,7 %, яблочной – в два раза. У сорта Каберне Совиньон в 2023 г. выявлено увеличение содержания винной и яблочной кислот в молодых листьях под действием некорневых обработок соответственно на 38,1 % и 80,0 %.

Выявлена тенденция увеличения в листьях содержания аскорбиновой кислоты, тесно связанной с ферментативной системой и дыхательным газообменом ткани: в 2022 г. содержание аскорбиновой кислоты возросло более чем в 4 раза в сравнении с контрольным вариантом (сорт Мерло), а в 2023 г. – в 7,9 раза (сорт Мерло) и в 1,9 раза (сорт Каберне Совиньон).

Хозяйственная урожайность винограда сорта Мерло в варианте с применением препарата «Биоконцентрат-Z» существенно превысила значение показателя в контрольном варианте (без обработок). Прибавка урожая в 2022 г. составила 11,3 %, в 2023 г. – 28,3 %. Масса грозди с опытных кустов превышала контроль в 2022 г. на 9 %, в 2023 г. на 24 %.

Таким образом, направленное воздействие некорневой обработки растений винограда эффлоентом способствовало увеличению показателя продуктивности винограда. В 2023 г. на один развившийся на кусте побег в контрольном варианте приходилось 147 г (сорт Мерло) и 136 г (сорт Каберне Совиньон) сырой массы гроздей, а на фоне обработок растений эффлоентом – 189 г (сорт Мерло) и 161 г (сорт Каберне Совиньон).

Для создания интенсивных корнесобственных насаждений аборигенных и перспективных интродуцированных сортов винограда на фоне заражения филлоксерой в исследовании использованы физиологически активные соединения (ФАС) и биологический препарат для защиты растений Туринбаш в южной части Дагестана.

Установлено, что на третий год вегетации корнесобственные растения восприимчивого к филлоксере сорта Агадаи в условиях эксперимента при

отсутствии филлоксеры показывают достаточно высокий вегетативный рост, тогда как при заражении первичных корней филлоксерой, сформировавшихся у черенков в первый год вегетации, растения погибают. Раздельное внесение препарата Туринбаш в зону корней позволило растениям выжить. Очевидно, что действие ФАС усиливается при совместном применении с препаратом биозащиты Туринбаш (табл. 6).

Таблица 6 – Последствие применения ФАС и Туринбаш на прирост корнесобственных растений сорта Агадаи, г. Дербент, 2023 год

№	Вариант	Прирост основных побегов				Доля вызревания побегов, %
		05.06.23		16.10.23		
		см	%	см	%	
1	Контроль (без филлоксеры и обработок)	327,5	100	414,5	100	55,7
2	Филлоксера, 2-х кратное заражение	гибель растений	гибель растений	гибель растений	гибель растений	гибель растений
3	Филлоксера, 2-х кратное заражение + Туринбаш	71,0	21,7	213,5	51,5	58,1
4	Филлоксера, 2-х кратное заражение + ФАС	204,7	62,5	598,5	144,4	58,9
5	Филлоксера, 2-х кратное заражение + ФАС + Туринбаш	282,5	86,3	452,5	109,2	36,6

В сопряженном полевом опыте в аналогичных вариантах совместного применения ФАС и препарата Туринбаш, прирост побегов у 2-х летних корнесобственных растений к началу цветения сорта Мускат дербентский превышал значения контрольного варианта в 9 раз. Таким образом, для предотвращения быстрого размножения филлоксеры и возможного критического повреждения первичных корней корнесобственных растений, при закладке корнесобственных насаждений черенками на постоянное место целесообразно внесение в корневую зону препарата Туринбаш.

В аспекте изучаемой проблемы, важно было анализировать динамику показателей, лежащих в основе формирования урожая изучаемых сортов. Установлено, что существует последовательность реагирования, в частности элементов грозди, на ухудшение снабжения ассимилятами, в том числе,

вследствие слабой работы листового аппарата в силу различных причин – болезни, вредители, абиогенные стрессоры. При углублении степени недостатка ассимилятов в период формирования урожая текущего года, в первую очередь снижается количество ягод в грозди, затем масса ягод, далее количество семян в ягоде, и, в последнюю очередь, масса семени.

Таким образом, можно предположить, что по реакции генеративных органов на присутствие филлоксеры, то есть ухудшение функционального состояния корневой системы и всего растения, можно прогнозировать сравнительную степень полевой толерантности сортов к филлоксере и целесообразность экзогенной гормональной регуляции развития растений, а также признать/отвергнуть возможность и перспективность ведения корнесобственной культуры сорта на фоне филлоксеры или же признать единственно возможным возделывание того или иного сорта только в привитой культуре. В частности, по нашему мнению, более высокое завязывание ягод в грозди у сортов Красностоп золотовский (в 2,1 раза) и Памяти Смирнова (в 1,7 раза), которое отмечалось у привитых растений в сравнении с корнесобственными, указывает на способность данных сортов повышать уровень реализации генетического потенциала в привитой культуре. Это подтверждается и превышением урожая с куста также более, чем в 2 раза. Количество ягод в грозди возросло и у корнесобственных растений, обработанных ФАС, но в меньшей степени, чем у привитых. Этот факт свидетельствует о более высоком уровне функционального состояния корнесобственных растений при применении раствора ФАС, чем без их использования, а также о возможности повышения реализации генетического потенциала сортов путем экзогенной гормональной регуляции. Существенных различий по массе ягод (вторая ступень реагирования на недостаток ассимилятов) у корнесобственных растений, обработанных ФАС, и привитых растений не обнаружено, что указывает на важность показателя «число ягод в грозди», как возможного критерия прогнозирования целесообразности: или ведения

корнесобственной культуры на основе экзогенной гормональной регуляции развития растений, или возделывания в привитой культуре. Однако в данном исследовании важнее тот факт, что именно привитые растения сортов Красностоп золотовский и Памяти Смирнова могут полнее реализовать свой генетический потенциал, следовательно, целесообразно ведение привитой культуры этих сортов, чем использование гормональной регуляции развития и повышение физиологического иммунитета корнесобственных растений на фоне филлоксеры. Аналогичная, но слабее выраженная тенденция выявилась у сорта Платовский. У сорта Каберне Совиньон число и масса ягод не различались в привитой и корнесобственной культурах, что с учетом известного факта сравнительно более высокой толерантности данного сорта к корневой филлоксере по отношению к ряду классических сортов, указывает на возможность и целесообразность возделывания данного сорта в корнесобственной культуре на фоне филлоксеры путем экзогенной регуляции развития растений с момента закладки насаждений. Более того, продукция сорта Каберне Совиньон в корнесобственной культуре позволила бы и повысить качество виноматериалов.

Масса семян у всех сортов не претерпела существенных изменений, независимо от культуры – привитой или корнесобственной, что подтверждает константность показателя, как элемента – носителя генетической информации. Этот факт свидетельствует также об отсутствии критических стресс-факторов и уровня обеспеченности ассимилятами в период вегетации отчетного года.

В целом, анализ элементов урожая показал, что функциональное состояние корнесобственных растений всех изучаемых сортов на 3 год вегетации несколько хуже состояния привитых растений, однако, в варианте применения ФАС, как предлагаемом элементе технологии возделывания, корнесобственные растения по физиологическому состоянию в период вегетации практически не отличались от привитых.

На данном этапе можно предположить, что механизмы реализации генетического потенциала сортов различны и детерминированы условиями, определяющими более высокую семенную продуктивность. В практическом аспекте именно «число ягод в грозди» может служить показателем-критерием соответствия условий среды и возделывания сортов достижению растением винограда максимального семенного потомства – не только семян, источников генетической информации, но и ягод, источников распространения генетической информации.

Для эффективного управления продукционным потенциалом насаждений винограда необходимы современные методы мониторинга и прогнозирования продуктивности винограда. Существуют разные методы прогнозирования. Наиболее эффективны методы биологического моделирования.

Во многих странах ведутся исследования по применению временного индекса (ВИ) для оценки развития виноградников по почвенно-топографическим признакам и для определения границ терруаров во взаимосвязи с погодно-климатическими параметрами и фенологическими периодами. Наиболее используемый ВИ для мониторинга виноградных насаждений – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный относительный индекс растительности), предназначен для измерения эколого-климатических характеристик растительности, но в тоже время может показывать значительную корреляцию с такими параметрами, как продуктивность, фитомасса, влажность и органико-минеральная насыщенность почвы, испаряемость (эвапотранспирация), объемом выпавших осадков [<https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>].

ВИ, использующие полосу red edge (красный край), могут проявляться весь период вегетации от стадии цветения до сбора урожая и листопада.

Основными элементами плодоносности винограда являются количество побегов, оставляемых на кусте, процент плодоносных побегов, число гроздей на плодоносный побег и средняя масса грозди. Коэффициент

плодоношения $K_{пл}$ характеризует среднее число гроздей на один развившийся побег. Структурная формула урожая винограда (1) имеет вид:

$$Ус = Г * N * K_{пл} / 1000 \quad (1)$$

где: $Г$ – средняя масса грозди (в граммах),

N – нагрузка соцветиями,

$K_{пл}$ – коэффициент плодоношения,

1000 – делитель для пересчета грамм в кг.

Расчет урожайности с куста по формуле 1 в 6 вариантах по данным агробиологических наблюдений и по результатам взвешивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчетная и фактическая урожайность по 6 вариантам опыта, 2023 г.

Вариант	Средняя масса грозди, грамм	Нагрузка соцветиями, шт.	Значение коэфф. плодоношения	Расчетная урожайность с куста, кг	Средняя масса грозди по взвешиванию, грамм	Фактическая урожайность с куста, кг
1	130	27	1,48	5,2	117	3,2
2	130	13	1,26	2,1	104	1,9
3	130	27	1,48	5,2	113	2,8
4	130	26	1,57	5,3	114	3,2
5	130	26	1,71	5,8	103	3,2
6	130	22	1,49	4,3	110	3,7

Расчетная урожайность превышает фактическую. В разные фенофазы растение имеет разное значение ВИ, поэтому его можно использовать для введения в формулу поправочного коэффициента для расчета урожайности в разные фенофазы. Значения вегетационного индекса NDVI различны во время роста побегов, цветения и созревания ягод – в начале вегетационного сезона индекс нарастает, в момент цветения его рост достигает пика и приостанавливается, затем, по мере созревания ягод, NDVI снижается. В зависимости от почвенного плодородия, метеоусловий скорость развития биомассы будет разной. Наиболее точный прогноз урожайности винограда по индексу NDVI можно дать в момент прохождения экстремума (пика)

значения NDVI. Пик NDVI обычно приходится на момент начала фазы созревания ягод. Пики NDVI для вариантов приходятся на 7 и 27 июня.

Зная потенциальную урожайность сорта, мы можем прогнозировать, что при соответствующем значении NDVI урожайность будет максимальной для данного сорта. Если в фазу созревания ягод NDVI достигает значения всего 0,50-0,55, то это значит, что урожайность будет ниже максимальной на 25-30 %. Пересчёт расчетной урожайности выполняется по формуле (2):

$$У_{p_{ndvi}} = (У_c)^{-Ln(NDVI_{max})} \quad (2)$$

где $У_c$ – урожайность с куста, рассчитанная по формуле 1,

$k = -Ln(NDVI_{max})$ – поправочный коэффициент для прогнозируемой урожайности винограда по значению NDVI, как значение натурального логарифма.

Результаты расчета урожайности представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Урожайность виноградных кустов, рассчитанная по вариантам почвенных участков расчетная, фактическая, по ВИ NDVI

Вариант	NDVI _{max1} по снимку 7.06	NDVI _{max2} по снимку 27.06	Расчетная урожайность с поправкой $У_{p_{ndvi}}$, кг по 7.06	Расчетная урожайность с поправкой $У_{p_{ndvi}}$, кг по 27.06	Фактическая урожайность с куста, кг 31.08
1	0,49	0,50	3,2	3,1	3,2
2	0,46	0,50	1,9	1,7	1,9
3	0,46	0,54	3,6	2,8	2,8
4	0,48	0,51	3,4	3,1	3,2
5	0,43	0,48	4,4	3,6	3,2
6	0,39	0,41	3,9	3,7	3,7

Результаты показывают, что разработанный метод расчета прогнозной урожайности виноградных кустов по NDVI, с учетом почвенно-климатических микрорайонов поля позволяет точно предсказать урожайность и всего виноградного насаждения. Метод оценки прогнозируемой урожайности на основе ВИ NDVI виноградного растения основан на фактических данных мультиспектральных изображений в фенофазах цветения и роста и позволяет повысить точность расчетной урожайности до фактической с

отклонением от 0 до 0,8 кг с куста, причем точность прогноза возрастает к концу фазы роста и к началу фазы созревания в 2 раза.

Предложенный программный алгоритм автоматизированного расчета прогнозируемой урожайности винограда позволяет получать расчетные значения в реальном времени полевых исследований с позиционированием на местности по мобильной связи интернет. Программа для ЭВМ «Прогнозирование урожайности сортов винограда» и анализу индексов вегетации NDVI позволяют оперативно и достоверно проводить полевые исследования, рассчитать прогнозируемую урожайность сорта с высокой точностью для разных почвенно-морфологических микрзон виноградного насаждения на основе терруарного подхода.

Выводы. В агроэкологических условиях Краснодарского края на южных черноземах выявлена наиболее продуктивная норма нагрузки кустов винограда побегами для технических сортов Курчанский, Дмитрий, Владимир, Гранатовый, Антарис и Алькор, на выщелоченных черноземах для столового бессемянного сорта Кишмиш Столетие.

По результатам электрофоретического разделения пероксидаз в полиакриламидном геле и увеличенному содержанию аскорбиновой кислоты установлена повышенная морозостойкость у сортов Кристалл, Восторг, Восторг, Красностоп АЗОС. Сорта Восторг и Зариф проявили себя более адаптивными к стрессам летнего периода по оводненности листьев, содержанию связанной воды, соотношению хлорофиллов и каротиноидов, количеству пролина и водорастворимых сахаров, проницаемости мембран.

Установлена роль физиологически активных веществ в повышении адаптивного потенциала растений винограда. Обработка виноградной лозы сорта Мерло метилжасмонатом и эпибрассинолидом в период глубокого покоя, а также пролином, салициловой кислотой и эпибрассинолидом в период вынужденного покоя оказывали положительное влияние на состояние виноградной лозы: происходило снижение выхода электролитов.

Устойчивое выращивание винограда достигается при системном применении эфлюента «Биоконцентрат-Z» некорневым методом. На фоне некорневых обработок сортов Мерло и Каберне Совиньон установлен более высокий уровень обеспеченности растений водой, рост содержания калия, зеленых пигментов, органических кислот и урожайности винограда.

В интенсивных корнесобственных насаждениях аборигенных и перспективных интродуцированных сортов винограда на фоне заражения филлоксерой в южной части Дагестана положительное влияние оказывают физиологически активные соединения и препарат Туринбаш.

Созданный метод прогнозирования урожайности на основе винограда ВИ NDVI растения и фактических данных мультиспектральных изображений в фенофазах цветения и роста позволяет повысить точность расчетной урожайности до фактической с отклонением от 0 до 0,8 кг/куст, точность прогноза возрастает к концу фазы роста и к началу фазы созревания в 2 раза.

Литература

1. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2020. 138 с. EDN: QSJECD
2. Fayolle E., Follain S., Marchal P., Chéry P., Colin F. Identification of environmental factors controlling wine quality: A case study in Saint-Emilion Grand Cru appellation, France // *Sci. Total Environ.* 2019. Vol. 694. 133718. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133718
3. Proximal Sensing and Relationships to Soil and Vine Water Status, Yield, and Berry Composition in Ontario Vineyards / E. Kotsaki, et al. // *American Journal of Enology and Viticulture.* 2019. Vol. 71(2). P. 114-131. DOI: 10.5344/ajev.2019.19018.
4. Perez-Alvarez E.P., Garcia-Escudero E., Peregrina F. Soil Nutrient Availability under Cover Crops: Effects on Vines, Must, and Wine in a Tempranillo Vineyard // *American Journal of Enology and Viticulture.* 2015. Vol. 66(3). P. 311-320. DOI: 10.5344/ajev.2015.14092.
5. Wang R., Sun Q., Chang Q. Soil Types Effect on Grape and Wine Composition in Helan Mountain Area of Ningxia // *PLOS One.* 2015. Vol. 10(2). e0116690. DOI: 10.1371/journal.pone.0116690.
6. Адаптивность сортов винограда в условиях зимнего низкотемпературного стресса / О.М. Ильяшенко [и др.] // *Виноделие и виноградарство.* 2010. № 6. С. 33-35. EDN: NCRFMF
7. Renouf V., Trégoat O., Roby J.-P., van Leeuwen C. Soils, rootstocks and grapevine varieties in prestigious Bordeaux vineyards and their impact on yield and quality // *OENO One.* 2010. Vol. 44(3). 127. DOI: 10.20870/oeno-one.2010.44.3.1471.

8. Kumar S., Sachdeva S., Bhat K.V., Vats S. Plant Responses to Drought Stress: Physiological, Biochemical and Molecular Basis // Biotic and abiotic stress tolerance in plants. Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018. P. 1-25. DOI: 10.1007/978-981-10-9029-5_1.

9. Basu S., Ramegowda V., Kumar A., Pereira A. Plant adaptation to drought stress // F1000Research. 2016. Vol. 5. 1554. DOI: 10.12688/f1000research.7678.1.

10. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves / Z. Wang, et al. // Biology Open. 2018. Vol. 7 (11). bio035279. DOI: 10.1242/bio.035279.

11. Javadi T., Rohollahi D., Ghaderi N., Nazari F. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through -amino butyric acid drenching // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 218. P. 156–163. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.019.

12. Колупаев Ю.Е., Горелова Е.И., Ястреб Т.О. Механизмы адаптации растений к гипотермии: роль антиоксидантной системы // Вісник Харківського національного аграрного університету серія біологія. 2018. № 1(43). С. 6-33.

13. Система виноградарства Ставропольского края: методические рекомендации / Е.А. Егоров [и др.]. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2010. 156 с. EDN: QYVEWR

14. Сироткина Н.А., Гапонова Т.В., Калмыкова Н.Н., Калмыкова Е.Н. Влияние нагрузки куста побегами на качество винограда и вина // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 22, № 4(114). С. 326-329. DOI: 10.35547/IM.2020.47.77.007.

15. Якименко Е.Н., Агеева Н.М., Чемисова Л.Э. Влияние агротехнических приемов выращивания винограда на концентрацию яблочной кислоты в виноградном сусле [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 71(5). С. 292-303. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/05/22.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-292-303. (дата обращения: 01.02.2024)

16. Алейникова Г.Ю., Сегет О.Л., Митрофанова Е.А. Продуктивность, качество винограда и вина из сорта Гранатовый при разной нагрузке побегами [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство юга России. 2023. №83(5). С. 107-115. Режим доступа: <https://journalkubansad.ru/pdf/23/05/09.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-5-83-107-115. (дата обращения: 01.02.2024)

17. Марморштейн А.А., Алейникова Г.Ю., Цику Д.М., Петров В.С. Влияние междустного расстояния и нагрузки кустов винограда Рислинг рейнский побегами на продуктивность и качество вина // Русский виноград. 2022. Т. 20. С. 41-50. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-41-50.

18. Влияние схемы посадки и нагрузки виноградных растений сорта Рислинг рейнский побегами на физико-химические показатели суслу и вина / А.А. Храпов [и др.] // Русский виноград. 2022. Т. 20. С. 70-76. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-70-76.

19. Расулов А.Т. Влияние нагрузки куста винограда побегами и срока закладки на хранение на качество столового винограда // Виноградарство и виноделие. 2016. Т. 46. С. 18-19. EDN: XEFYET.

20. Egamberdiev A., Nematovich M. The influence of bud loads on mechanical and chemical content of bunches of kattakurgan grapes variety // Epra international journal of research & development (IJRD). 2020. Vol. 5, Is. 1. P. 17-19. DOI: 10.36713/epra3897.

21. Çoban H. The Effects of Different Crop Loads on Yield, Quality, and Sugar Fractions in Early Sweet (*Vitis vinifera* L) Table Grape // Black Sea Journal of Agriculture. 2023. Vol. 6(6). P. 671-675. DOI: 10.47115/bsagriculture.1367223.

22. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2021. 147 с. EDN: SRFRBJ

23. Кушниренко М.Д., Курчатова Г. П., Бондарь Е.М., Гончарова Э.А. Водный обмен яблони. Кишинев: «Штиинца», 1970. 220 с.

24. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975. 392 с.

25. Ненько Н.И., Киселева Г.К. Физиолого-биохимические методы оценки сортов плодовых культур для адаптивной селекции и промышленного возделывания // Современная методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. С. 61-65. EDN: ZSYKJX

26. Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Шевякова Н.И. Методы оценки содержания активных форм кислорода, низкомолекулярных антиоксидантов и активностей основных антиоксидантных ферментов. // Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. Москва: ООО «Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2011. С. 347-365. EDN: EKRWAD

27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 350 с. EDN: QLCQEP

References

1. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshstein A.A. Agro-ecological zoning of the territory to optimize the placement of varieties, sustainable viticulture and quality winemaking: monograph. Krasnodar: FSBSI NCFSCVHVW, 2020. 138 p. EDN: QSJECD (in Russian)

2. Fayolle E., Follain S., Marchal P., Chéry P., Colin F. Identification of environmental factors controlling wine quality: A case study in Saint-Emilion Grand Cru appellation, France // Sci. Total Environ. 2019. Vol. 694. 133718. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.133718

3. Proximal Sensing and Relationships to Soil and Vine Water Status, Yield, and Berry Composition in Ontario Vineyards / E. Kotsaki, et al. // American Journal of Enology and Viticulture. 2019. Vol. 71(2). P. 114-131. DOI: 10.5344/ajev.2019.19018.

4. Perez-Alvarez E.P., Garcia-Escudero E., Peregrina F. Soil Nutrient Availability under Cover Crops: Effects on Vines, Must, and Wine in a Tempranillo Vineyard // American Journal of Enology and Viticulture. 2015. Vol. 66(3). P. 311–320. DOI: 10.5344/ajev.2015.14092.

5. Wang R., Sun Q., Chang Q. Soil Types Effect on Grape and Wine Composition in Helan Mountain Area of Ningxia // PLOS One. 2015. Vol. 10(2). e0116690. DOI: 10.1371/journal.pone.0116690.

6. Adaptability of grades of grapes in the conditions of winter low temperature stress / O.M. Ilyashenko, et al. // Winemaking and viticulture. 2010. № 6. P. 33-35. EDN: NCRFMF (in Russian)

7. Renouf V., Trégoat O., Roby J.-P., van Leeuwen C. Soils, rootstocks and grapevine varieties in prestigious Bordeaux vineyards and their impact on yield and quality // OENO One. 2010. Vol. 44(3). 127. DOI: 10.20870/oeno-one.2010.44.3.1471.

8. Kumar S., Sachdeva S., Bhat K.V., Vats S. Plant Responses to Drought Stress: Physiological, Biochemical and Molecular Basis // Biotic and abiotic stress tolerance in plants. Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018. P. 1-25. DOI: 10.1007/978-981-10-9029-5_1.

9. Basu S., Ramegowda V., Kumar A., Pereira A. Plant adaptation to drought stress // F1000Research. 2016. Vol. 5. 1554. DOI: 10.12688/f1000research.7678.1.

10. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves / Z. Wang, et al. // Biology Open. 2018. Vol. 7 (11). bio035279. DOI: 10.1242/bio.035279.

11. Javadi T., Rohollahi D., Ghaderi N., Nazari F. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through -amino butyric acid drenching // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 218. P. 156-163. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.019.

12. Kolupaev Yu.E., Gorelova E.I., Yastreb T.O. Mechanisms of plant adaptation to hypothermia: the role of the antioxidant system // News of the Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology. 2018. № 1. P. 6-33. (in Russian)

13. The system of viticulture of the Stavropol region: methodological recommendations / E.A. Egorov, et al. Krasnodar: FSBSI NCF SCHVW, 2010. 156 p. EDN: QYVEWR ([in Russian](#))
14. Sirotkina N.A., Gaponova T.V., Kalmykova N.N., Kalmykova E.N. The effect of bush loading with shoots on the grape and wine quality // Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020. Vol. 22(4). P. 326-329. DOI: 10.35547/IM.2020.47.77.007 ([in Russian](#))
15. Yakimenko E.N., Ageeva N.M., Chemisova L.E. The influence of agricultural practices of growing grapes on concentration of malic acid in grape must [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2021. № 71(5). P. 292-303. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/05/22.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-5-71-292-303. (accessed date: 01.02.2024) ([in Russian](#))
16. Aleynikova G.Yu., Seget O.L. Mitrofanova E.A. Productivity, quality of grapes and wine from the Granatovyi variety at different loads of bushes with shoots [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2023. № 83(5). P. 107-115. Available at: <https://journalkubansad.ru/pdf/23/05/09.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-5-83-107-115. (accessed date: 01.02.2024) ([in Russian](#))
17. Marmorstein A.A., Aleynikova G.Yu., Tsiku D.M., Petrov V.S. Influence of distance between bushes and shoot load on yield and wine quality of Riesling Rhenish grapevine variety // Russian grapes. 2022. Vol. 20. P. 41-50. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-41-50. ([in Russian](#))
18. Influence of planting scheme and shoot load of Riesling Rhenish grape plants on physico-chemical parameters of must and wine / A.A. Khrapov, et al. // Russian grapes. 2022. Vol. 20. P. 70-76. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-70-76. ([in Russian](#))
19. Rasulov A.T. The impact of shoot load per bush and placement for storage terms on the quality of table grapes // Viticulture and winemaking. 2016. Vol. 46. P. 18-19. EDN: XEFYET. ([in Russian](#))
20. Egamberdiev A., Nematovich M. The influence of bud loads on mechanical and chemical content of bunches of kattakurgan grapes variety // Epra international journal of research & development (IJRD). 2020. Vol. 5, Is. 1. P. 17-19. DOI: 10.36713/epra3897.
21. Çoban H. The Effects of Different Crop Loads on Yield, Quality, and Sugar Fractions in Early Sweet (*Vitis vinifera* L) Table Grape // Black Sea Journal of Agriculture. 2023. Vol. 6(6). P. 671-675. DOI: 10.47115/bsagriculture.1367223.
22. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCF SCHVW, 2021. 147 p. EDN: SRFRBJ ([in Russian](#))
23. Kushnirenko M.D., Kurchatov G. P., Bondar E.M., Goncharova E.A. Water exchange of apple trees. Chisinau: «Stiinza», 1970. 220 p. ([in Russian](#))
24. Gavrilenko V.F., Ladygina M.E., Khandobina L.M. Large practicum on plant physiology. Moscow: Higher School, 1975. 392 p. ([in Russian](#))
25. Nenko N.I., Kiseleva G.K. Physiological and biochemical methods for evaluating of fruit crop varieties for adaptive breeding and industrial cultivation // Modern methodology, tools for evaluation and selection of breeding material for garden crops and grapes. Krasnodar: FSBSI NCF SCHVW, 2017. P.61-65. EDN: ZSYKJX ([in Russian](#))
26. Radyukina N.L., Ivanov Yu.V., Shevyakova N.I. Methods for assessing the content of reactive oxygen species, low molecular weight antioxidants and the activities of the main antioxidant enzymes. // Molecular genetics and biochemical methods in modern plant biology. Moscow: OOO Publishing House «BINOM Laboratory of Knowledge», 2011. P. 347-365. EDN: EKRWAD ([in Russian](#))
27. Dospikhov B.A. Methodology of field experience. M.: Alliance, 2011. 350 p. EDN: QLCQEP ([in Russian](#))